SIMBRAS

X SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL

VII CONGRESSO INTERNACIONAL DE AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL

ANAIS DE PALESTRAS

10 anos de pesquisa e extensão em agropecuária sustentável

Autores:

Rogério de Paula Lana | Flávio Medeiros Vieites | Cristina Mattos Veloso
Geicimara Guimarães | Gustavo Leonardo Simão | Diogo Vivacqua de Lima

X SIMBRAS

X SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL

VII CONGRESSO INTERNACIONAL DE AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL

EDIÇÃO ESPECIAL: 10 ANOS DE PESQUISA E EXTENSÃO EM AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL

ANAIS DE PALESTRAS

Editores

Rogério de Paula Lana
Geicimara Guimarães
Flávio Medeiros Vieites
Gustavo Leonardo Simão
Cristina Mattos Veloso
Diogo Vivacqua de Lima

16 A 18 de setembro de 2020
Viçosa – MG – Brasil

X SIMBRAS

X SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL

VII CONGRESSO INTERNACIONAL DE AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL

EDIÇÃO ESPECIAL: 10 ANOS DE PESQUISA E EXTENSÃO EM AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL

ANAIS DE PALESTRAS

Realização

Universidade Federal de Viçosa – UFV
Departamento de Zootecnia – UFV

Viçosa – MG – Brasil
2020

© 2020 by Rogério de Paula Lana, Geicimara Guimarães,
Flávio Medeiros Vieites e outros

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida sem a autorização escrita e prévia dos detentores do *Copyright*.

Impresso no Brasil

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e Classificação da Biblioteca Central da Universidade Federal de Viçosa

S612a 2020	Simpósio Brasileiro de Agropecuária Sustentável (10 : 2020 : Viçosa, MG). Anais de palestras / X Simpósio Brasileiro de Agropecuária Sustentável, 16 a 18 de setembro de 2020, Viçosa, MG ; Editores Rogério de Paula Lana e outros – Viçosa, MG: Os Editores, 2020. 438p. : il. ; 22 cm. Tema do congresso: Agropecuária e agroecologia. Inclui bibliografia. ISBN 978-65-990359-4-4 1. Agropecuária – Congressos. 2. Ecologia agrícola – Congressos. I. Lana, Rogério de Paula, 1965-. II. Guimarães, Geicimara, 1980-. III. Título. IV. Título: X Simpósio Brasileiro de Agropecuária Sustentável. V. Título: X SIMBRAS-AS. VI. Título: Edição especial: 10 anos de pesquisa e extensão em agropecuária sustentável. CDD 22.ed. 630.6

Diagramação e montagem: Suprema Gráfica e Editora Ltda.

Contato: Rogério de Paula Lana
Tel. (31) 3612 4646
E-mail: rlana@ufv.br
www.simbras-as.com.br

Geicimara Guimarães
Cel. (31) 9 7134 2804
geicimaraguimaraes01@gmail.com
simbras@ufv.br

X SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL
VII CONGRESSO INTERNACIONAL DE AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL

Presidente
Rogério de Paula Lana – Universidade Federal de Viçosa.

Comissão Organizadora e Científica
Adailton Camêlo Costa – Universidade Federal de Viçosa.
Bárbara Maria Gomes de Melo – Universidade Federal de Viçosa.
Daniel Carneiro de Abreu – Universidade Federal do Mato Grosso.
Cláudia Lúcia de Oliveira Pinto – Técnica em Leite e Derivados, Farmacêutica – Bioquímica, Doutorado/Mestrado – Microbiologia Agrícola pela UFV (Conc. Microbiologia de Alimentos), Experiência/Ensino/Pesquisa - Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG – (1986 a maio de 2020).
Cleide Maria Ferreira Pinto – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.
Cristina Mattos Veloso – Universidade Federal de Viçosa.
Diogo Vivacqua de Lima – Faculdade Multivix.
Evaldo Paulo Firmino – Universidade Federal de Viçosa.
Fernanda Rodrigues Moura Garcia – Universidade Federal de Viçosa.
Flávio Medeiros Vietes – Universidade Federal de Juiz de Fora.
Gabrieli de Assis Teixeira – Universidade Federal de Viçosa.
Geicimara Guimarães – Fundação Facev.
Gustavo Leonardo Simão – Universidade Federal de Viçosa.
Henrique Nunes Parente – Universidade Federal do Maranhão.
Jaime Fabián Cruz Uribe – Universidad Antonio Nariño, Colômbia.
Jordana Souza Morais – Universidade Federal de Viçosa.

Leonardo Lopes da Silva – Fundação Facev.
Maria Regina de Miranda Souza – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais.
Mahomed Aboobacar Mahomed – Universidade Federal de Viçosa.
Milena Bibiano de Freitas Sanches Almeida – Universidade Federal de Viçosa.
Paulo Sérgio Dornelas Silva – Universidade Federal de Viçosa.
Renata de Souza Reis – Universidade Federal de São João del-Rei.
Rosane Claudia Rodrigues – Universidade Federal do Maranhão.
Sarah de Moraes Alves – Universidade Federal de Viçosa.
Tatiana Cristina da Rocha – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

REALIZAÇÃO
Universidade Federal de Viçosa – UFV
Departamento de Zootecnia – UFV

APOIO
Pró-Reitoria de Extensão e Cultura – PEC/UFV
Centro de Ciências Agrárias – CCA/UFV
CAPES
Agrisus
FACEV
Fratevi
Livraria UFV

EDITORIAL

Este livro apresenta um compêndio de abordagens que, mais do que comemorar uma década de debate sobre sustentabilidade na pecuária e na agricultura, no escopo das discussões propostas pelo Simpósio Brasileiro de Agropecuária Sustentável, soma-se a um tempo em que a ciência é conclamada a oferecer respostas à sociedade. Dessa forma, se é na ciência que repousa a esperança para a solução dos problemas de saúde pública vivenciados pela humanidade, é também por ela que virá a solução para a redução que os impactos antrópicos têm ocasionado no meio ambiente e no clima, no aprimoramento do manejo do bem-estar animal e na garantia da soberania alimentar, sobretudo para regiões mais pobres.

Pensar uma solução que minimize os impactos da vida humana na Terra e, por decorrência disso, garantir melhores condições para as futuras gerações é algo que os pesquisadores que organizam esta obra, bem como os autores dos trabalhos nela apresentados, têm feito por longo tempo. As respostas ensejadas pela sociedade não são fáceis de serem encontradas, nem os problemas estão já dados no tempo e nem podem ser de interesse apenas de uma nação. A única certeza é que as soluções virão somente por meio de uma pesquisa científica séria, pelo debate de ideias e pelo apoio mútuo entre todos os envolvidos – academia, sociedade e pelo multilateralismo. E é isso que se apresenta nos capítulos que se seguem.

Este livro conseguiu congregar em uma mesma coletânea textos de autoria de pesquisadores vinculados a agências governamentais de pesquisa e universidades públicas e privadas de renome - nacionais e internacionais. O debate perpassa desde a extensão rural e manejo animal para uma otimização sustentável da produtividade, passando pela interação cidade-campo até o uso da tecnologia para a redução do impacto da produção rural, seja essa tecnologia advinda de uma inovação radical, como é o caso da nanotecnologia, ou mesmo incremental, como o uso de sistemas de informação para o campo.

Existem diversas obras relacionadas à agropecuária sustentável já publicadas. Contudo, são bastante reduzidas aquelas que conseguem apresentar uma interface de conteúdo multidisciplinar e abordagem transversal como esta que ora se apresenta.

A presente obra pode ser subdividida em três macroabordagens – nutrição, bem-estar e produtividade animal; tecnologia e sustentabilidade em sistemas produtivos; e produção agrícola sustentável multilocal.

Os editores desejam que a leitura dos textos aqui apresentados possa auxiliar nas discussões acadêmicas que perpassam as temáticas apresentadas, mas, mais que isso, colaborar para um contexto rural que figure como um grande produtor de alimentos e como centro de preservação do meio ambiente. A teoria precisa ser desenvolvida de modo a ser assimilada pela sociedade. E é essa, justamente, a preocupação dos editores – propor um debate teórico com aderência ao que é vivido pelo homem do campo e que seja por ele utilizada.

Desejamos uma ótima leitura!

Os editores.

ÍNDICE

Palestras	Página
1. Herramientas sostenibles de nutrición aviar y su impacto sobre el medio ambiente y productividad – Diego Rodríguez Saldaña, Flávio Medeiros Vieites, Jimmy Quisirumbay Gaibor, Mateo Rodríguez-Bravo	11
2. Amino acid nutrition on nitrogen retention and excretion in poultry – Fernanda Lima de Souza Castro, Woo Kyun Kim, Christiane Silva Souza, Flávio Medeiros Vieites	51
3. Desafíos para el bienestar animal en sistemas de producción sustentables – Jaime Fabián Cruz Uribe, Flavio Medeiros Vieites, Christiane Silva Souza, Geicimara Guimarães, Girlaine Pereira Oliveira	77
4. Biofertilizantes sobre producción y calidad del forraje e indicadores edáficos – Luis Antonio Cuadros Moreno, Claudia Lucía Vargas Rodríguez, Flávio Medeiros Vieites	89
5. Desenvolvimento de modelos predição do desempenho de vacas de leite em sistemas intensivo e a pasto, e uso dos mesmos em tabelas de exigências nutricionais e em programa de formulação de rações – Rogério de Paula Lana, Geicimara Guimarães	105
6. Nanotecnologia: Qual seu impacto na sustentabilidade do agronegócio? – Humberto de Mello Brandão, Isis de Freitas Reigosa, Flávio Medeiros Vieites, Michele Munk, Geimara Guimarães, Juliana Carine Gern	115
7. Relações entre os cheios e os vazios urbanos e rurais – Adriana Nascimento, Ana Luiza Ribeiro Carvalho	135
8. Sustentabilidade na suinocultura: orientar para transformar – Bruno da Silva de Vasconcelos	151

9. Agrisciences/UFMT: Desafios e oportunidades na construção do nosso serviço de extensão rural em Mato Grosso – Jordane Aparecida Vieira dos Reis, Vitória Paglione Balestero de Lima, Vinícius Tadeu Ribeiro Mattar, Flaviana Cavalcanti da Silva, Daniel Carneiro de Abreu 183

10. Produção sustentável de pimenta C*apsicum*: Uma oportunidade para o agronegócio – Cleide Maria Ferreira Pinto, Cláudia Lúcia de Oliveira Pinto, Sérgio Maurício Lopes Donzeles 191

11. Boas práticas de fabricação (BPF) no processamento de pimentas *Capsicum* e sua importância para a sustentabilidade da cadeia produtiva – Cláudia Lúcia de Oliveira Pinto, Cleide Maria Ferreira Pinto, Sérgio Maurício Lopes Donzeles, Maria Regina de Miranda Souza, Maira Christina Marques Fonseca, Geicimara Guimarães 213

12. Tecnologia e sustentabilidade na cadeia avícola brasileira – Christiane Silva Souza, Flávio Medeiros Vieites, Jaime Fabián Cruz Uribe, Ricardo Vianna Nunes, Cristina Amorim Ribeiro de Lima 239

13. Bem-estar na avicultura agroecológica – Flávio Medeiros Vieites, Christiane Silva Souza, Girlaine Pereira Oliveira, Jaime Fabián Cruz Uribe, José Geraldo de Vargas Júnior 269

14. Dez anos de pesquisa e extensão em agropecuária sustentável – Diogo Vivacqua de Lima, Elvanio Mozelli, Geicimara Guimarães 295

15. Educação ambiental para preservação da fauna silvestre em áreas de produção agropecuária – Thiago José Santana Ferreira, Renata de Souza Reis 311

16. Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta na criação de vacas leiteiras – Adailton Camêlo Costa, Rogério de Paula Lana 325

17. Agroecologia urbana: Transformando a cidade – Letícia Lara do Carmo, Luziany Maria de Oliveira, Renata de Souza Reis 343

18. A minhocultura como alternativa para a sustentabilidade na agricultura familiar – Tatiana Cristina da Rocha, Mariele Freitas Souza, Rodrigo Lopes de Almeida, Elayna Cristina da Silva Maciel 363

19. Criação sustentável de escargot – Arícia Chaves Zanetti Reis, Fernanda Larissa César Santos, Hebert Lucas de Santana, Renata Rocha Rebouças, Leila de Genova Gaya, Renata de Souza Reis 381

20. Uso de alimentos como aditivos para silagem e silagem de dieta total – Bárbara Maria Gomes de Melo, Rogério de Paula Lana 409

1. HERRAMIENTAS SOSTENIBLES DE NUTRICIÓN AVIAR Y SU IMPACTO SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y PRODUCTIVIDAD[1]

Diego Rodríguez Saldaña[2,3], Flávio Medeiros Vieites[4], Jimmy Quisirumbay Gaibor[5], Mateo Rodríguez-Bravo[6]

1Ponencia del X Simpósio Brasileiro de Agropecuária Sustentável – SIMBRAS; VII Congresso Internacional de Agropecuária Sustentável, Viçosa-MG, Brasil
2Profesor de Nutrición Animal, Universidad de Cuenca, Ecuador. Autor para correspondencia: diego.rodriguez@ucuenca.edu.ec
3Nutricionista BalGran Cía. Ltda., Cuenca – Ecuador.
4Profesor Asociado de la Universidad Federal de Juiz de Fora-MG, Brasil
5Profesor de Zootecnia de Porcinos, Universidad Central del Ecuador, Quito – Ecuador
6Posgradista del Máster en Producción y Sanidad Porcina, Universidad de Lleida

RESUMEN – El importante desarrollo demográfico, la creciente demanda de alimentos y el hecho que el pollo sea la carne más consumida del planeta, ha vuelto a la industria avícola cada vez más competitiva, productiva e industrializada con la finalidad de optimizar sus costos y satisfacer esta demanda; sin embargo, las consecuencias se resumen en un progresivo impacto ambiental (IA) debido a la cantidad de recursos que requiere y a la generación de una serie de residuos, entre los que se destaca el amoniaco y gases efecto invernadero. A pesar de ello, el huevo y el pollo se consideran las fuentes proteicas más económicas y que generan el menor IA, por ejemplo, en la producción de dióxido de carbono (CO_2) a la avicultura le corresponde apenas el 9.68% del total producido en la industria de la proteína animal, la cual en su totalidad contribuye con el 27% de las emisiones globales de CO_2. En este contexto, la industria ha desarrollado una gama de estrategias nutricionales que en primera instancia están dirigidos a optimizar la salud, productividad y bienestar animal, pero al mismo tiempo minimizan el IA de la avicultura, por ejemplo, la proteína ideal y fitasas que reducen las excreciones de nitrógeno y fósforo respectivamente. En conclusión, las herramientas nutricionales disponibles son viables y prácticas para mitigar el IA, pero será necesario aplicar estrategias integrales que abarquen a toda la cadena productiva la avicultura para conseguir empresas sostenibles ambiental y económicamente.

Palabras clave: fitasas, impacto ambiental, industria avícola, proteína ideal.

SUSTAINABLE TOOLS OF POULTRY NUTRITION AND THEIR IMPACTS ON EMVIRONMENT AND PRODUCTIVITY

ABSTRACT – The important demographic development, the growing demand for food and the fact that chicken is the most consumed meat on the planet, has made the poultry industry increasingly competitive, productive and industrialized, in order to optimize its costs and satisfy this demand. However, the consequences are summarized in a progressive environmental impact (AI) due to the amount of resources it requires and the generation of residues, among which ammonia and greenhouse gases stand out. Despite this, eggs and chicken are considered the cheapest protein sources and that generate the lowest AI, for example, in the production of carbon dioxide (CO_2), poultry accounts for only 9.68% of the total produced in the animal protein industry, which in its entirety contributes 27% of global CO_2 emissions. In this context, the industry has developed nutritional strategies that in the first instance are aimed at optimizing animal health, productivity and welfare, but at the same time they minimize the AI of poultry, for example, the ideal protein and phytases that reduce nitrogen and phosphorous excretions respectively. In conclusion, the available nutritional tools are viable and practical to mitigate AI, but it will be necessary to apply strategies that cover the entire poultry production chain to achieve environmentally and economically sustainable companies.

Keywords: environmental impact, ideal protein, phytases, poultry industry.

Introducción

Las emisiones ambientales causadas por la producción animal intensiva han generado una preocupación creciente en casi todos los países desarrollados (Powers & Angel, 2008); además, según los informes del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC) la población actual y del futuro experimentarán cambios drásticos en el clima mundial, por ello varios organismos internacionales han generado iniciativas dirigidas a controlar el cambio climático y a reducir su efecto, como por ejemplo el Protocolo de Kioto en el que diferentes países del mundo se comprometen a mitigar las emisiones de gases con efecto invernadero (GEI) (Ballester et al., 2006) En contraparte, las últimas décadas han marcado un incremento sostenido del consumo de carne de pollo, huevos y otras fuentes de proteína animal en todo

el planeta (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2019), acelerando el volumen de producción e incrementando la cantidad impactos en el ambiente, por ejemplo, la producción de excretas que se han constituido en enormes problemas de polución, debido a las grandes cantidades de contaminantes (nitrógeno, fósforo y azufre) que aportan al global de GEI (Gerber et al., 2013), produciendo además grandes volúmenes de estiércol que se depositan en el suelo. Las emisiones ambientales causadas por la producción animal intensiva han generado una preocupación creciente en casi todos los países desarrollados (Powers & Angel, 2008).

Por otro lado, las proyecciones poblacionales proyectan para el año 2050 9.1 billones de habitantes, un 34% superior al 2018 (FAO, 2018), ante ello la industria productora de proteína animal para consumo humano se enfrenta al desafío para mantener su procesos de mejora continua en sus índices zootécnicos y poder abastecer la creciente demanda; sin embargo, los requerimientos de materias primas e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad agropecuaria implican una mayor cantidad de emisiones de GEI, siendo los más importantes el metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O) y dióxido de carbono (CO_2), este último como resultado del consumo de combustibles fósiles (Smith et al., 2008).

De acuerdo a Gerber et al. (2013) la totalidad de la industria ganadera contribuye con el 14.5% de las emisiones globales GEI, con aportes del 44% CH_4, 29% N_2O y 27% CO_2, ahora, el cálculo e interpretación de estos valores es constantemente tergiversada, ya que, la industria ganadera incluye a toda la rama de proteína animal, siendo los más importantes la producción avícola, porcícola y bovina; en este sentido, al no considerar las emisiones globales de la ganadería bovina equivalente al 9.4%; (leche 4% y carne 5.4%) (Opio et al., 2013), deja al resto de la industria de proteína animal (avicultura y porcicultura) el 5.1% de emisiones de GEI, proporción que no deja de ser importante y preocupante.

Con estos antecedentes, es claro el impacto ambiental de la industria avícola sobre el medio ambiente, para lo cual existen dos herramientas de mitigación de mucha aplicación práctica que han tenido su beneficio y retorno económico, éstas son el concepto de proteína ideal y el uso de fitasas, estrategias que han sido direccionadas a reducir la excreción de nitrógeno (Hernández et al., 2012) y fósforo (Cowieson et al., 2013).

En este contexto, es evidente que el crecimiento demográfico en el planeta ha aumentado la demanda de alimentos para consumo tanto humano como animal, que implican prácticas agrícolas y pecuarias más intensivas con la subsecuente deforestación e industrialización de las cadenas productivas; por lo tanto la aplicación de ciertas estrategias nutricionales permitirán mitigar al límite de sus capacidades estos importantes impactos ambientales, como también tendrán un mejor efecto sobre la productividad, de tal manera que la industria tenga un retorno de esta inversión.

Impacto ambiental de la industria avícola

El consumo mundial de carne ha tenido un crecimiento sostenido en las últimas décadas, sin embargo, han existido variantes regionales en los que países de alto consumo han estancado o decrecido su demanda de carne; por otro lado, países de ingresos medios han incrementado exponencialmente el consumo de cárnicos (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE] y FAO, 2017). De acuerdo con la más reciente proyección de la FAO, se pronosticó que la producción mundial de carne en el año 2019, sin tomar en cuenta al pescado ni mariscos, sería de 337 millones de toneladas (TM) (Tabla 1), lo que corresponde a una demanda mundial *per cápita* aproximada de 44 kg, siendo los productos más consumidos el pollo y cerdo con un consumo *per cápita* de 16 kg cada uno, seguidos de la carne de res con 9 kg y carne ovina con 2 kg (FAO, 2019)

Tabla 1 - Producción mundial de carne y huevo (millones de toneladas)

Tipo de carne	AÑO										TC anual
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
Carne de Pollo	99.34	103.39	106.45	109.27	111.66	115.55	118.55	120.14	123.20	125.35	2.38%
Carne de Cerdo	107.34	108.17	111.54	113.54	115.83	116.30	117.78	118.55	120.71	121.85	1.23%
Carne de Res	65.99	65.09	65.91	67.54	67.41	67.18	68.43	69.85	71.72	72.80	0.94%
Carne de Ovino	14.63	14.87	15.13	15.41	15.71	16.00	16.28	16.56	16.85	17.14	1.56%
Huevo para plato	69,56	70,67	71,92	68,26	69,79	71,95	73,89	80,09	76,70		1,03%

Fuente: OCDE (2017).

En la Tabla 2 se puede apreciar el top 10 de los países productores, consumidores, exportadores e importadores de cárnicos, en ella, resalta el estatus de China como el principal productor, consumidor e importador de carne de cerdo, EE. UU. destaca en producción y consumo de carne de cerdo y res; mientras que Brasil resulta ser el principal exportador de pollo y res en el mundo (United States Department of Agriculture [USDA], 2019), siendo el mayor representante para Latinoamérica.

En este sentido, como toda actividad o industria en el planeta, la avicultura implica una serie de impactos ambientales tales como: 1) Amoniaco (NH_3) como el gas más nocivo del sector avícola, 2) CO_2, 3) N_2O, 4) Material particulado, 5) Ruido, 6) Gallinaza o pollinaza según el tipo de producción avícola, 6) cambio de usos en el suelo, aunque en las diferentes mediciones ambientales la industria avícola resulta ser la de menor impacto ambiental dentro de la producción de proteína animal para consumo humano, siendo la avicultura la segunda fuente de proteína menos contaminante (Figura 1), después del pescado; ya que para producir 1 kg carne de pollo se generan 3.5 kg de CO_2, 12 veces menos que en la ganadería, además consume menos agua y tierra, que actualmente se constituyen en dos recursos de alta demanda y de menor disponibilidad (Wages Young, 2014), además del aspecto económico que hace que el pollo y huevo sean las fuentes proteicas animales de consumo humano más económicas del planeta. Ante esta situación, las diferentes regiones del mundo, dependiendo de cada nación, cuentan con una serie de mecanismos de regulación y control, siendo la evaluación de impacto ambiental una de las herramientas más útiles de protección al medio ambiente. Esta evaluación consiste en un trabajo técnico especializado denominado “Estudio de Impacto Ambiental” que debe ser desarrollado por la empresa productora correspondiente. Todo este mecanismo se articula como una ayuda para la toma de decisiones sobre las repercusiones ambientales de determinados proyectos en el territorio que las acoge.

Tabla 2 - Top 10 mundial de países productores, consumidores, exportadores e importadores de carne de pollo, cerdo y res (Millones de TM)

Productores						Consumidores					
Carne de Pollo		Carne de Cerdo		Carne de Res		Carne de Pollo		Carne de Cerdo		Carne de Res	
EE. UU.	19.36	China	54.04	EE. UU.	12.25	EE. UU.	16.19	China	55.40	EE. UU.	12.18
Brasil	13.36	UE	24.30	Brasil	9.90	China	11.60	UE	21.38	UE	8.05
China	11.70	EE. UU.	11.94	UE	8.03	UE	9.67	EE. UU.	9.75	China	7.91
UE	12.20	Brasil	3.76	China	6.44	Brasil	4.85	Rusia	3.20	Brasil	7.87
India	4.86	Rusia	3.16	India	4.30	India	4.95	Brasil	3.04	India	2.74
Rusia	4.87	Vietnam	2.80	Argentina	3.05	Rusia	4.30	Vietnam	2.79	Argentina	2.54
México	3.49	Canadá	1.93	Australia	2.31	México	2.76	Japón	2.78	México	1.87
Tailandia	3.17	Filipinas	1.60	México	1.98	Japón	2.35	México	2.33	Rusia	1.81
Turquía	2.23	Corea del Sur	1.33	Pakistán	1.80	Tailandia	2.00	Corea del Sur	2.00	Paquistán	1.74
Argentina	2.11	México	1.32	Turquía	1.40	Argentina	1.84	Filipinas	1.89	Turquía	1.50
Exportadores						Importadores					
Carne de Pollo		Carne de Cerdo		Carne de Res		Carne de Pollo		Carne de Cerdo		Carne de Res	
Brasil	3.69	UE	2.93	Brasil	2.08	Japón	1.07	China	1.56	China	1.47
EE. UU.	3.24	EE. UU.	2.66	Australia	1.66	México	0.82	Japón	1.48	EE. UU.	1.36
UE	1.43	Canadá	1.33	India	1.56	UE	0.70	México	1.19	Japón	0.87
Tailandia	0.84	Brasil	0.73	EE. UU.	1.43	A. Saudita	0.65	Corea del S.	0.75	Corea del S.	0.58
China	0.45	China	0.20	N. Zelanda	0.63	Iraq	0.64	EE. UU.	0.47	Hong Kong	0.54
Turquía	0.42	Chile	0.20	Argentina	0.51	Sudáfrica	0.52	Hong Kong	0.42	Rusia	0.48
Ucrania	0.32	México	0.18	Canadá	0.50	Emiratos A	0.40	Filipinas	0.29	UE	0.37
Bielorrusia	0.17	Australia	0.05	Uruguay	0.47	China	0.34	Canadá	0.23	Chile	0.32
Rusia	0.13	Rusia	0.05	Paraguay	0.37	Filipinas	0.32	Australia	0.22	Egipto	0.30
Argentina	0.12	Sudáfrica	0.02	UE	0.35	Angola	0.32	Colombia	0.13	Canadá	0.23

Fuente: united States Department of Agriculture [USDA] (2019).

El amoníaco es gas más contaminante que se produce en la industria avícola, se origina a partir de los productos nitrogenados de las heces, se volatiliza y puede afectar negativamente el bienestar animal (Beker et al., 2004), las instalaciones y al humano (Ellen, 2005). Las excretas de las aves contienen ácido úrico el cual en presencia de la microbiota correspondiente puede convertirse en amoníaco; cuando este gas tiene altas concentraciones al interior de los galpones, las aves reducen su consumo de alimento, limitan la expresión genética en cuanto a su capacidad de crecimiento, afectan las vías respiratorias, incrementan la incidencia de aerosaculitis y queratoconjuntivitis (Beker et al., 2004), lo que automáticamente incrementa el riesgo de cualquier infección respiratoria.

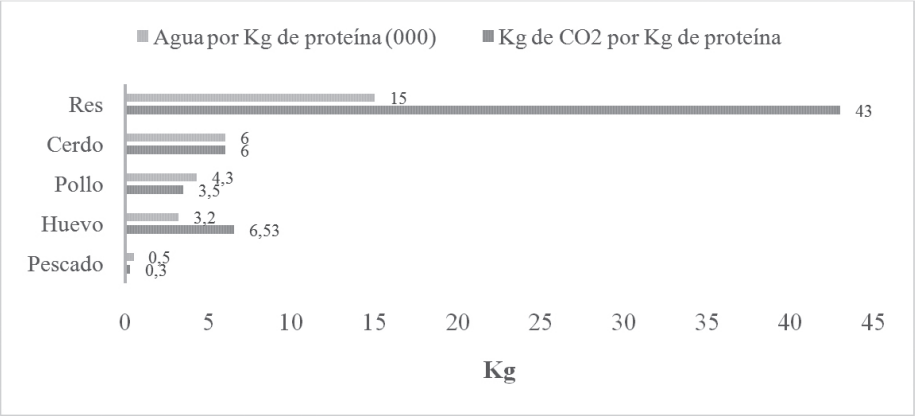

Figura 1 - Requerimiento de agua (m^3) y producción de CO_2 (kg) por cada kg de res, cerdo, pollo, huevo y pescado producido.

Fuente: Adaptado de Mekonnen & Hoekstra (2012) Bascuñán (2019).

Los niveles de amoníaco al interior de un galpón se ven influidos por los factores de alojamiento y manejo, como el tipo de instalación, la edad y densidad de las aves, las condiciones de la pollinaza y los esquemas de manejo zootécnico y la tasa de ventilación de la caseta. En este sentido, las emisiones de amoniaco son una preocupación ambiental

porque el amoníaco atmosférico puede alterar significativamente las tasas de oxidación en las nubes y generar la deposición de especies de partículas ácidas (lluvia ácida) (Wood & Van Heyst, 2016); además, el amoníaco es un componente del olor y puede ser un precursor de partículas finas secundarias. Por lo tanto, es de interés común determinar las fuentes de amoníaco y sus contribuciones relativas de acuerdo a cada actividad productiva (Kristensen &Wathes, 2000).

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos desarrolló un informe a partir de literatura europea para determinar las contribuciones agrícolas sobre las emisiones de amoníaco de los Estados Unidos, este documento indica que el 80.9% de las emisiones totales de amoníaco en este país provienen de la producción animal (ganado 43.4%, aves de corral 26.7%, cerdos 10.1% y ovejas 0.7%), sin embargo Xin et al. (2011)we have reviewed current knowledge about the environmental impacts of egg production systems and identified topics requiring further research. Currently, we know that 1 indican que cada vez existe más atención a investigar procedimientos que resulten ser más prácticos y aplicables con el fin de reducir las emisiones a la atmósfera de las instalaciones de producción animal.

Los materiales particulados (MP) en las instalaciones avícolas pueden originarse en las mismas aves (plumas y caspa de la piel), partículas de alimentación, el material de cama para sistema de piso y heces; en ese punto cuanto más pequeño es el tamaño, más dañinos pueden ser para los animales y los humanos porque pueden penetrar más profundamente en el sistema respiratorio (pulmones) (Wood & Van Heyst, 2016). Además de las fuentes de MP mencionadas anteriormente, otra es el proceso secundario de formación de partículas que tiene lugar cuando el amoníaco se combina con óxidos de nitrógeno o azufre (Shen et al., 2018). En los Estados Unidos, los límites de exposición promedio ponderado por tiempo diario de 8 h para humanos son 15 mg/m^3 para polvo total y 5 mg/m^3 para polvo respirable (United States Department

of Labor, 2002). Los niveles de MP al interior de los galpones están muy influenciados por la intensidad de actividad, alimentación, partículas contaminantes y las condiciones ambientales, considerando que mientras más aceleradas sean estas las actividades en granja se generará una mayor cantidad de polvo, especialmente cuando la humedad ambiental es baja (Wood & Van Heyst, 2016).

Las operaciones avícolas son una fuente de GEI, aportan el 9,68% de la producción total de GEI de la industria de proteína animal, valor que está muy por debajo en relación a los animales rumiantes productores de carne y leche que aportan el 35.3% y 30.11% respectivamente del total de GEI producidos en esta industria de proteína animal (Tabla 3) (Gerber et al., 2013).

La conversión de tierras para la producción de cultivos utilizados como materia prima para la elaboración de alimentos balanceados para animales es de gran interés ya que las tierras fértiles son un recurso escaso (Opio et al., 2013)the global demand for livestock products will continue to increase driven by growing populations, incomes and urbanization. As a consequence the sector needs to produce more but in a context of increasing natural resource scarcity and challenges posed by climate change. In 2010, the ruminant sector contributed about 29 percent to global meat production (equivalent to 81 million tonnes. El cambio directo en el uso del suelo (dLUC por sus siglas en inglés *direct land use change*) tiene impactos en el medio ambiente a través de las emisiones de GEI y los cambios en la biodiversidad y la calidad del suelo. De acuerdo a un estudio de LCA realizado en América del Sur, la producción de soya ha aumentado sustancialmente en los últimos años, y parte del aumento del área de producción se basa en dLUC, considerando que el potencial de calentamiento global (GWP por sus siglas en inglés *Global Warming Potential*) fue influenciado principalmente por la producción del alimento para cerdos y pollos de engorde (68% a 71% y 62% a 71%, respectivamente) (Kebreab et al., 2016).

Tabla 3 - Estimaciones globales de las emisiones de GEI por especies de la industria de proteína animal *

Especie	Millones de TM de CO_2	%
Vacuno de carne	2495	35,30%
Vacuno lechero	2128	30,11%
Cerdos	668	9,45%
Búfalos	618	8,74%
Pollos	612	8,66%
Pequeños rumiantes	474	6,71%
Ponedoras	72	1,02%

* Incluye las emisiones atribuidas a los productos comestibles y a otros bienes y servicios, como tracción animal y lana.

Fuente: Adaptado de Gerber et al. (2013).

En un estudio reciente en Irán (Kalhor et al., 2016)Iran. The environmental impact of broiler production at farm gate and chicken meat production at slaughterhouse gate per mass-based functional unit in summer and winter seasons were evaluated using life-cycle assessment (LCA colectaron datos de 40 productores de pollos de engorde y una planta de faenamiento durante la temporada de verano; aplicaron la técnica Evaluación del Ciclo de Vida (LCA por sus siglas en inglés *Life Cycle Assessment*), este evalúa los impactos ambientales mediante un método que registra todos los flujos de entrada (las materias primas, energía renovable y no renovable, entre otros) y las salidas (productos, coproductos y emisiones) de todo el sistema productivo desde la extracción de la materia prima hasta el procesamiento, fabricación, distribución y uso de los materiales (Caro, 2018).

De este trabajo de Kalhor et al. (2016) se evidenció que el potencial de calentamiento global, la acidificación y la eutrofización para la producción de 1 tonelada de carne envasada se estimaron en 2931.91 kg de CO_2-eq, 41.75 kg de SO_2-eq y 14.69 kg de PO_4-eq, en

verano y 5357.61 kg de CO_2-eq, 61.9 kg de SO_2-eq y 19.34 kg de PO_4-eq en invierno. Los resultados indicaron que la etapa de producción de pollos de engorde es la mayor fuente de impactos ambientales, debido a la fabricación y transporte del alimento, sumado a las emisiones en el campo de producción de carne de pollo. Las granjas de pollos de engorde, la planta de faenamiento y el transporte representan el 56%, 31% y 13% del consumo total de energía, respectivamente.

Estrategias nutricionales aplicadas a la mitigación ambiental en la industria avícola

En el mercado mundial de nutrición animal existen disponibles una serie de herramientas en forma de aditivos nutricionales y no nutricionales que han tenido sus efectos especialmente en pro de mejorar los parámetros zootécnicos de aves y como resultados secundarios se ha estado enfatizando el tema de mitigación del impacto ambiental; sin embargo, cualquier mejora en la salud o productividad animal, implica automáticamente un menor impacto ambiental, ya que estas optimizaciones se centran en índices productivos como conversión alimenticia, ganancia de peso, rendimiento a la canal e integridad intestinal, los cuales al mejorar se logra como consecuencia un mejor aprovechamiento de recursos y un efecto de dilución del impacto ambiental al estar produciendo una mayor cantidad de kilos de carne de pollo o de huevo para plato con la misma cantidad de recursos.

Partiendo de diferentes clasificaciones de los aditivos usados en nutrición animal, se mencionan 6 grupos generales que pueden servir como herramientas para la mitigación del impacto ambiental y a la vez sirven como mejoradores de los resultados zootécnicos de los animales (Tabla 4); sin embargo, en la presente revisión se profundizará específicamente sobre la proteína ideal y las fitasas como enzimas exógenas.

Tabla 4 - Aditivos usados en nutrición animal

Aminoácidos	Enzimas	Acidificantes	Aceites Esenciales	Probióticos y Prebióticos	Promotores de Crecimiento	Misceláneos
Lisina	Fitasa	SCFA [a]	Thymol	Bacterias vivas	Antibióticos	Vitaminas
Metionina	Xilansa	MCFA [b]	Carvacrol	Levaduras vivas	Ionóforos	
Treonina	Glucanasa		Capsicum	MOS/FOS		Minerales orgánicos
Valina	Amilasa	Ácidos orgánicos	Allium	β-glucanos		Xantófilas
Argninina	Proteasa		Garlic	Celulosa		Saborizantes
Triptófano	Celulasa	Ácidos inorgánicos				Anticoccidiales
	Mananasa					AAM [c]
	Galactosidasa					Emulsificantes
						Betaína

[a] Small chain fatty acids (Ácidos grasos de cadena corta).

[b] Medium chain fatty acids (Ácidos grasos de cadena media).

[c] Aditivos antimicotoxinas.

Aminoácidos

Al hablar de aminoácidos cristalinos, se debe conceptualizar la proteína ideal (PI), la cual puede ser definida como el balance exacto del requerimiento de aminoácidos, sin deficiencias ni excedentes, para satisfacer las exigencias de mantenimiento y ganancia máxima de proteína corporal; su aplicación tiene dos ventajas, 1) reducción en el uso de aminoácidos como fuente de energía a nivel metabólico, y 2) menor excreción de nitrógeno (N) al medio ambiente (Emmert & Baker, 1997; Shimada, 2015), sin dejar de lado que en la práctica el uso de aminoácidos sintéticos permite cumplir este concepto, como también optimizar los costos de la dieta y conseguir niveles de proteína cruda (PC) mucho más bajos.

Entonces, cualquier excedente de PC en la dieta, por ejemplo, cuando se usan niveles altos para igualar los requerimientos de aminoácidos esenciales, todos esos aminoácidos que forman esa PC en exceso deberán catabolizarse y excretarse en forma de ácido úrico, incrementando la cantidad de N excretado al medio ambiente (Gómez et al., 2011). Mientras que, al aplicar el principio de PI, se pueden reducir las pérdidas de N en un 30 a 40% (Borgues Ferreira, 2012) debido a que la dieta tendría un menor tenor proteico y por tanto el excedente de aminoácidos que no se catabolizarán será menor, generando también un ahorro en la energía neta.

De la mano con el uso de PI y los aminoácidos cristalinos, se enfatiza el uso de alimentación por fases o programas “multifase”, con la finalidad de hacer esos periodos de sobre y subnutrición más cortos. Esta estrategia también ha sido utilizada para reducir la excreción de N (Nahm, 2007a)phase feeding, and the minimization of feed and water waste can contribute to additional minor reductions in these emissions. Reductions in environmental pollution can be achieved through improved diet formulation based on available nutrients in the ingredients, reducing crude protein (CP. Emmert y Baker (1997) sugirieron que la alimentación

por fases permite ajustar la contribución de los aminoácidos a los pollos sin dañar la productividad, reduciendo al mismo tiempo los costos de producción y la excreción de N. Los sistemas de producción actuales tienden a usar 4 fases: preinicial inicial, crecimiento, y finalización (Cobb-Vantress, 2018), aunque dependiendo del peso meta puede haber una 5ª fase (Aviagen, 2017), sin embargo en cualquier escenario la duración de cada fase es variable. Igualmente, la crianza por sexos separados de pollos de engorde también podría considerarse como una estrategia para reducir la excreción de N, ya que el sexo afecta la deposición tejido magro y los requerimientos de aminoácidos (Samadi & Liebert, 2006).

Un estudio reciente realizado en Nigeria en el tema del uso de dietas bajas en PC en pollos de engorda (Dairo et al., 2017), aplicó 2 fases de alimentación con 6 dietas cada una con diferentes tenores de PC (Tabla 5) y suplementación de aminoácidos cristalinos (DL Metionina, L Lisina, L Treonina y L Triptófano) para aquellas dietas bajas en PC. El peso vivo promedio de 2490.3 ± 25.2 g obtenido para las aves en la dieta 3 fue el más alto pero similar ($P > 0.05$) a los valores las dietas 4, 2 y 1, respectivamente. El peso promedio al sacrificio de 2425.0 ± 19.4 g y el peso en canal de 1798.3 ± 21.8 g también fueron los valores más altos para las aves de la dieta 3, lo que es indicativo que en líneas genéticas actuales es más importante el perfil de PI sin descuidar los niveles mínimos de PC como fuente de aminoácidos esenciales, que no existen disponibles en forma cristalina, y no esenciales.

Tabla 5 - Niveles de PC y harina de pescado usadas en las dietas experimentales

Dietas	1	2	3	4	5	6
Dieta inicial (0-28 días)						
Proteína cruda, %	23	23	20	17	14	11
Hrna. de pescado, %	3	0	0	0	0	0
Dieta final (29-57 días)						
Proteína cruda, %	20	20	17	14	11	8
Hrna. de pescado, %	2	0	0	0	0	0

Fuente: Adaptado de Dairo et al. (2017).

En otro estudio (Hernández et al., 2012) en el que redujeron los niveles de PC de la dieta en un 1,5 o 3%, se observó una reducción en la excreción de N al medio ambiente en 9,5% y 17% en los pollos machos y en 11,8% y 14,6% en hembras, respectivamente. En el caso de las hembras, cuando se redujo el nivel de PC en un 3% durante las 4 fases de cría estudiadas no afectó rendimiento productivo, pero disminuyó el consumo de agua y la excreción de N al medio ambiente; sin embargo, en el caso de los machos, aunque el consumo de agua y la excreción de N se redujeron, la productividad se vio ligeramente afectada por las reducciones en los niveles de PC en la dieta (Tabla 6), en conclusión, la crianza por sexos separados podría usarse para reducir el impacto ambiental de las granjas de pollos de engorde, teniendo en cuenta un ajuste en el perfil proteico para la dieta de los machos.

Al igual que en pollos de engorde, investigaciones en gallinas ponedoras han planteado la disminución del contenido de PC en la dieta aplicando el concepto de PI (Ji et al., 2014). Los resultados indican que la dieta reducida en PC disminuye significativamente la excreción de N (reducción de PC del 18% al 16%) sin afectar el peso corporal, ni el rendimiento productivo (de 21 a 34 semanas de edad). Por otro lado, también se ha reportado una disminución correspondiente de la emisión de N en las heces cuando la ingesta diaria de PC disminuyó en 2 g por

gallina/día, mientras que la excreción de N a través de los huevos no se ve afectada (Latshaw & Zhao, 2011)diet management has been recognized as a means to reduce ammonia emissions from poultry operations. The objectives of the present research were 1. Sin embargo, se debe considerar que la disminución de la contaminación mediante el control de la ingesta de nutrientes requiere mucho más que una simple reducción de la concentración en la dieta, pues los ajustes deben ser integrales.

Al evaluar los efectos de dietas con menores niveles de proteína sobre producción de huevo, masa de huevo, retención de cenizas y nitrógeno en huevos, no se observan diferencias cuando las gallinas consumen 2 a 4 g menos de PC; pero al evaluar estas variables se ve un efecto significativo ($P<0.01$) en todos los criterios mostrados en la Tabla 7 en medida que las aves avanzan en edad.

Enzimas

Las enzimas son catalizadores biológicos de naturaleza orgánica y de estructura proteica tridimensional con funciones muy específicas (McDonald et al., 2011) y que son capaces de provocar una alteración química. Las enzimas ligan sustratos y catalizan reacciones mediante interacciones geométrica y físicamente complementarias. Varían en especificidad: algunas son altamente específicas de sustrato, mientras que otras se pueden ligar a una amplia gama de sustratos y catalizar muchos tipos de reacciones. Las reacciones enzimáticas están hechas de procesos de oxidorreducción y de procesos de transferencia de grupos (Ruiz, 2011).

Todos los animales utilizan enzimas para la digestión de los alimentos que consumen; éstas pueden ser endógenas (producción propia del animal) o producidas por microorganismos presentes de forma normal en el intestino, sin embargo, el aprovechamiento de nutrientes en el proceso digestivo no es 100% eficiente (McDonald et al., 2011), debido a diferentes factores tales como la ausencia de la enzima en intestino o la presencia de factores antinutricionales en el alimento (Barletta, 2010).

Tabla 6 - Efecto del nivel de proteína y el sexo sobre la productividad, consumo de agua, humedad de las excretas y nitrógeno excretado[1]

Variable	Machos				Hembras				P- value		
	C	M	L	SE[M]2	C	M	L	SEM[2]	Dieta	Sexo	Dieta x Sexo
					Experimento completo (1–48 días; n=4)						
Peso vivo, g	3,528a	3,423ab	3,329b	32.5	2,879	2,848	2,825	17.9	0.011	<0.001	0.171
Consumo de alimento, g/ave	5,748	5,917	5,828	51.6	5,217	5,129	5,178	42.1	0.893	<0.001	0.338
Conversión alimenticia, g/g	1.62b	1.72a	1.75a	0.01	1.81	1.80	1.83	0.01	0.001	<0.001	0.006
Consumo de agua, L/ave	15.45a	14.72b	14.43b	0.13	14.15a	13.80ab	13.14b	0.12	<0.001	<0.001	0.466
					Fase preinicial (1–7 días; n=3)						
Humedad de las excretas, %	73.8	72.6	70.6	1.00	70.2	72.8	71.2	0.46	0.431	0.408	0.252
N en excretas, % [3,4]	5.89a	5.78a	5.19b	0.03	5.83a	5.74ab	5.29b	0.06	<0.001	0.940	0.612
N excretado, g/kg de dieta	15.6	15.0	14.0	0.38	15.9	14.7	13.5	0.37	0.030	0.839	0.829

Fase inicial (8-21 días; n=3)											
Humedad de las excretas, %	83.5a	81.5b	82.8ab	0.22	82.4	81.9	81.6	0.26	0.034	0.079	0.171
N en excretas, % [3,4]	6.15a	5.59b	5.51b	0.02	6.36a	5.97b	5.60b	0.05	<0.001	0.002	0.180
N excretado, g/kg de dieta [3,4]	17.1a	15.7ab	14.0b	0.38	18.3a	16.7b	14.9b	0.18	<0.001	0.036	0.957
Fase crecimiento (22-35 días; n=3)											
Humedad de las excretas, % 3	83.9a	80.3b	80.1b	0.23	83.0	83.3	82.1	0.27	0.001	0.003	0.003
N en excretas, % [3,4]	6.31a	5.34b	4.90b	0.11	6.58a	5.84b	5.27b	0.07	<0.001	0.019	0.791
N excretado, g/kg de dieta	18.4	18.3	17.2	0.31	19.9	18.5	17.8	0.28	0.024	0.095	0.524

Fase final (36-48 días; n=3)											
Humedad de las excretas, % [3]	85.1a	82.6ab	80.6b	0.42	82.5	82.6	79.8	0.56	0.004	0.148	0.364
N en excretas, % [3,4]	6.54a	5.17b	5.64ab	0.12	7.45a	6.02ab	5.45b	0.20	<0.001	0.050	0.149
N excretado, g/kg de dieta [3,4]	19.5a	15.4b	15.9b	0.27	21.9a	18.5ab	17.6b	0.35	<0.001	<0.001	0.438

Fuente: Hernández et al. (2012).

ab Medias con diferentes literales en la misma fila indican diferencia significativa (P<0.05).

[1] Tratamiento control (C) con niveles de proteína de 24.5, 23.0, 21.5, y 20.5% en las etapas preinicial inicial crecimiento y finalizador, respectivamente. Nivel medio de proteína (M) y bajo (L) con 1.5 and 3% menos proteía para cada fase.

[2] Error estándar de la media.

[3] Efecto lineal de la dieta sobre las variables en machos (P<0.05).

[4] Efecto lineal de la dieta sobre las variables en hembras (P<0.05).

Tabla 7 - Producción de huevos y retención diaria de cenizas y nitrógeno en huevos

Consumo de Proteína, g/ave/día	Periodo 1	Postura, % [2]	Masa huevo, g/ave/día [2]	Cenizas, g/ave/día [2]	Nitrógeno, g/ave/día [2]
13		88.4	52.1	4.93	1.01
15		89.6	52.4	4.95	1.02
17		91.1	52.8	4.99	1.02
EE		1.02	0.77	0.07	0.01
P-value		0.19	0.83	0.83	0.84
	1	95.8	52.8	4.99	1.07
	2	88.5	50.2	4.75	0.99
	3	91.5	52.3	4.94	1.04
	4	91.1	53.8	5.09	1.04
	5	86.4	50.7	4.79	0.95
	6	87.5	53.8	5.09	1.01
	7	87.1	53.2	5.03	1.00
	EE	0.99	0.66	0.061	0.012
	P-value	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

Fuente: latshaw & Zhao (2011)diet management has been recognized as a means to reduce ammonia emissions from poultry operations. The objectives of the present research were 1.

[1] Cada periodo es de 28 días, iniciando a las 29 semanas de edad de las gallinas.

[2] 210 observaciones en el experimento, 10 unidades experimentales para cada tratamiento, datos colectados durante 7 periodos.

Clasificación de las enzimas

Las enzimas se clasifican de acuerdo al sustrato sobre el que actúan; para el caso de la nutrición animal existe enzimas disponibles para fibra, proteínas, almidón y fitato (Barletta, 2010). Desde este punto de vista, existen disponibles en el mercado las enzimas exógenas especificadas en la Tabla 8 (Ravindran, 2013).

Fitasas y aplicaciones

En la actualidad, las fitasas corresponden a los aditivos nutricionales más prometedores desde la perspectiva medio ambiental (Cheng et al., 2020)egg quality and phosphate-calcium metabolism in Hy-Line Brown laying hens fed phytase. Layers (n = 504, 29 weeks old, ya que actúan sobre el fitato o ácido fítico que es un factor antinutricional para todos los monogástricos. El ácido fítico (AF) llamado también fitato o fitina (*myo*-inositol hexafosfato o IP_6) (Selle & Ravindran, 2007) es un organofosforado compuesto por un anillo *myo*-inositol de 6 carbonos; cada carbono se encuentra unido a un grupo fosfato (Cooper & Hausman, 2007; Reddy et al., 1982). El AF es un mecanismo de almacenamiento mineral en forma de quelatos en semillas de cereales, leguminosas y oleaginosas; de estos minerales, resalta el fósforo (P), ya que alrededor del 50 al 85% del mismo es indisponible para monogástricos porque se encuentra secuestrado en forma de AF (Reddy et al., 1982), por lo que el fitato es considerado un factor antinutricional. Además, el AF afecta negativamente la digestibilidad de otros nutrientes, como aminoácidos (Bye et al., 2013) y carbohidratos (Tompson, 1986), reduciendo el desempeño productivo de las aves (Linares et al., 2007; Walk et al., 2013).

La fitasa (*myo*-inositol hexafosfato fosfohidrolasa) es una enzima cuya actividad fue identificada hace más de un siglo, sin embargo su comercialización comenzó en 1962 en Estados Unidos y su disponibilidad total inició en 1991 (Selle & Ravindran, 2007)the inclusion of microbial phytase in poultry diets has increased remarkably, mainly in response to heightened concerns over phosphorus (P. Esta enzima cataliza la escisión de fosfato, paso a paso, comenzando por el AF o IP_6 a ésteres menores de inositol fosfato ($IP_5 – IP_1$) quedando como producto principal el fosforo inorgánico (Pi) (Lei & Porres, 2003; Selle & Ravindran, 2007). La actividad fitásica afecta positivamente la solubilidad del AF y sus diferentes ésteres, incrementando la digestibilidad de nutrientes, principalmente del P (Leslie et al., 2007); además, algunos de éstos

ésteres de inositol fosfato son considerados mensajeros importantes al interior de la célula (Greiner et al., 2001).

Tabla 8 - Clasificación general de las enzimas exógenas disponibles en el mercado, sustratos objetivos, funciones y beneficios generales

Tipo	Enzima	Sustrato	MP[1]	Función	Beneficio
Carbohidrasas	Amilasa	Almidón	Cereales y leguminosas en grano	Hidrólisis de almidón	Suplemento para edades tempranas
	β-glucanasas: β(1-4) glucanasa	B-glucanos	Cebada, avena, centeno	Reducción de viscosidad de la dieta	Mejora la digestibilidad de las dietas
	Xilanasas	Arabinoxilanos	Trigo, centeno, triticale, cebada		
	α-Galactosidasa	Oligosacáridos	Soya, leguminosas		
	Mananasa	Manano-oligosacáridos (Pared celular)	Origen vegetal		
	Celulasas	Celulosa, Hemicelulosa (Pared celular)			
	Hemicelulasa	Hemicelulosa (Pared celular)			
	Pectinasa	Pectinas (Pared celular)			
Proteasas	Proteasas	Proteínas	Proteicos vegetales	Hidrólisis de proteína	Aumento de la digestibilidad de la proteína
Otras	Fitasas	Ésteres de ácido fítico	Origen vegetal	Hidrólisis de fitato	Mejora la absorción de fósforo y otros minerales
	Lipasa	Grasas, ésteres	Lípidos de ingredientes	Hidrólisis de grasas	Suplemento para edades juveniles

Fuente: Ravindran (2013).

[1]Materias primas.

En la actualidad, la fitasas son las enzimas exógenas más utilizadas en dietas para monogástricos, situación que evidencia la importancia del AF como un factor antinutricional (Selle et al., 2015), junto con la enorme cantidad de investigaciones y publicaciones científicas sobre el tema (Cowieson et al., 2013); por lo que esta enzima domina el mercado actual de aditivos zootécnicos (Rosen et al., 2010). Por otro lado, las fitasas son una herramienta importante en la reducción de los costos de producción, ya que el P corresponde al tercer componente más costoso en las dietas para monogástricos luego de la energía y proteína (Boling et al., 2000)eight treatments consisted of corn-soybean meal diets (0.34% total P, 3.8% Ca, 17% CP, 2,758 kcal ME/kg; además, las fitasas constituyen una estrategia de mitigación del impacto ambiental al reducir la excreción de P al medio ambiente (Figura 2; Nahm, 2007b; Sanmiguel, 2011) y además mejoran la productividad tanto en pollos de engorde (Tabla 9) como en gallinas ponedoras (Tabla 10) por efecto de contrarrestar al AF (Acosta & Cárdenas, 2006; Choct, 2006; André et al., 2011; Sanmiguel, 2011; Bye et al., 2013)the feed enzyme industry came into existence and it has gone through several phases of development. The first phase was the use of enzymes to enhance nutrient digestibility, focusing primarily on removing the anti-nutritive effects of non-starch polysaccharides (NSP, por tanto aumentan la retención de minerales como calcio (Ca) y P en cenizas (Tabla 9) ya que mejoran significativamente la utilización de P fítico, e incluso mejoran la digestibilidad de otros nutrientes y energía (Abbasi et al., 2019).

En el caso de gallinas ponedoras, éstas apenas digieren el 66% del P fítico de la dieta cuando se completa la dosis de fitasa equivalente a 500 FTU/kg; sin embargo, cuando no se usan fitasas apenas pueden digerir el 8% del fitofósforo dietético (Van Der Klis et al., 1997). Si bien es cierto, las fitasas son ampliamente usadas en la industria avícola, pero el nivel adecuado de Pi que debe contener una dieta de ponedoras aún no está del todo claro (Cheng et al., 2020)egg quality and phosphate-calcium

metabolism in Hy-Line Brown laying hens fed phytase. Layers (n = 504, 29 weeks old; en un metaanálisis, el requisito de P no fítico de las gallinas para un rendimiento de postura óptimo se calculó en un 0,14% a una cantidad de fitasa de 400 FTU/kg (Ahmadi & Rodehutscord, 2012), éstos autores además sugieren que la suplementación de Pi no mejora la producción de huevos cuando las gallinas se alimentan con una dieta a base de maíz y soya con el 0,12% de P no fítico y fitasa a dosis de 2000 FTU/kg, que es lo que generalmente se usa en China, es decir que esta reducida cantidad de Pi en la dieta sería una estrategia nutricionalmente razonable, rentable y ecológica para la formulación de alimentos para ponedoras.

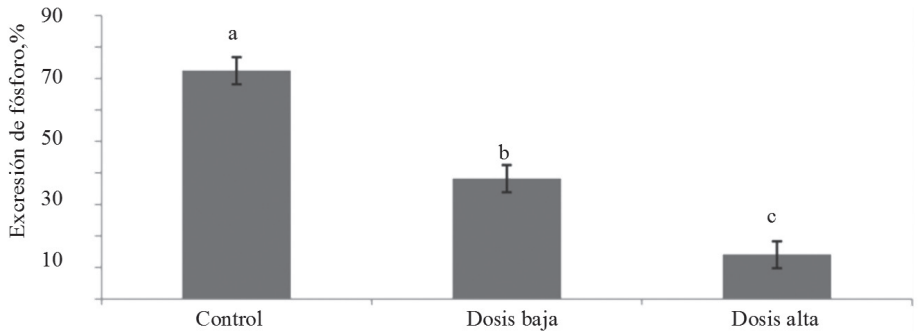

Figura 2 - Efecto de la suplementación de fitasa a dos diferentes dosis sobre la excreción de P.

abc Valores con diferentes literales en la misma fila indican diferencia significativa ($P < 0.05$).

Valores promedios de 6 repeticiones por tratamiento.

Control: requerimiento completo de fósforo usando fosfato dicálcico.

Dosis baja: dieta deficiente en P adicionada 0.01% de fitasa (500 FTU/kg) y sin fosfato dicálcico.

Dosis alta: dieta deficiente en P adicionada 0.02% de fitasa (1000 FTU/kg) y sin fosfato dicálcico.

El uso de fitasas mejora los parámetros productivos en gallinas ponedoras (Van Der Klis et al., 1997; Boling et al., 2000; Zyla et al., 2013), aumenta el peso del huevo (Habibollahi et al., 2019) e incluso en dietas restringidas en Pi mantiene los parámetros productivos cuando se adiciona fitasa a la dosis de 2000 FTU/kg (Tabla 10), concluyendo que la suplementación de fosfato monodicálcico como fuente de Pi no tuvo ningún efecto sobre el rendimiento de postura ni calidad del huevo en gallinas Hy-Line Brown (de 29 a 40 semanas de edad) alimentadas con una dieta a base de maíz y pasta de soya que contenía 0,12% de P no fítico, 3,8% de Ca y 2000 FTU/kg de fitasa; estos resultados sugieren que el nivel actual de P no fítico de la industria es más alto que el requerimiento real y deberá modificarse para alcanzar los objetivos económicos y ambientales (Cheng et al., 2020).

Superdosis de fitasa

En los mamíferos, además del CO_2, el bifosfoglicerato (BGP) regula el suministro adecuado del O_2 en las células, favoreciendo la disociación de la hemoglobina con el O_2, reduciendo la afinidad y liberación de este gas a los tejidos del organismo, es decir que el BGP reduce la compatibilidad del O_2 con la hemoglobina. Mientras que, en aves y reptiles, el trabajo del BGP es realizado por los ésteres inositol pentafosfato (IP_5) e inositol hexafosfato (IP_6) (Cooper & Hausman, 2007), por lo tanto los ésteres IP_5 e IP_6 podrían reducir la compatibilidad del O_2 con la hemoglobina.

El concepto de superdosis corresponde a aplicar 1500 FTU/kg o más de fitasa en una dieta, ya sea con un valor parcial o nulo en la matriz nutricional de la enzima (Cowieson et al., 2013). Una manera práctica de utilizar este concepto es la aplicación de 750 FTU/kg con matriz nutricional de la enzima más 750 FTU/kg *on top* (Dos Santos & Bedford, 2012). De acuerdo a Cowieson et al. (2013), el primer reporte de superdosis de fitasa fue realizado por Nelson et al. (1971), quien al aplicar 950 FTU/kg de alimento observó una reducción del 38,9% del

fitato-P y con 7600 FTU/kg esta reducción fue del 94,4% en comparación al control.

Tabla 9 - Efecto de la suplementación de fitasa a dos diferentes dosis sobre la productividad de pollos y contenido de calcio y fósforo en tibias al día 35[1]

Ítem	Control	Dosis baja	Dosis alta	SEM	P-value
Ganancia diaria de peso, g/día	53,24b	54,22a	54,06a	0,035	0,01
Consumo diario promedio, g/día	84,84b	86,43a	81,97c	0,135	0,01
Índice de conversión, g/g	1,59a	1,59a	1,52b	0,003	0,01
Calcio en tibias, %	7,23b	10,44a	8,17ab	0,58	0,01
Fósforo en tibias, %	3,55c	4,91a	4,39b	0,06	0,001

Fuente: srikanthithasan et al. (2020).

ab Medias con diferentes literales en la misma fila indican diferencia significativa (P<0.05).

[1] Valores promedios de 6 repeticiones por tratamiento.

[2] Error estándar de la media.

Control: requerimiento completo de fósforo usando fosfato dicálcico.

Dosis baja: dieta deficiente en P adicionada 0.01% de fitasa (500 FTU/kg) y sin fosfato dicálcico.

Dosis alta: dieta deficiente en P adicionada 0.02% de fitasa (1000 FTU/kg) y sin fosfato dicálcico.

La utilización de superdosis de fitasa, evidentemente, va a determinar que las concentraciones exógenas de ésteres del AF sean menores, especialmente IP_6 e IP_5 (Cowieson et al., 2011)appropriate modification to dietary sodium (and other electrolyte, lo que sugiere una mayor afinidad de la hemoglobina con el O_2 y en consecuencia una menor incidencia de síndrome ascítico en altitudes elevadas (Jaramillo Ordoñez & Rodríguez Bravo, 2019), lo que se ha comprobado con una mejor saturación de oxígeno en pollos sometidos a superdosis (Romero Orellana & Tapia Villacrés, 2019).

Desde el punto de vista medio ambiental, la superdosis de fitasa en pollos de engorde y gallinas ponedoras con fitasa exógena a 1.039 FTU/

kg de dieta y 371 FTU/kg de dieta aumenta la retención de P en 8,60% y 5,02%; ciertos factores afectaron significativamente la eficacia de la fitasa en la retención de P, explicando el 15,6 y el 65,9% de la heterogeneidad en pollos y ponedoras, respectivamente. La dosis de inclusión de fitasa y la relación Ca: P total afectan positivamente la retención de P inducida por la fitasa en pollos; en las ponedoras, el Ca en la dieta tiene una influencia positiva, mientras que la edad tiene un efecto negativo (Bougouin et al., 2014).

Tabla 10 - Efecto de los niveles de nPP en la dieta sobre el rendimiento de la puesta y la calidad del huevo de las gallinas ponedoras Hy-Line Brown (29 a 40 semanas de edad) alimentadas con una dieta que contiene fitasa [1,2,3]

Variables	Fósforo no fítico en la dieta, %							SEM	P-value
	0,12	0,17	0,22	0,27	0,32	0,37	0,42		
Performance productivo									
Postura, %	94,80	94,40	97,20	97,20	97,60	93,40	92,40	0,01	0,16
Peso de huevo, g	58,70	59,50	59,70	59,20	59,00	58,80	59,30	0,15	0,56
Masa huego, g/ave/día	55,70	56,20	57,80	57,50	57,30	55,20	54,70	0,37	0,12
Consumo diario, g/ave/día	120,10	121,90	123,10	121,90	122,90	123,20	123,00	0,36	0,27
Índice de conversion g/g	2,04	2,05	2,07	2,06	2,08	2,09	2,07	0,01	0,72
Calidad de huevo									
Índice de forma de huevo	1,31	1,29	1,28	1,30	1,30	1,28	1,31	0,00	0,51
Dureza del cascarón, kg/cm	4,50	4,70	4,60	4,20	4,50	4,50	4,80	0,08	0,63
Grosor del cascarón, µm	408,30	385,00	390,00	403,30	405,00	405,00	398,30	3,40	0,49
Altura de albumen, mm	6,30	7,70	8,00	6,80	7,40	7,30	7,60	0,16	0,07
Score del color de yema	9,70	9,50	9,20	9,20	9,40	9,40	9,00	0,09	0,44
Unidades Haugh	75,60	86,80	88,80	81,50	84,80	82,70	86,50	1,17	0,07

Fuente: Cheng et al. (2020)egg quality and phosphate-calcium metabolism in Hy-Line Brown laying hens fed phytase. Layers (n = 504, 29 weeks old.

[1] Los datos se presentan como medias de mínimos cuadrados; error estándar de la media (SEM). La fitasa se usó con una dieta de 2000 FTU/kg.

[2] Todos los datos fueron sometidos a análisis de regresión lineal y cuadrática, pero no se registró significancia (P>0.05).

[3] La unidad estadística fue cada repetición (n = 6) para parámetros productivos, y para calidad de huevo se tomaron 2 huevos por unidad experimental (n = 12).

Conclusiones

La proteína animal para consumo humano tiene un impacto ambiental como las emisiones de GEI, la calidad del agua, la acidificación de los océanos y el consumo de combustibles fósiles, al mismo tiempo la demanda de alimentos de origen animal aumentó sustancialmente, causando aún más presión ambiental; sin descuidar que la productividad debe incrementarse para alimentar a la población cada vez mayor de una manera saludable y más amigable con el planeta.

Las exigencias del consumidor, la contaminación ambiental y la escasez de recursos alimenticios son las principales preocupaciones, aunque las estrategias nutricionales por sí solas no pueden resolver estos problemas, el desarrollo del conocimiento de la nutrición avícola y la biotecnología moderna proporcionan muchas medidas y estrategias para lograr el desarrollo sostenible económico y ambiental de la industria avícola global.

Las empresas de mejoramiento genético en conjunto con los fabricantes de enzimas deben desarrollar modelos matemáticos más precisos que permitan ajustar los requerimientos de proteína cruda y P para minimizar al máximo la contaminación medioambiental generado por estos nutrientes.

Literatura citada

ABBASI, F.; FAKHUR-UN-NISA, T.; LIU, J.; LUO, X.; ABBASI, I.H.R. Low digestibility of phytate phosphorus, their impacts on the environment, and phytase opportunity in the poultry industry. *Environmental Science and Pollution Research*, v.26, n.10, p.9469-9479, 2019. https://doi.org/10.1007/s11356-018-4000-0.

ACOSTA, A.; CÁRDENAS, M. Enzimas en la alimentación de las aves. Fitasas. (Spanish). *Revista Cubana de Ciencia Agricola*, v.40, n.4, p.377-387, 2006.

AHMADI, H.; RODEHUTSCORD, M. A meta-analysis of responses to dietary nonphytate phosphorus and phytase in laying hens. *Poultry Science*, v.91, n.8, p.2072-2078, 2012. DOI 10.3382/ps.2012-02193. Available at: http://dx.doi.org/10.3382/ps.2012-02193.

ANDRÉ, M.; BALDOQUÍN, M.G.; ACUÑA, S.T. Formal model for assigning human resources to teams in software projects. *Information and Software Technology*, v.53, n.3, p.259-275, 2011. https://doi.org/10.1016/j.infsof.2010.11.011.

AVIAGEN. *Nutrition specifications Ross 308 AP*. [*s.l.*:*s.n.*], 2017. Available at: www.aviagen.com.

BALLESTER, F.; DÍAZ, J.; MORENO, J.M. Climatic change and public health: Scenarios after the coming into force of the Kyoto Protocol. *Gaceta Sanitaria*, v.20, n. Suppl. 1, p.160-174, 2006. DOI 10.1157/13086040. Available at: http://dx.doi.org/10.1157/13086040.

BARLETTA, A. *Enzymes in farm animal nutrition, 2nd edition*. Primera, [*s.l.*: *s.n.*], 2010.

BASCUÑÁN, Ma. Avícola Coliumo apuesta por la verificación de CO2. 2019. *AENOR La revista de la evaluación de la conformidad*. Available at: https://revista.aenor.com/349/avicola-coliumo-apuesta-por-la-verificacion-de-co2.html#:~:text=Según datos de la Organización,kg de proteína de huevos. Accessed on: 21 Jul. 2020.

BEKER, A.; VANHOOSER, S.L.; SWARTZLANDER, J.H.; TEETER, R.G. Atmospheric ammonia concentration effects on broiler growth and performance. *Journal of Applied Poultry Research*, v.13, n.1, p.5-9, 2004. DOI 10.1093/japr/13.1.5. Available at: http://dx.doi.org/10.1093/japr/13.1.5.

BOLING, S.D.; DOUGLAS, M.W.; JOHNSON, M.L.; WANG, X.; PARSONS, C.M.; KOELKEBECK, K.W.; ZIMMERMAN, R.A. The effects of dietary available phosphorus levels and phytase on performance of young and older laying hens. *Poultry science*, v.79, n.2, p.224-230, 2000. Available at: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10735751.

BOLING, S.D.; DOUGLAS, M.W.; SHIRLEY, R.B.; PARSONS, C.M.; KOELKEBECK, K.W. The effects of various dietary levels of phytase and available phosphorus on performance of laying hens. *Poultry science*, v.79, n.4, p.535-538, 2000.

BORGUES FERREIRA, C. *Redução da proteína bruta da ração de frangos de corte tipo caipira*. 2012. 1-7 f. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, 2012.

BOUGOUIN, A.; APPUHAMY, J.A.D.R.N.; KEBREAB, E.; DIJKSTRA, J.; KWAKKEL, R.P.; FRANCE, J. Effects of phytase supplementation on phosphorus retention in broilers and layers: A meta-analysis. *Poultry Science*, v.93, n.8, p.1981-1992, 2014. DOI 10.3382/ps.2013-03820. Available at: http://dx.doi.org/10.3382/ps.2013-03820.

BYE, J.W.; COWIESON, N.P.; COWIESON, A.J.; SELLE, P.H.; FALCONER, R.J. Dual effects of sodium phytate on the structural stability and solubility of proteins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.61, n.2, p.290-295, 2013. https://doi.org/10.1021/jf303926v.

CARO, D. *Carbon footprint*. 2nd ed. [*S. l.*]: Elsevier Inc., 2018. DOI 10.1016/B978-0-12-409548-9.10752-3. Available at: http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.10752-3.

CHENG, X.; YAN, J.K.; SUN, W.Q.; CHEN, Z.Y.; WU, S.R.; REN, Z.Z.; YANG, X.J. Effect of inorganic phosphate supplementation on egg production in Hy-Line Brown layers fed 2000 FTU/kg phytase. *Animal*, p.1-7, 2020. https://doi.org/10.1017/S1751731120001597.

CHOCT, M. Enzymes for the feed industry: past, present and future. *World's Poultry Science Journal*, v.62, n.1, p.5-15, 2006. DOI 10.1079/WPS200480. Available at: http://journals.cambridge.org/abstract_S0043933906000018.

COBB-VANTRESS. *Broiler performance & nutrition supplement Cobb500*. [*s.l.*: *s.n.*], 2018. Available at: http://www.cobb-vantress.com/docs/default-source/cobb-500-guides/cobb500-broiler-performance-nutrition-supplement-(english).pdf.

COOPER, G; HAUSMAN, R. Enzyme specificity and regulation. *The Cell: A Molecular Approach.* Whashington, DC: ASM Press, 2007. p.460–499.

COWIESON, A.; MASEY-O´NEILL, H.; BEDFORD, M. Enzymes Beyond Phytase in Poultry Nutrition. *Poultry Research Foundation*, n.2009, p.1-11, 2013. Available at: http://medcontent.metapress.com/index/A65RM03P4874243N.pdf.

COWIESON, A.J.; WILCOCK, P.; BEDFORD, M.R. Super-dosing effects of phytase in poultry and other monogastrics. *World's Poultry Science Journal*, v.67, n.2,p.225-236, 2011. DOI 10.1017/S0043933911000250. Available at: http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0043933911000250.

COWIESON, A.J.; PTAK, A.; MACKOWIAK, P.; SASSEK, M.; PRUSZYNSKA-OSZMALEK, E.; ZYLA, K.; SWIATKIEWICZ, S.; KACZMAREK, S.; JÓZEFIAK, D. The effect of microbial phytase and myo-inositol on performance and blood biochemistry of broiler chickens fed wheat/corn-based diets. *Poultry science*, v.92, n.8, p.2124-34, 2013. DOI 10.3382/ps.2013-03140. Available at: http://ps.oxfordjournals.org/content/92/8/2124.full.

DAIRO, F.; FAJEMILEHIN, S.; ADEGUN, M.; ADELABU, D.; BALOGUN, A. Carcass, organs and economic evaluation of broiler birds fed low-protein diets supplemented with the most limiting essential amino acids in ideal protein concept. *Journal of Experimental Agriculture International*, v.18, n.3, p.1-10, 2017. https://doi.org/10.9734/jeai/2017/36325.

DOS SANTOS, T.T.; BEDFORD, M. Ingredient phytate content and variability, including susceptibility to phytase degradation. *2nd International Phytase Summit*. 12th December 2012, Rome, Italy, 2012.

ELLEN, H.H. Emissions, regulations and impact in the European Union and the Netherlands. *Journal of Applied Poultry Research*, v.14, n.3, p.651-655, 2005. DOI 10.1093/japr/14.3.651. Available at: http://dx.doi.org/10.1093/japr/14.3.651.

EMMERT, J.L.; BAKER, D.H. Use of the ideal protein concept for precision formulation of amino acid levels in broiler diets. *Journal of Applied Poultry Research*, v.6, n.4, p.462-470, 1997. https://doi.org/10.1093/japr/6.4.462.

GERBER, P.J.; STEINFELD, H.; HENDERSON, B.; MOTTET, A.; OPIO, C.; DIJKMAN, J.; FALCUCCI, A.; TEMPIO, G. *Tackling climate change through livestock: a global assessment of emissions and mitigation opportunities.* Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2013.

GÓMEZ, R.S.; CORTÉS CUEVAS, A.; LÓPEZ-COELLO, C.; ÁVILA GONZÁLEZ, E. Evaluation of three feeding programs for broilers based on sorghum-soybean diets with different protein percentages. *Veterinaria Mexico*, v.42, n.4, p.299-309, 2011.

GREINER, R.; ALMINGER, M.L.; CARLSSON, N.G. Stereospecificity of myo-inositol hexakisphosphate dephosphorylation by a phytate-degrading enzyme of baker's yeast. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.49, n.5, p.2228-2233, 2001. https://doi.org/10.1021/jf0100090.

HABIBOLLAHI, M.; ABOUSADI, M.A.; NAKHAEE, P. The effect of phytase on production performance, egg quality, calcium and phosphorus excretion, and fatty acids and cholesterol concentration in Hy-Line layers fed diets containing rice bran. *Journal of Applied Poultry Research*, v.28, n.3, p.688-698, 2019. DOI 10.3382/japr/pfz020. Available at: http://dx.doi.org/10.3382/japr/pfz020.

HERNÁNDEZ, F.; LÓPEZ, M.; MARTÍNEZ, S.; MEGÍAS, M.D.; CATALÁ, P.; MADRID, J. Effect of low-protein diets and single sex on production performance, plasma metabolites, digestibility, and nitrogen excretion in 1- to 48-day-old broilers. *Poultry Science*, v.91, n.3, p.683-692, 2012. https://doi.org/10.3382/ps.2011-01735.

JARAMILLO ORDOÑEZ, M.M.; RODRÍGUEZ BRAVO, M.X. *Efecto de la superdosis de fitasa sobre productividad, oxígeno sanguíneo, enzimas hepáticas y deposición de cenizas óseas en pollos de engorde*. 2019. 87f. Universidad de Cuenca, 2019. Available at: http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/32071.

JI, F.; FU, S.Y.; REN, B.; WU, S.G.; ZHANG, H.J.; YUE, H.Y.; GAO, J.; HELMBRECHT, A.; QI, G.H. Evaluation of amino-acid supplemented diets varying in protein levels for laying hens. *Journal of Applied Poultry Research*, v.23, n.3, p.384-392, 2014. https://doi.org/10.3382/japr.2013-00831.

KALHOR, T.; RAJABIPOUR, A.; AKRAM, A.; SHARIFI, M. Environmental impact assessment of chicken meat production using life cycle assessment. *Information Processing in Agriculture*, v.3, n.4, p.262-271, 2016. DOI 10.1016/j.inpa.2016.10.002. Available at: http://dx.doi.org/10.1016/j.inpa.2016.10.002.

KEBREAB, E.; LIEDKE, A.; CARO, D.; DEIMLING, S.; BINDER, M.; FINKBEINER, M. Environmental impact of using specialty feed ingredients in swine and poultry production: A life cycle assessment. *Journal of Animal Science*, v.94, n.6, p.2664-2681, 2016. https://doi.org/10.2527/jas2015-9036.

KRISTENSEN, H.H.; WATHES, C.M. Ammonia and poultry welfare: A review. *World's Poultry Science Journal*, v.56, n.3, p.241-245, 2000. https://doi.org/10.1079/wps20000018.

LATSHAW, J.D.; ZHAO, L. Dietary protein effects on hen performance and nitrogen excretion. *Poultry Science*, v.90, n.1, p.99-106, 2011. DOI 10.3382/ps.2010-01035. Available at: http://dx.doi.org/10.3382/ps.2010-01035.

LEI, X.G.; PORRES, J.M. Phytase enzymology, applications, and biotechnology. *Biotechnology Letters*, v.25, n.21, p.1787-1794, 2003. https://doi.org/10.1023/A:1026224101580.

LESLIE, M.A.; MORAN, E.T.; BEDFORD, M.R. The effect of phytase and glucanase on the ileal digestible energy of corn and soybean meal fed to broilers. *Poultry Science*, v.86, n.11, p.2350-2357, 2007. https://doi.org/10.3382/ps.2007-00115.

LINARES, L.B.; BROOMHEAD, J.N.; GUAIUME, E.A.; LEDOUX, D.R.; VEUM, T.L.; RABOY, V. Effects of low phytate barley (*Hordeum vulgare* L.) on zinc utilization in young broiler chicks. *Poultry Science*, v.86, n.2, p.299-308, 2007. Available at: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=17234843.

MCDONALD, P.; EDWARDS, R.A.; GREENHALGH, J.F.D.; MORGAN, C.A.; SINCLAIR, L.A.; WILKINSON, R.G. Animal nutrition. *Animal nutrition*, p.365, 2011. Available at: http://www.cabdirect.org/abstracts/19701406676.html.

MEKONNEN, M.M.; HOEKSTRA, A.Y. A Global Assessment of the Water Footprint of Farm Animal Products. *Ecosystems*, v.15, n.3, p.401-415, 2012. https://doi.org/10.1007/s10021-011-9517-8.

NAHM, K.H. Feed formulations to reduce N excretion and ammonia emission from poultry manure. *Bioresource Technology*, v.98, n.12, p.2282-2300, 2007a. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2006.07.039.

NAHM, K.H. Efficient phosphorus utilization in poultry feeding to lessen the environmental impact of excreta. *World's Poultry Science Journal*, v.63, n.04, 2007b. DOI 10.1017/S0043933907001663. Available at: http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0043933907001663.

OPIO, C.; GERBER, P.; MOTTET, A.; FALCUCCI, A.; TEMPIO, G.; MACLEOD, M.; VELLINGA, T.; HENDERSON, B.; STEINFELD, H. *Greenhouse gas emissions from ruminant supply chains*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para

la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2013. Available at: http://www.fao.org/docrep/018/i3461e/i3461e00.htm.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA [FAO]. *Cómo alimentar al mundo en 2050*. [*s.l.*:*s.n.*], 2018. DOI 10.1007/bf01398033. Available at: http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/synthesis_papers/Cómo_alimentar_al_mundo_en_2050.pdf.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA [FAO]. *Food outlook - Biannual report on global food markets.* Roma: [*s.n.*], 2019.

ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICOS [OCDE]. *Agricultural support estimates - commodity indicators (Edition 2017)*. 2017. 0ECD Agriculture Statistics (database). https://doi.org/https://doi.org/10.1787/fa49e65a-en.

ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICOS [OCDE]; ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA [FAO]. *OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2017-2026*. París: Éditions OCDE, 2017. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2017-es.

POWERS, W.; ANGEL, R. A review of the capacity for nutritional strategies to address environmental challenges in poultry production. *Poultry Science*, v.87, n.10, p.1929-1938, 2008. DOI 10.3382/ps.2008-00090. Available at: http://dx.doi.org/10.3382/ps.2008-00090.

RAVINDRAN, V. Feed enzymes: The science, practice, and metabolic realities. *Journal of Applied Poultry Research*, v.22, n.3, p.628-636, 2013. https://doi.org/10.3382/japr.2013-00739.

REDDY, N.R.; SATHE, S.K.; SALUNKHE, D.K. Phytates in Legumes and Cereals. *Advances in Food Research*, v.28, p.1-92, 1982. .

ROMERO ORELLANA, A.; TAPIA VILLACRÉS, A. *Efecto de superdosis de fitasa sobre parámetros zootécnicos, mioinositol plasmático y saturación de oxpigeno en sangre en pollos de engorde*. 2019. 1f. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, 2019.

Available at: https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/13743/5/T-ESPE-057806.pdf%0Ahttp://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/10846/1/T-ESPE-049674.pdf.

ROSEN, G.D.; BEDFORD, M.R.; PARTRIDGE, G.G. Holo-analysis of the efficacy of exogenous enzyme performance in farm animal nutrition. *Enzymes in farm animal nutrition*. Londres: CAB International, 2010. p.273-303.

RUIZ, B. *Puntos clave de las enzimas en la avicultura*. 2011. WATTAgNet.com. Available at: http://www.wattagnet.com/articles/10236-puntos-clave-de-las-enzimas-en-la-avicultura. Accessed on: 1 Jan. 2016.

SAMADI; LIEBERT, F. Estimation of nitrogen maintenance requirements and potential for nitrogen deposition in fast-growing chickens depending on age and sex. *Poultry Science*, v.85, n.8, p.1421-1429, 2006. DOI 10.1093/ps/85.8.1421. Available at: http://dx.doi.org/10.1093/ps/85.8.1421.

SANMIGUEL, P.A. Investigación y uso de fitasas en avicultura Research and use of phytase in poultry farming. *Spei Domus*, v.7, n.15, p.47-54, 2011.

SELLE, P.H.; RAVINDRAN, V. Microbial phytase in poultry nutrition. *Animal Feed Science and Technology*, v.135, n.1-2, p.1-41, 2007. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2006.06.010.

SELLE, P.H.; MOSS, A.F.; TRUONG, H.H.; YUN, S. Dietary phytate and exogenous phytase: An expanding comprehension. 2015. *Arkansas Nutrition Conference 2015* [...]. Arkansas: University of Arkansas, 2015. Available at: http://www.thepoultryfederation.com.

SHEN, D.; WU, S.; DAI, P.Y.; LI, Y.S.; LI, C.M. Distribution of particulate matter and ammonia and physicochemical properties of fine particulate matter in a layer house. *Poultry Science*, v.97, n.12, p.4137-4159, 2018. https://doi.org/10.3382/ps/pey285.

SHIMADA, A. *Nutrición animal*. Tercera. Ciudad de México: Trillas, 2015.

SMITH, P.; MARTINO, D.; CAI, Z.; GWARY, D.; JANZEN, H.; KUMAR, P.; MCCARL, B.; OGLE, S.; O'MARA, F.; RICE, C.; SCHOLES, B.; SIROTENKO, O.; HOWDEN, M.; MCALLISTER, T.; PAN, G.; ROMANENKOV, V.; SCHNEIDER, U.; TOWPRAYOON, S.; WATTENBACH, M.; SMITH, J. Greenhouse gas mitigation in

agriculture. *Philosophical transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, v.363, n.1492, p.789-813, 2008. https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2184.

SRIKANTHITHASAN, K.; MACELLINE, S.P.; WICKRAMASURIYA, S.S.; THARANGANI, H.; LI-ANG; JAYASENA, D.D.; HEO, J.M. Effects of adding phytase from aspergillus Niger to a low phosphorus diet on growth performance, Tibia characteristics, phosphorus excretion, and meat quality of broilers 35 days after hatching. *Journal of Poultry Science*, v.57, n.1, p.28-36, 2020. https://doi.org/10.2141/jpsa.0180143.

TOMPSON, L. Phytic acid: Factor influencing starch digestibility and blood glucose response. *Phytic acid: Chemistry and applications*. Minneapolis: Pilatus Press, 1986. p.173-194.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE [USDA]. *Livestock and poultry: World markets and trade*. [*s.l.*:*s.n.*], 2019. Available at: https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf.

UNITED STATES DEPARTMENT OF LABOR. Ammonia in workplace atmospheres - Solid sorbent. 2002. *Occupational Safety and Health Administration*. Available at: https://www.osha.gov/dts/sltc/methods/inorganic/id188/id188.html.

VAN DER KLIS, J.D.; VERSTEEGH, H.A.J.; SIMONS, P.C.M.; KIES, A.K. The Efficacy of Phytase in Corn-Soybean Meal-Based Diets for Laying Hens. *Poultry Science*, vol. 76, no. 11, p. 1535–1542, 1997. DOI 10.1093/ps/76.11.1535. Available at: http://dx.doi.org/10.1093/ps/76.11.1535.

WAGES YOUNG, S. *Impacto ambiental de la avicultura*. 2014. Instituto Latinoamericano del Huevo. Available at: http://www.ilhala.org/udilp07-impacto-ambiental-de-la-avicultura.html#:~:text=Para producir 1 kg de,y cada vez menor disponibilidad. Accessed on: 20 Jul. 2020.

WALK, C.L.; BEDFORD, M.R.; SANTOS, T.S.; PAIVA, D.; BRADLEY, J.R.; WLADECKI, H.; HONAKER, C.; MCELROY, A.P. Extra-phosphoric effects of superdoses of a novel microbial phytase. *Poultry Science*, v.92, n.3, p.719-725, 2013. DOI 10.3382/ps.2012-02727. Available at: http://ps.oxfordjournals.org/content/92/3/719.abstract.

WOOD, D.J.; VAN HEYST, B.J. A review of ammonia and particulate matter control strategies for poultry housing. *Transactions of the ASABE*, v.59, n.1, p.329-344, 2016. https://doi.org/10.13031/trans.59.10836.

XIN, H.; GATES, R.S.; GREEN, A.R.; MITLOEHNER, F.M.; MOORE, P.A.; WATHES, C.M. Environmental impacts and sustainability of egg production systems. *Poultry Science*, v.90, n.1, p.263-277, 2011. DOI 10.3382/ps.2010-00877. Available at: http://dx.doi.org/10.3382/ps.2010-00877.

ZYLA, K.; GRABACKA, M.; PIERZCHALSKA, M.; DULINSKI, R.; STARZYNSKA-JANISZEWSKA, A. Effect of inositol and phytases on hematological indices and α-1 acid glycoprotein levels in laying hens fed phosphorus-deficient corn-soybean meal-based diets. *Poultry science*, v.92, n.1, p.199-204, 2013. DOI 10.3382/ps.2012-02651. Available at: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23243248.

2. AMINO ACID NUTRITION ON NITROGEN RETENTION AND EXCRETION IN POULTRY

Fernanda Lima de Souza Castro[1], Woo Kyun Kim[2], Christiane Silva Souza[3], Flávio Medeiros Vieites[4]

[1]PhD, Department of Poultry Science, University of Georgia, Athens, GA, United States.
[2]Associate professor, Department of Poultry Science, University of Georgia, Athens, GA, United States.
[3]Post doctorade (PNPD/Capes), Department of Animal Science, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Seropédica, Brazil.
[4]Professor, Department of Veterinary Medicine, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG, Brazil.

ABSTRACT – The demand for sustainable practices in the agribusiness, such as reduced waste of raw materials and environmental pollution, has increased over the years. Nitrogen (N), a known pollutant introduced to the environment by anthropogenic activities, has high impact on the air, water, and soil quality. Moreover, for poultry, it has been calculated that the amount of ammonia (NH_3) losses per kg of N in feed is 12% for meat and 20% for egg production, demonstrating that the N usage is somewhat inefficient in poultry systems. Thus, the objective of this review was to highlight nutritional alternatives to minimize the N excretion and maximize the N retention in poultry, focusing on the use of crystalline amino acids (AA). It has been noted that the formulation of diets based on AA on a digestible basis, following or not an ideal protein concept, has a high impact on reducing the N emission in the environment compared to diets formulated based on crude protein. Moreover, the AA supplementation could increase the N retention in muscle and bone tissues. However, to keep the maximum performance of the birds, it is important to provide enough N for the endogenous synthesis of non-essential AA. In addition to AA, the reduction of antinutritional factors, the use of enzymes, and the control of enteric diseases and intestinal health are also important mitigation tools for the poultry industry to improve N utilization and minimize N excretion.

Keywords: amino acids, environment, nitrogen, poultry, precision nutrition.

Nutrição de aminoácidos na retenção e excreção de nitrogênio em aves

RESUMO *– A demanda por práticas sustentáveis no agronegócio, como a redução no desperdício de matérias-primas e poluição ambiental, tem aumentado com o passar dos anos. O nitrogênio (N), um poluente introduzido no ambiente por atividades antropogênicas, possui grande impacto na qualidade do ar, água e solo. Estima-se que a quantidade de amônia (NH_3) perdida por kg de N na dieta é aproximadamente 12% para a produção de carne de frango e 20% para a produção de ovos, demonstrando que a utilização de N em sistemas avícolas ainda é ineficiente. Portanto, essa revisão objetivou evidenciar alternativas nutricionais para minimizar a excreção e maximizar a retenção de N em aves, com ênfase no uso de aminoácidos cristalinos (AA). Observou-se que a formulação de dietas com base em AA digestíveis, seguindo ou não o conceito de proteína ideal, exerce um grande impacto na redução da emissão de N comparado com dietas formuladas de acordo com os níveis de proteína bruta. Ainda, a suplementação com AA poderia aumentar a retenção de N no tecido musculoesquelético. Entretanto, para manter o máximo desempenho produtivo das aves, é importante fornecer N suficiente nas dietas para a síntese endógena de AA não essenciais. Além do uso de AA, a redução de fatores antinutricionais presentes nos ingredientes das dietas, o uso de enzimas exógenas e o controle de doenças entéricas e saúde intestinal também são ferramentas importantes para aumentar a utilização de N e minimizar a excreção de N na produção de aves.*

Palavras chave: *ambiente, aminoácidos, avicultura, nitrogênio, nutrição de precisão.*

Introduction

Over the years the importance of producing good quality protein in an environmentally sustainable way has increased. It is known that the prolonged addition of nitrogen (N) and phosphorus **(P)** to the environment by different human activities has altered the natural cycle of these elements (Sutton et al., 2013). It was estimated that approximately 80% of the N coming from agricultural crops is used to feed livestock (Sutton et al., 2013) and 50% of the total N emission comes from livestock production (Van Aardenne et al., 2001). If not properly retained by the animals during the production chain, the surplus N is lost in the environment mainly as ammonia (NH_3), nitrous oxide (N_2O), nitrogen oxides (NO_x), and nitrate (NO_3^-), which have been shown to negatively affect water, soil, and air

quality (Sutton et al., 2013). In Europe, it was estimated that 20% of the N in animal feed is lost as NH_3 (Groenestein et al., 2019), which is the main form of N atmospheric loss from livestock production systems (Fowler et al., 2013). Moreover, for poultry, it has been calculated that the amount of NH_3 losses per kg of N in feed is 12% for poultry meat and 20% for egg production (Groenestein et al., 2019).

From a poultry house microenvironment standpoint, NH_3 volatilization poses significant threat to the birds' health and welfare (Kristensen & Wathes, 2000). It has been suggested that NH_3 levels should not exceed 25 ppm in the chicken house (Carlile, 1984). High NH_3 levels have been associated to reduced growth performance (Shlomo Yahav, 2004; Wang et al., 2010), lower thermoregulatory capacity, increased blood pH, and decreased partial pressure of arterial CO_2 in broiler chickens (Shlomo Yahav, 2004). Moreover, NH_3 has been shown to reduce the immunological response and resistance to infection with Newcastle disease virus (Anderson et al., 1964; Wang et al., 2010) and to increase the incidence and severity of uveitis (Miles et al., 2006) and keratoconjunctivitis (Valentine, 1964). Therefore, it is mandatory to ally house and litter management with nutrition to avoid excess of N excretion in poultry systems. The objective of this review was to describe nutritional alternatives to reduce the N emission, focusing mainly on the use of synthetic crystalline amino acids to increase N retention and reduce N excretion by poultry.

Nutritional alternatives to reduce nitrogen emission

Crude protein reduction and crystalline amino acid supplementation

The main portion of the N excreted by chickens comes from excess and undigestible protein in the diets. When diets are formulated to meet the essential and limiting amino acids (AA) requirement by increasing crude protein (CP) levels, the unbalanced AA ratios in the feedstuffs causes an over consumption of other AA (Ritz et al., 2004). The CP

recommendation levels from breeder guidelines and the Brazilian Tables for Poultry and Swine range from 22-24% for starter, 20-23% for grower, and 18-19.5% for finisher phases (Aviagen, 2019; Cobb Vantress, 2018; Rostagno et al., 2017). Kim et al. (2014) have estimated, in an empirical study, that in a commonly used 23% CP corn/soybean meal diet the AA Leu, Gly, Ser, His, Phe, Tyr, Trp, Val, and Arg are in excess compared to NRC (National Research Council, 1994). Moreover, the concept of safety margin is still used for AA dietary levels to avoid potential decrease in performance (Lemme et al., 2019). Therefore, the surplus of AA is not utilized by metabolic purposes and the AA are excreted by the birds, leading to increase in production cost, waste of raw ingredients, reduced production efficiency, and higher environmental contamination.

The reduction in CP levels has become possible as more synthetic crystalline AA are commercially available (Han et al., 1992; Kidd et al., 2013). Studies have shown that the supplementation of low CP diets with synthetic AA significantly reduced N excretion in poultry. The empiric supplementation of synthetic AA to a 16% CP diet reduced the N input in 23.6% compared to a 23% CP corn/soybean meal diet supplemented with Met and Lys (Kim et al., 2014). In broilers, Malomo et al. (2013) demonstrated that the reduction in CP to 16% supplemented with Met and Lys reduced the fecal N output by 66% compared to broilers fed 20% of CP. Moreover, Si et al. (2004) reported that for every 1.0% decrease of dietary CP in broilers, there was approximately 0.3% less N excreted in feces in broilers. Consequently, the authors observed that a reduction in 13% of N excretion was possible without affecting growth performance. For laying hens, a reduction in 1.3% (Meluzzi et al., 2001) and 4.0% in CP supplemented with Met and Lys (Latshaw & Zhao, 2011) resulted in a 21 and 45% decrease in N excretion, respectively. Furthermore, the reduction in dietary CP not only reduces the N excretion and NH_3 level in litter but can also improve the N utilization by the birds and improve its tolerance of high environmental temperature (Kidd & Kerr, 1996).

However, it has been reported that there might be a minimum limit for CP reduction in the diet (Namroud et al., 2008; Si et al., 2004). CP below this minimum level can limit N for the synthesis of non-essential AA, which will become essential, impairing growth (Han et al., 1992). Si et al. (2004) observed that reducing the CP below 20% while supplementing with essential AA significantly reduced the body weight and increased the feed conversion ratio of broilers from one to 3 wk of age. Additionally, the authors reported a decrease in feather development, small intestine and gizzard weights, and increase in fat pad when the CP was less than 18% (SI et al., 2004). Namroud et al. (2008) investigated different CP levels (17, 19, 21, and 23%) as well as diets with 17 or 19% of CP supplemented with either excess of Gly and Glu or Lys, Thr, Arg, and Trp. The authors observed a reduction in body weight gain when 17% of CP was used regardless of AA supplementation. Additionally, a reduction in dietary CP up to 19% did not affect performance and it reduced N, NH_3, and the pH of excreta, which can have positive impact on the litter and air quality. Thus, it is necessary to maintain a balance between dietary protein and AA content for optimal performance.

Feed formulation based on digestible vs. total amino acid

Dietary protein is one of the most expensive nutrients in feed formulation, being extremely important for the development of birds (BESKI et al., 2015). The efficiency of use of protein is directly related to its amount in the diet, source, and digestibility. For years, in poultry production, the need for AA has been met by formulating diets based on CP. However, the protein composition and AA profile has a higher impact on the birds' development than the CP level itself, since birds do not have a requirement for CP, but one for essential AA and N for synthesis of non-essential AA (Baião et al., 2018).

Initially, the concept of total AA, which corresponds to the total amount of AA in the feed ingredient, was used in feed formulation.

According to Tavernari (2010), because feedstuffs have different protein and AA digestibility coefficients, when diets are formulated based on total AA, not all the AA are equally digested. Therefore, there is an increase in costs, waste of raw ingredients, and N excretion in the environment. Currently, the diets have been formulated using the concept of digestible AA, which includes the AA fraction that is digested and absorbed by the animal (Calderano & Maia, 2017). This change was an important step towards the implementation of precision nutrition. In order to formulate diets based on digestible AA, it is important to know that the more precise is the estimate of AA digestibility and animal requirement, the better is the AA efficiency and the lower is the N excretion (Silva & Silva, 2015).

According to Oliveira Neto and Oliveira (2009), the feed formulation based on digestible AA and the ideal relation between Lys and other AA is an adequate methodology to optimize feed AA utilization and minimize N excretion. The authors justify it based on the fact that excessive protein and AA need to be metabolized and excreted in the form of uric acid, which leads to higher energy expenditure by the birds. Therefore, the use of digestible AA and ideal protein allows nutritionists to reduce the excretion of N and diet cost, while maximizing the birds' growth.

Toledo et al. (2004) concluded that the formulation of corn-soybean meal diets based on digestible AA led to better growth performance than the diets formulated based on CP. Even though the diets based on ideal protein had higher cost per protein unit due to the use of synthetic AA, these led to better productive efficiency and, consequently, higher economic return than diets formulated based on CP.

Amino acid ratios and ideal protein concept

The advance in biotechnology applied to animal nutrition has allowed a number of synthetic crystalline AA to become commercially available. Thus, some of the limiting AA, such as Lys, Met, Thr, Try, Val, and Arg can be included in the ideal protein feed formulation, meeting the

requirement of broilers to support growth and health (Pessôa et al., 2012; Brasil et al., 2018; Martins & Assunção, 2018; Morais & Lima, 2020).

Ideal protein concept is based on providing the animal with the exact AA balance, without deficiency or excess, aiming to meet the absolute requirement of all AA for maintenance and maximum protein deposition, while reducing the use of AA as energy source and the N excretion in the environment. In this concept, Lys is used as the reference AA, and the other AA levels are relative to it (Emmert & Baker, 1997). It has been reported that only 45% of the N ingested by the bird are retained as protein, whereas 55% of the ingested N is excreted, contributing to the environmental pollution (Pessôa et al., 2012). Therefore, by giving the birds exactly what they need, it is possible to reduce the waste of ingredients and environmental contamination.

According to Moura (2004), when formulating diets using the concept of ideal protein is important to consider that the relation of AA (Met, Cys, Thr, and Try) with Lys increases as the body weight and age of birds increase, since the requirement for these AA is higher as the birds grow and age. Thus, it is necessary to know the Lys requirement of the birds because all the other AA will be relative to it, and preferably formulate the diet based on digestible AA.

Furthermore, in order to meet the objectives of the ideal protein concept, it is important to 1) keep the balance between essential and non-essential AA in poultry nutrition, which is possible by supplementing crystalline synthetic AA respecting the order of limiting AA (Met, Lys, Thr, Val); 2) know the birds' requirements; and 3) know the feedstuffs protein content and AA digestibility (Martins & Assunção, 2018).

Unlike carbohydrates and lipids, birds do not have an AA reservoir, therefore, the AA excess in the feed is catabolized. In addition to increasing the energy expenditure, the protein catabolism and excretion can also increase the heat increment, which could compromise the birds' performance (Calderano & Maia, 2017). Moreover, undigested

CP and excess of AA in the intestinal lumen can cause diarrhea through osmotic force (Field, 2003), and it can serve as substrate for pathogenic microorganisms, such as *Clostridium perfringens*, predisposing the animals to the outbreak of necrotic enteritis (Drew et al., 2004). Therefore, formulating based on ideal protein not only reduces N excretion and waste of raw ingredients, but also improve performance and overall health.

Antinutritional factors and enzymes

Another important approach to reduce N emission is to increase the digestibility and efficiency of use of protein sources. Several anti-nutritional compounds present in feedstuffs can directly or indirectly affect protein digestibility and AA utilization. Among these compounds are tannins, phytate, and non-starch polysaccharides (NSP).

Tannin is a water-soluble polyphenolic compound found in plant feedstuffs (Jansman, 1993), especially in some cultivars of Sorghum. Condensed tannins have been shown to react with dietary protein forming less digestible tannin-protein complexes, inhibit digestive enzymes, and increase the endogenous protein loss, reducing the digestibility not only of protein but also other nutrients (Nyachoti et al., 1997; Selle et al., 2010). It has been suggested that tannin can precipitate 12 times its weight of protein (Jansman, 1993). Mansoori & Acamovic (2007) observed a significant linear increase in the excretion of AA with increasing tannic acid levels (0, 3, 6, and 10g) in broiler cockerels. The most affected AA were Met (4.6 fold increase), His (4.8 fold), and Lys (4.3 fold), whereas the least affected were Thr (2.4 fold), Cys (2.5 fold), and Val (2.4 fold) when using the maximum amount of tannic acid (10g). Therefore, the use of low tannin Sorghum types is an alternative to minimize this problem.

Phytate is an anti-nutritional compound present in all plant ingredients. It has been shown that phytate can form complex not only with P but also with other nutrients, such as other cations, lipids, and AA (Ravindran et al., 1999; Selle et al., 2000), which is known as the extra-phosphoric effect. The protein-phytate complexes formed in the plants

or *de novo* in the gastrointestinal tract of the birds were shown to be pH dependent: 1) at pH levels below the protein isoelectric points, phytate forms salt-like linkages with basic AA residues (Arg, His, and Lys) in protein, becoming insoluble and resistant to digestion by pepsin; and 2) at pH levels above the protein isoelectric points, there is the formation of ternary protein-phytate complexes, in which phytate and protein are linked via a cationic bridge (Ca^{++}), decreasing its digestibility in the small intestine (Selle et al., 2000, 2012). Moreover, phytate has been associated with increased mucin production and consequently AA endogenous losses (Cowieson et al., 2004; Selle et al., 2012). Cowieson et al. (2004) have shown that broilers fed 1g of *myo*-inositol hexaphosphate (IP_6) increased the excretion of N in 21%, non-protein N in 19%, and the excretion of all AA, with exception of Tyr, when compared to birds fed diets without IP_6. These results reinforce that phytate has negative effects on protein and AA digestibility and availability to birds. Therefore, the use of phytases have been shown to improve protein digestibility and reduce N excretion in poultry (Ravindran et al., 1999; Rutherfurd et al., 2002; Sebastian et al., 1997).

The NSP, such as beta-glucans and arabinoxylans, are major fiber constituents of some grains like wheat, rye, and barley (Annison & Choct, 1991). These polysaccharides were shown to have anti-nutritional properties in poultry, mainly by increasing the digesta viscosity. Higher viscosity limits the action of digestive enzymes reducing the digestibility of all nutrients, including protein (Annison & Choct, 1991; Nahm, 2007) and Nahm (2007). Therefore, the supplementation with NSP digesting enzymes could alleviate these effects and improve protein digestibility in poultry, reducing excess of N excretion. De Keyser et al. (2016) investigated the supplementation of xylanase, glucanase, and pectinase, using double dose, in a wheat/corn/soybean based broiler diet with 3% less CP and digestible AA levels. The authors concluded that the enzyme supplementation using double the advised dose allowed the reduction of

3% in CP and AA levels without sacrificing performance compared to a normal CP and AA diet. Moreover, Selle et al. (2009) have shown that the supplementation of xylanase and phytase, alone or in combination, in a wheat/soybean meal based broiler diet increased the apparent ileal digestibility coefficients of 17 AA by approximately 4.8, 5.5, and 8.6%, respectively. The supplementation with an enzyme blend (xylanase, protease, and amylase) in a corn/soybean meal-based diet led to an overall 2.9% increase in CP ileal digestibility in broilers (Zanella et al., 1999). However, the enzyme blend supplementation did not influence the digestibility of all AA in the same way, and it significantly increased the digestibility of Thr in 3.0%, Ser in 2.3%, Gly in 2.0%, Val in 2.3%, and Tyr in 4.7%. (Zanella et al., 1999).

Proteases are a class of enzymes responsible for the breakdown of protein into small peptides and free AA for absorption. There are various endogenous proteins, such as pepsin, trypsin, and chymotrypsin. However, the addition of exogenous proteases could improve the N utilization, allowing a reduction in dietary protein content and consequent reduction in N excretion (Dosković et al., 2013), especially in birds fed alternative ingredients with low digestibility. A holistic study using a Life Cycle Assessment analysis showed a reduction in N emission from the manure with the use of protease alone and associated with a CP dietary level reduction (Oxenboll et al., 2011). Angel et al. (2011) studied the use of different levels of a commercial protease on a diet containing 10% less CP, Lys, TSAA, and Thr, and 15% less Met in broilers from 7 to 22 days of age. The authors reported an increase of 6.1% in CP and 3.2-7.8% in AA digestibility with the enzyme supplementation. Moreover, the protease use was able to restore the performance in low protein and AA diets. Additionally, the use of protease allowed a reduction in 1.0% in dietary CP without affecting performance of broilers and improved the AA digestibility (Mohammadigheisar & Kim, 2018). In laying hens, Yadav and Sah (2006) reported that a reduction in 1% in CP was possible with

the addition of a protease, increasing the nutrient digestibility, overall egg production, reduced feed consumption, and increased eggshell thickness.

Nitrogen retention in muscle and bone tissues

The N retention in animals is mainly associated to: 1) the N intake/storage, which dictates the growth and production in animals and can be used to sustain production when there is insufficient dietary N supply; 2) protein quality and AA pattern, which determines the efficiency of deposition of dietary N in the body and it is related to the composition of the final product (e.g. muscle in a growing animal *vs.* enzymes for maintenance); and 3) energy in the diets, which is needed for protein turnover and deposition (Boorman, 1980).

Several studies have investigated the effects of dietary CP and AA on the muscle growth of broilers. Broilers fed a diet with 2% higher CP level (24 *vs.* 22% for starter, 23 *vs.* 21% for grower, and 21 *vs.* 19% for finisher) led to 0.48, 0.74, and 0.64% higher protein content in the breast, thighs, and drumsticks, respectively (Marcu et al., 2009). However, as discussed herein, higher dietary CP levels could result in higher N excretion. The dietary CP reduction with essential and non-essential AA supplementation did not affect the carcass yield and resulted in increased efficiency of protein utilization, reducing the N excretion by 26% compared to the birds fed the commercial control diet (Deschepper & Degroote, 1995). A recent study conducted by van Harn et al. (2019) investigated the influence of reducing dietary CP in 1.0, 2.0, and 3.0% points supplemented with synthetic essential AA + Gly on performance and carcass yield of broilers from 11 to 35 days of age. The authors observed that a reduction in CP up to 2.3% points (23 g/kg) did not affect carcass yield nor the performance compared to the control diet, while it led to better litter quality and lower footpad lesions. Moreover, the reduction in CP from 18 to 15%, supplemented with Lys and Met, resulted in a numerical reduction of 21.1% in N excretion, without negatively

affecting carcass yield and growth performance during the finisher phase in broilers raised under hot climates (Attia et al., 2020).

Bones are one of the most protein-dense tissues of the body, with approximately one third of its mass being protein (Heaney, 1998). Thus, dietary protein and AA can affect bone development and health in a variety of ways. The ratio of AA: non-protein N is an important factor for the development of bone organic matrix and overall bone health. The replacement of soybean meal with purified amino acids (Lys, Arg, Cys, Gly, His, Ile, Leu, DL-Met, Phe, Thr, Try, Tyr, Val, Glu) resulted in a dramatic increase in leg problem incidence (45.2% in the AA diet *vs.* 6.5% in soybean diet) (Elkin et al., 1978). Furthermore, de Moraes et al. (1984) investigated the supplementation of various levels of Gln on diets formulated with essential crystalline AA. The use of 5% of Gln led to higher incidence of leg problems, whereas the supplementation with 12.5% of Gln was needed to reduce the incidence of let abnormalities to a minimum. Therefore, it is mandatory that an ideal balance between essential and non-essential AA is kept for optimal bone health. Conconi et al. (2001) investigated the supplementation with different doses of the essential AA, Arg, Lys, Met, and Thr, in rat osteoblast cells *in vitro*. The authors observed that the supplementation of all AA led to a significant increase in cell growth, alkaline phosphatase activity, whereas collagen synthesis was increased by the supplementation of Arg, Lys, Met, and Thr. These results suggested that the essential amino acids can play a role in bone matrix formation. Therefore, by maximizing bone formation it might be possible to increase N retention and decrease its excretion.

Coccidiosis and nitrogen excretion

Another important factor that can affect N retention and excretion is coccidiosis. Coccidiosis, an enteric disease caused by the parasite of the genus *Eimeria*, is estimated to cost to the U.S poultry industry, annually, over US $3 billion (Williams, 1999). Because the parasite's life cycle takes place in the enterocytes, it is commonly observed increased intestinal damage (Fernando & Mccraw, 1973; Witlock & Ruff, 1977) and reduced activity of pancreatic and brush border digestive enzymes (Adams et al., 1996; Allen, 1987; Russell & Ruff, 1978). Thus, birds show signs of diarrhea and nutrient malabsorption, including protein and AA.

Infections with *E. necatrix*, *E. acervulina*, and *E. maxima* were shown to reduce, *in vitro*, the uptake of L-Met in different sections of the small intestine of birds 7 days post infection (Ruff, 1974; Ruff & Wilkins, 1980; Ruff et al., 1976). The *Eimeria* infection effects on the intestinal AA transporters gene expression in broilers and laying hens are summarized in Table 1. Overall, *Eimeria* infection downregulates the AA transporters, decreasing their absorption. Moreover, Rochell et al. (2016) observed a 2.6 percentage units decrease in the apparent ileal digestibility, on average, of Arg, His, Ile, Leu, Lys, Met, Phe, Thr, Val, Ala, Asp, Cys, Glu, Pro, Ser, and Tyr in broilers inoculated with 1.0×10^6 sporulated oocysts of *E. acervulina*. Therefore, coccidiosis can increase the N excretion in birds, contributing to higher ammonia emission in the chicken house.

It has been proposed that the adjustment of dietary CP and AA may improve the performance of broilers infected with *Eimeria* spp. The increase in dietary CP and AA levels was shown to mitigate the negative impacts of a coccidial vaccine on the performance (Cloft et al., 2019; Lee et al., 2011) and meet yield (Cloft et al., 2019) of broilers. However, the increase in CP levels can lead to higher mortality and oocyst production, since it stimulates the production of trypsin, which releases *Eimeria*

sporozoites from the sporocyst in the intestine (Sharma et al., 1973). Moreover, Parker et al. (2007) reported a reduction in ileal digestibility of Lys, Met, Ile, Val, and Leu as the CP level increased (19, 21, and 23%) in *Eimeria* challenged broilers. Therefore, the reduction in CP associated with the supplementation of synthetic AA may be considered during a coccidial infection.

Table 1 - Effects of *Eimeria* infection on the expression of intestinal AA transporters

Reference	Bird	*Eimeria* spp.	Location	Gene[1]	Relative expression
Paris and Wong (2013)	Broilers	*E. maxima*	Jejunum	EAAT3; $b^{0+,}$AT;	Downregulated
				rBAT; ASCT1, LAT1	Upregulated
Fetterer et al. (2014)	Broiler	*E. maxima*	Jejunum	EAAT3; $b^{0+,}$AT; rBAT	Downregulated
				B^{o}AT, CAT1, LAT1	Upregulated
Su et al. (2014)	Layer	*E. acervulina*	Duodenum	$b^{0+,}$AT/rBAT; B^{o}AT; EAAT3; CAT2; y^{+}LAT1	Downregulated
			Jejunum	$b^{0+,}$AT/rBAT; B^{o}AT; EAAT3; CAT2; y^{+}LAT1; y^{+}LAT2; PepT1	Downregulated
			Ileum	CAT2; LAT 1; y^{+}LAT1	Downregulated
				PepT1	Upregulated
Su et al. (2014)	Broiler	*E. acervulina*	Duodenum	$b^{0+,}$AT/rBAT; B^{o}AT; EAAT3; CAT2	Downregulated
Miska and Fetterer (2018)	Broiler	*E. maxima*	Jejunum	B^{o}AT, $b^{0+,}$AT; EAAT3; PepT1	Downregulated
				ASCT1; b^{o+}AT	Upregulated

[1]ASCT1 = uptake system ASC; b^{o+}AT and B^{o}AT = Na+-independent and Na+dependent neutral amino acid transporters, respectively; rBAT = protein related to b^{o+}AT amino acid transporter; CAT1 and 2 = cationic amino acid transporters-1 and -2, respectively; EAAT3 = excitatory amino acid transporter 3; LAT1 = L type amino acid transporter 1; PepT1 – Peptide transporter 1; y+LAT1 and y+LAT2 = y+ L amino acid transporters-1 and -2, respectively.

The supplementation with Arg, Thr, and Gln was shown to improve the intestinal cell proliferation and villus:crypt ratio in broilers challenged with a commercial coccidial vaccine and *E. coli*, without interfering with ammonia production (Gottardo et al., 2016). Moreover, some AA have functional properties that could beneficiate the intestinal recovery during and after a challenging condition. Thr supplementation has been associated with increased production of mucus, a physical barrier protecting the intestinal cells (Mao et al., 2011) and modulation of the local immunity (Slack et al., 2012). Additionally, Gln is considered an important source of energy for enterocyte proliferation and turnover, increasing the intestinal recovery after a challenge (Bortoluzzi et al., 2019), as well as being an important constituent of glutathione, a key component of the antioxidant system (Lu, 2013). Moreover, Arg and TSAA could decrease the oxidative stress caused by *Eimeria* infection by increasing the glutathione synthesis and acting as antioxidant molecules (Kim et al., 2020; Levine et al., 2001; Liang et al., 2018; Moskovitz et al., 1999), as well as modulate the cell growth, repair, and proliferation in the intestine through polyamine synthesis (Gonzalez-Esquerra; Leeson, 2006; Seiler, 1996). Thus, the AA supplementation could be used as potential intestinal health modulators in poultry, increasing N usage and decreasing its excretion in the environment.

Conclusions

Optimizing growth performance and minimizing N excretion is important for the modern poultry industry to maintain efficient growth and reduce the environmental impact. Several key nutritional strategies can be used to achieve the goal: making precise feed formulation based on AA digestibility and ideal protein ratio; reducing antinutrient factors in feed ingredient; supplementing enzymes; and controlling enteric diseases such as coccidiosis. The supplementation with crystalline AA appears to be a feasible approach to improve N utilization and minimize N

excretion as more AA become available in a cost-effective way. However, it is important to keep developing modern biotechnologies that will continuously provide nutritional mitigation tools for the poultry industry, as well as ally nutritional strategies with management and environmental control.

References

ADAMS, C.; VAHL, H.A.; VELDMAN, A. Interaction between nutrition and Eimeria acervulina infection in broiler chickens: development of an experimental infection model. *British Journal of Nutrition*, v.75, n.6, p.867-873, 1996.

ALLEN, P.C. Physiological responses of chicken gut tissue to coccidial infection: Comparative effects of Eimeria acervulina and Eimeria mitis on mucosal mass, carotenoid content, and brush border enzyme activity. *Poultry Science*, v.66, n.8, p.1306-1315, 1 ago. 1987.

ANDERSON, D.P.; BEARD, C.W.; HANSON, R.P. The adverse effects of ammonia on chickens including resistance to infection with Newcastle disease virus. *Avian Diseases*, v.8, n.3, p.369-379, 1964.

ANGEL, C.R. et al. Effects of a monocomponent protease on performance and protein utilization in 7- to 22-day-old broiler chickens. *Poultry Science*, v.90, n.10, p.2281-2286, 1 out. 2011.

ANNISON, G.; CHOCT, M. Anti-nutritive activities of cereal non-starch polysaccharides in broiler diets and strategies minimizing their effects. *World's Poultry Science Journal*, v. 47, n. 3, p. 232-242, 1 nov. 1991.

ATTIA, Y.A. et al. Multiple amino acid supplementations to low-protein diets: Effect on performance, carcass yield, meat quality and nitrogen excretion of finishing broilers under hot climate conditions. *Animals: an open access journal from MDPI*, v.10, n.6, 3 jun. 2020.

AVIAGEN. *Ross 308 broiler nutrition specifications*. Disponível em: <http://tmea.aviagen.com/assets/Tech_Center/Ross_Broiler/RossBroilerNutritionSpecs2019-EN.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2020.

BAIÃO, N.C.; LARA, L.J.C.; LÚCIO, C.G. Nutrição e manejo da alimentação. MACARI, M.; GONZALES, E.; PATRÍCIO, I.S.; SHIROMA, N.N. *Produção de matrizes de frangos de corte*. Campinas-SP: FACTA, 2018. 524p.

BESKI, S.S.M.; SWICK, R.A.; IJI, P.A. Specialized protein products in broiler chicken nutrition: A review. *Animal nutrition (Zhongguo xu mu shou yi xue hui)*, v.1, n.2, p.47-53, jun. 2015.

BOORMAN, K.N. Dietary constraints on nitrogen retention. In: BUTTERY, P.J.; LINDSAY, D.B. (Eds.) *Protein deposition in animals*. 29th. ed. Woburn, Massachussetts: Butterworth Inc., 1980. p.147-167.

BORTOLUZZI, C. et al. Effects of dietary amino acids in ameliorating intestinal function during enteric challenges in broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*, p.114383, 31 dez. 2019.

BRASIL, R.J.M.; LIMA, C.A.R.; MACHADO, N.J.B.; CURVELLO, F.A. Exigências de lisina digestível para frangos de corte de crescimento lento. *Revista Científica de Avicultura e Suinocultura*, v.4, n.2, p.040-050, 2018.

CALDERANO, A.A.; MAIA, R.C. *Formulação de rações para frangos de corte convencionais e caipiras*. Viçosa-MG: Aprenda Fácil, 2017. 126p.

CARLILE, F.S. Ammonia in Poultry Houses: A Literature Review. *World's Poultry Science Journal*, v.40, n.2, p.99-113, 1984.

CLOFT, S.E. et al. Effects of pre-starter and starter diets varying in amino acid density given to broiler chickens that received coccidiosis vaccination at hatch. *Poultry Science*, v.98, n.10, p.4878-4888, 1 out. 2019.

COBB VANTRESS. *Cobb 500 broiler performance and nutrition supplement*. Disponível em: <https://cobbstorage.blob.core.windows.net/guides/5a171aa0-6994-11e8-9f14-bdc382f8d47e>. Acesso em: 31 jan. 2020.

CONCONI, M. et al. Essential amino acids increase the growth and alkaline phosphatase activity in osteoblasts cultured in vitro. *Farmaco (Societa chimica italiana: 1989)*, v.56, n.10, p.755-761, out. 2001.

COWIESON, A.J.; ACAMOVIC, T.; BEDFORD, M.R. The effects of phytase and phytic acid on the loss of endogenous amino acids and minerals from broiler chickens. *British Poultry Science*, v.45, n.1, p.101-108, 1 fev. 2004.

DE KEYSER, K. et al. High dosing NSP enzymes for total protein and digestible amino acid reformulation in a wheat/corn/soybean meal diet in broilers. *Journal of Applied Poultry Research*, v.25, n.2, p.239-246, 1 jun. 2016.

DE MORAES, G.H.K.; ROGLER, J.C.; FEATHERSTON, W.R. Effects of a nonspecific nitrogen deficiency on growth rate and leg problems in chicks. *Poultry Science*, v.63, n.2, p.344-353, 1 fev. 1984.

DESCHEPPER, K.; DEGROOTE, G. Effect of dietary protein, essential and non essential amino acids on the performance and carcass composition of male broiler chickens. *British Poultry Science*, v.36, n.2, p.229-245, 1 maio 1995.

DOSKOVIĆ, V. et al. Enzymes in broiler diets with special reference to protease. *World's Poultry Science Journal*, v.69, n.2, p.343-360, 1 jun. 2013.

DREW, M.D. et al. Effects of dietary protein source and level on intestinal populations of clostridium perfringens in broiler chickens. *Poultry Science*, v.83, n.3, p.414-420, 1 mar. 2004.

ELKIN, R.G.; FEATHERSTON, W.R.; ROGLER, J.C. Investigations of leg abnormalities in chicks consuming high tannin sorghum grain diets. *Poultry Science*, v.57, n.3, p.757-762, 1 maio 1978.

EMMERT, J.L.; BAKER, D.H. Use of the ideal protein concept for precision formulation of amino acid levels in broiler diets. *Journal of Applied Poultry Research*, v.6, n.4, p.462-470, 1 dez. 1997.

FERNANDO, M.A.; MCCRAW, B.M. Mucosal morphology and cellular renewal in the intestine of chickens following a single infection of Eimeria acervulina. *The Journal of Parasitology*, v.59, n.3, p.493-501, 1973.

FETTERER, R.H. et al. Expression of nutrient transporters in duodenum, jejunum, and ileum of Eimeria maxima-infected broiler chickens. *Parasitology Research*, v.113, n.10, p.3891-3894, out. 2014.

FIELD, M. Intestinal ion transport and the pathophysiology of diarrhea. *The Journal of clinical investigation*, v.111, n.7, p.931-943, abr. 2003.

FOWLER, D. et al. The global nitrogen cycle in the twenty-first century. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, v.368, n.1621, p.20130164, 5 jul. 2013.

GONZALEZ-ESQUERRA, R.; LEESON, S. Concentrations of putrescine, spermidine, and spermine in duodenum and pancreas as affected by the ratio of arginine to lysine and source of methionine in broilers under heat stress. *Poultry Science*, v.85, n.8, p.1398-1408, 2006.

GOTTARDO, E.T. et al. Regeneration of the intestinal mucosa in Eimeria and E. Coli challenged broilers supplemented with amino acids. *Poultry Science*, v.95, n.5, p.1056-1065, 1 maio 2016.

GROENESTEIN, C.M. et al. Comparison of ammonia emissions related to nitrogen use efficiency of livestock production in Europe. *Journal of cleaner production*, v.211, p.1162-1170, 20 fev. 2019.

HAN, Y. et al. Amino acid fortification of a low-protein corn and soybean meal diet for chicks. *Poultry Science*, v.71, n.7, p.1168-1178, 1 jul. 1992.

HEANEY, R.P. Excess dietary protein may not adversely affect bone. *The Journal of Nutrition*, v.128, n.6, p.1054-1057, 1 jun. 1998.

JANSMAN, A.J.M. Tannins in feedstuffs for simple-stomached animals. *Nutrition Research Reviews*, v.6, n.1, p.209-236, 1993.

YADAV, J.L.; SAH, R.A. Supplementation of corn-soybean based layers diets with different levels of acid protease. *Journal of the Institute of Agriculture and Animal Science*, v.27, n.0, 1 maio 2006.

KIDD, M.T. et al. Feed-grade amino acid use in the United States: The synergetic inclusion history with linear programming. *The Journal of Applied Poultry Research*, v.22, n.3, p.583-590, 1 set. 2013.

KIDD, M.T.; KERR, B.J.L. Threonine for poultry: A review. *Journal of Applied Poultry Research*, v.5, n.4, p.358-367, 1 dez. 1996.

KIM, J.H.; PATTERSON, P.H.; KIM, W.K. Impact of dietary crude protein, synthetic amino acid and keto acid formulation on nitrogen excretion. *International Journal of Poultry Science*, v.13, n.8, p.429-436, 2014.

KIM, J.H. et al. In vitro antioxidant actions of sulfur-containing amino acids. *Arabian Journal of Chemistry*, v.13, n.1, p.1678-1684, 1 jan. 2020.

KRISTENSEN, H.H.; WATHES, C.M. Ammonia and poultry welfare: a review. *World's Poultry Science Journal*, v.56, n.3, p.235-245, 2000.

LATSHAW, J.D.; ZHAO, L. Dietary protein effects on hen performance and nitrogen excretion. *Poultry Science*, v.90, n.1, p.99-106, 1 jan. 2011.

LEE, J.T. et al. The effect of dietary protein level on performance characteristics of coccidiosis vaccinated and nonvaccinated broilers following mixed-species Eimeria challenge. *Poultry Science*, v.90, n.9, p.1916-1925, 1 set. 2011.

LEMME, A. et al. Reduction of dietary protein in broiler diets not only reduces n-emissions but is also accompanied by several further benefits. *Journal of Applied Poultry Research*, v.28, n.4, p.867-880, 1 dez. 2019.

LEVINE, R.; MOSKOVITZ, J.; STADTMAN, E. Oxidation of methionine in proteins: Roles in antioxidant defense and cellular regulation. *IUBMB Life*, v.50, n.4, p.301-307, 1 out. 2001.

LIANG, M. et al. l-Arginine induces antioxidant response to prevent oxidative stress via stimulation of glutathione synthesis and activation of Nrf2 pathway. *Food and Chemical Toxicology*, v.115, p.315-328, 1 maio 2018.

LU, S.C. Glutathione synthesis. *Cellular functions of glutathione*, v.1830, n.5, p.3143-3153, 1 maio 2013.

MALOMO, G.A.; BOLU, S.A.; OLUTADE, S.G. Effects of dietary crude protein on performance and nitrogen economy of broilers. *Sustainable Agriculture Research*, v.02, n.3, 2013.

MANSOORI, B.; ACAMOVIC, T. The effect of tannic acid on the excretion of endogenous methionine, histidine and lysine with broilers. *Animal Feed Science and Technology*, v.134, n.3, p.198-210, 2 abr. 2007.

MAO, X. et al. Specific roles of threonine in intestinal mucosal integrity and barrier function. *Frontiers in Bioscience (Elite edition)*, v.3, p.1192-1200, 1 jun. 2011.

MARCU, A.; VACARU-OPRIS, I.; MARCU, A. The influence of feed protein and energy level on meat chemical composition from different anatomical regions at "Cobb 500" Hybrid. *Zootehnie şi Biotehnologii*, v.42, n.1, p.147-150, 2009.

MARTINS, R.A.; ASSUNÇÃO, A.S.A. Importância dos aminoácidos na nutrição de frangos de corte. Revisão de literatura. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*, v.12, n.4, p.539-554, 2018.

MELUZZI, A. et al. Nitrogen retention and performance of brown laying hens on diets with different protein content and constant concentration of amino acids and energy. *British Poultry Science*, v.42, n.2, p.213-217, 1 maio 2001.

MILES, D.M. et al. Ocular responses to ammonia in broiler chickens. *Avian Diseases*, v.50, n.1, p.45-49, 1 mar. 2006.

MISKA, K.B.; FETTERER, R.H. The effect of Eimeria maxima infection on the expression of amino acid and sugar transporters aminopeptidase, as well as the di- and tri-peptide transporter PepT1, is not solely due to decreased feed intake. *Poultry Science*, v.97, n.5, p.1712-1721, 1 maio 2018.

MOHAMMADIGHEISAR, M.; KIM, I.H. Addition of a protease to low crude protein density diets of broiler chickens. *Journal of Applied Animal Research*, v.46, n.1, p.1377-1381, 1 jan. 2018.

MORAIS, M.V.M.; LIMA, H.J.D. Técnicas nutricionais para a redução do impacto ambiental da produção intensiva de animais não ruminantes. *Research, Society and Development*, v.9, n.1, e11911560, 2020.

MOSKOVITZ, J. et al. Methionine sulfoxide reductase in antioxidant defense. In: *Methods in Enzymology*. [s.l.] Academic Press, 1999. v.300, p.239-244.

MOURA, A.M.A. Conceito da proteína ideal aplicada na nutrição de aves e suínos. *Revista Eletrônica Nutritime*, v.1, n.1, p.31-34, 2004.

NAHM, K.H. Feed formulations to reduce N excretion and ammonia emission from poultry manure. *Bioresource Technology*, v.98, n.12, p.2282-2300, 1 set. 2007.

NAMROUD, N.F.; SHIVAZAD, M.; ZAGHARI, M. Effects of fortifying low crude protein diet with crystalline amino acids on performance, blood ammonia level, and excreta characteristics of broiler chicks. *Poultry Science*, v.87, n.11, p.2250-2258, 1 nov. 2008.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient requirements of poultry*. 9th. ed. Washington, DC: The National Academies Press, 1994.

NYACHOTI, C.M.; ATKINSON, J.L.; LEESON, S. Sorghum tannins: a review. *World's Poultry Science Journal*, v.53, n.1, p.5-21, 1997.

OLIVEIRA NETO, A.R.; OLIVEIRA, W.P. Aminoácidos para frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, p.205-208, 2009.

OXENBOLL, K.M.; PONTOPPIDAN, K.; FRU-NJI, F. Use of protease in poultry feed offers promising environmental benefits. *International Journal of Poultry Science*, v.10, p.842-848, 2011.

PARIS, N.E.; WONG, E.A. Expression of digestive enzymes and nutrient transporters in the intestine of Eimeria maxima-infected chickens. *Poultry Science*, v.92, n.5, p.1331-1335, 1 maio 2013.

PARKER, J. et al. Enzymes as feed additive to aid in responses against Eimeria species in coccidia-vaccinated broilers fed corn-soybean meal diets with different protein levels. *Poultry Science*, v.86, n.4, p.643-653, 1 abr. 2007.

PESSÔA, G.B.S.; TAVERNARI, F.C.; VIEIRA, R.A.; ALBINO; L.F.T. Novos conceitos em nutrição de aves. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.13, n.3, p.755-774, 2012.

RAVINDRAN, V. et al. Influence of microbial phytase on apparent ileal amino acid digestibility of feedstuffs for broilers. *Poultry Science*, v.78, n.5, p.699-706, 1 maio 1999.

RITZ, C.W.; FAIRCHILD, B.D.; LACY, M.P. Implications of ammonia production and emissions from commercial poultry facilities: A review. *Journal of Applied Poultry Research*, v.13, n.4, p.684-692, 1 dez. 2004.

ROCHELL, S. J.; PARSONS, C. M.; DILGER, R. N. Effects of Eimeria acervulina infection severity on growth performance, apparent ileal amino acid digestibility, and

plasma concentrations of amino acids, carotenoids, and α1-acid glycoprotein in broilers. *Poultry Science*, v.95, n.7, p.1573-1581, 1 jul. 2016.

ROSTAGNO, H.S. et al. *Brazilian tables for poultry and swine: composition of feedstuffs and nutritional requirements*. 4th. ed. Viçosa, Brazil: Federal University of Viçosa, Animal Science Department, 2017.

RUFF, M.D. Reduced transport of methionine in intestines of chickens infected with Eimeria necatrix. *The Journal of Parasitology*, v.60, n.5, p.838, out. 1974.

RUFF, M.D.; WILKINS, G.C. Total intestinal absorption of glucose and l-methionine in broilers infected with Eimeria acervulina, E. mivati, E. maxima or E. brunetti. *Parasitology*, v.80, n.03, p.555, jun. 1980.

RUFF, M.D.; WITLOCK, D.R.; SMITH, R.R. Eimeria acervulina and E. tenella: Effect on methionine absorption by the avian intestine. *Experimental Parasitology*, v.39, n.2, p.244-251, abr. 1976.

RUSSELL, J.; RUFF, M.D. Eimeria Spp.: Influence of coccidia on digestion (amylolytic activity) in broiler chickens. *Experimental Parasitology*, v.45, n.2, p.234-240, 1 ago. 1978.

RUTHERFURD, S.M.; CHUNG, T.K.; MOUGHAN, P.J. The effect of microbial phytase on ileal phosphorus and amino acid digestibility in the broiler chicken. *British Poultry Science*, v.43, n.4, p.598-606, 1 ago. 2002.

SEBASTIAN, S. et al. Apparent digestibility of protein and amino acids in broiler chickens fed a corn-soybean diet supplemented with microbial phytase. *Poultry Science*, v.76, n.12, p.1760-1769, 1 dez. 1997.

SEILER, N. Chapter 13 roles of polyamines in cell biology. In: BITTAR, E.E.; BITTAR, N. (Eds.) *Principles of Medical Biology*. [s.l.] Elsevier, 1996. v.4, p.329-348.

SELLE, P.H. et al. Phytate and phytase: consequences for protein utilisation. *Nutrition Research Reviews*, v.13, n.2, p.255-278, 2000.

SELLE, P.H. et al. Implications of sorghum in broiler chicken nutrition. *Animal Feed Science and Technology*, v.156, n.3, p.57-74, 30 mar. 2010.

SELLE, P.H. et al. Protein-phytate interactions in pig and poultry nutrition: A reappraisal. *Nutrition Research Reviews*, v.25, n.1, p.1-17, 2012.

SELLE, P.H.; RAVINDRAN, V.; PARTRIDGE, G.G. Beneficial effects of xylanase and/or phytase inclusions on ileal amino acid digestibility, energy utilisation, mineral retention and growth performance in wheat-based broiler diets. *Animal Feed Science and Technology*, v.153, n.3, p.303-313, 24 set. 2009.

SHARMA, V.D.; FERNANDO, M.A.; SUMMERS, J.D. The effect of dietary crude protein level on intestinal and cecal coccidiosis in chicken. *Canadian journal of comparative medicine: Revue Canadienne de Medecine Comparee*, v.37, n.2, p.195-199, abr. 1973.

SHLOMO YAHAV. Ammonia affects performance and thermoregulation of male broiler chickens. *Animal Research*, v.53, n.4, p.289-293, 2004.

SI, J.; BURNHAM, D.J.; WALDROUP, P.W. Extent to which crude protein may be reduced in corn-soybean meal broiler diets through amino acid supplementation. *International Journal of Poultry Science*, v.3, n.2, p.46-50, 2004.

SILVA, H.O.; SILVA, L.F. Novos conceitos e tecnologias aplicadas à produção e nutrição de suínos aliados a sustentabilidade. *Ciência Animal*, v.25, n.1, p.109-120, 2015.

SLACK, E. et al. Functional flexibility of intestinal IgA - broadening the fine line. *Frontiers in Immunology*, v.3, p.100-100, 3 maio 2012.

SU, S. et al. Expression of digestive enzymes and nutrient transporters in Eimeria acervulina-challenged layers and broilers. *Poultry Science*, v.93, n.5, p.1217-1226, 1 maio 2014.

SUTTON, M.A. et al. *Our nutrient world: the challenge to produce more food and energy with less pollution*. Edinburgh: Centre for Ecology & Hydrology, 2013.

TAVERNARI, F.C. *Atualização da proteína ideal para frango de corte: valina e isoleucina*. Tese [Doutorado em Zootecnia]. Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa – UFV, 2010. 61p.

TOLEDO, G.S.; LÓPEZ, J.; COSTA, P.T.; SOUZA, H. Aplicação dos conceitos de proteína bruta e proteína ideal sobre o desempenho de frangos de corte machos e fêmeas criados no inverno. *Ciência Rural*, v.34, n.6, 2004.

VALENTINE, H. A study of the effect of different ventilation rates on the ammonia concentrations in the atmosphere of broiler houses. *British Poultry Science*, v.5, n.2, p.149-159, 1 maio 1964.

VAN AARDENNE, J.A. et al. A 1°×1° resolution data set of historical anthropogenic trace gas emissions for the period 1890–1990. *Global Biogeochemical Cycles*, v.15, n.4, p.909-928, 1 dez. 2001.

VAN HARN, J.; DIJKSLAG, M.A.; VAN KRIMPEN, M.M. Effect of low protein diets supplemented with free amino acids on growth performance, slaughter yield, litter quality, and footpad lesions of male broilers. *Poultry Science*, v.98, n.10, p.4868-4877, 1 out. 2019.

WANG, Y.M. et al. Effect of atmospheric ammonia on growth performance and immunological response of broiler chickens. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, v.9, n.22, p.2802-2806, 2010.

WILLIAMS, R.B. A compartmentalised model for the estimation of the cost of coccidiosis to the world's chicken production industry. *International Journal for Parasitology*, v.29, n.8, p.1209-1229, 1 ago. 1999.

WITLOCK, D.R.; RUFF, M.D. Comparison of the intestinal surface damage caused by Eimeria mivati, E. necatrix, E. maxima, E. brunetti, and E. acervulina by scanning electron microscopy. *The Journal of Parasitology*, v.63, n.2, p.193-199, 1977.

ZANELLA, I. et al. Effect of enzyme supplementation of broiler diets based on corn and soybeans. *Poultry Science*, v.78, n.4, p.561-568, 1 abr. 1999.

3. DESAFÍOS PARA EL BIENESTAR ANIMAL EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN SUSTENTABLES

Jaime Fabián Cruz Uribe[1], Flavio Medeiros Vieites[2], Christiane Silva Souza[3], Geicimara Guimarães[4], Girlaine Pereira Oliveira[5]

[1]Profesor investigador Facultad de Medicina Veterinaria Universidad Antonio Nariño. Colombia.
[2]Profesor Asociado de la Universidad Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora-MG, Brasil.
[3]Pos-Doctoranda en Zootecnia (PNPD/CAPES), Universidad Federal Rural de Rio de Janeiro – UFRRJ, Seropédica-RJ, Brasil.
[4]Maestro em Agroecología, UFV.
[5]Profesor de la Universidad Federal de Espírito Santo, Alegre-ES, Brasil.

RESUMEN – El bienestar animal es el nuevo paradigma que estará presente en los sistemas de producción ganaderos. Luego de algunas décadas de la intensificación de estos sistemas, se han evaluado algunas de sus consecuencias relacionadas con la salud, el comportamiento, la nutrición y el confort de los animales. El desarrollo de indicadores utilizados para su evaluación y las tendencias generadas por consumidores y productores han cambiado la forma de criar y producir animales a nivel global.

Palavras chave: alojamento, comportamento, nutrición, salud animal.

CHALLENGES FOR ANIMAL WELFARE IN SUSTAINABLE PRODUCTION SYSTEMS

ABSTRACT – *Animal welfare is the new paradigm that will be present in livestock production systems. After some decades of the intensification of these systems, some of their consequences related to the health, behavior, nutrition and comfort of animals have been evaluated. The indicators used for its evaluation and the trends developed by consumers and producers have changed the way of raising and producing animals globally.*

Keywords: animal health, behavior, housing, nutrition.

Introducción

El bienestar animal es una temática que ha tenido un importante desarrollo en los últimos 20 años. Sus aportes han sido la base para modificaciones en la legislación que ha obligado a cambios en los sistemas productivos. Hacer un análisis de los ajustes en los sistemas de crianza y producción animal, permitirá comprender la evolución implementada y visualizar los desafíos que tendrán con relación a este aspecto.

Consideraciones relacionadas con el bienestar animal

El concepto de bienestar animal hace referencia a la medición del estado físico y mental de un individuo en relación con las condiciones en las que vive (entorno) (Broom, 1986; World Organization of Animal Health – WOAH, 2008). Fraser et al. (1997) consideraron tres elementos complementarios: el funcionamiento adecuado del organismo (salud y alimentación), su estado emocional (ausencia de emociones negativas tales como dolor y miedo crónico) y la posibilidad de expresar conductas normales para la especie, considerando su importancia cuando el animal muestra respuestas de estrés o manifiesta conductas anormales cuando no puede expresar la conducta en cuestión (Mendl, 2001).

Ya desde 1965 se enunciaron los principios de las cinco libertades, que buscan garantizar el bienestar de un animal (Farm Animal Welfare Council – FAWC, 1992; 1993):

- El animal no sufre sed, hambre ni malnutrición (nutrición).
- El animal no sufre estrés físico ni térmico (ambiente adecuado).
- El animal no sufre dolor, lesiones ni enfermedades (salud).
- El animal es capaz de mostrar la mayoría de sus patrones normales de conducta (Comportamiento).
- El animal no experimenta miedo ni angustia (estrés).

Si bien estos principios han constituido la base de muchas de las leyes de protección de los animales, estos presentan dos problemas relacionados con su carácter genérico y la posibilidad que se superpongan entre ellas. Como respuesta, surgieron aproximaciones diferentes como el proyecto Welfare Quality® cuyos protocolos incluyen medidas basadas directamente en los animales, a diferencia de otros que incluyen medidas basadas en el ambiente. Esta propuesta, valora el bienestar animal teniendo en cuenta cuatro aspectos:

- ¿Se alimenta a los animales de forma correcta?
- ¿Se aloja a los animales de forma adecuada?
- ¿Es adecuado el estado sanitario de los animales?
- ¿Refleja el comportamiento de los animales un estado emocional adecuado?

Velarde et al. (2009) mencionan que estas preguntas son el punto de partida de 12 criterios en los que se puede valorar el bienestar de los animales en un sistema:

Alimentación

- Ausencia de hambre prolongada
- Ausencia de sed prolongada

Alojamiento

- Confort en relación al descanso
- Confort térmico
- Facilidad de movimiento

Estado sanitario

- Ausencia de lesiones
- Ausencia de enfermedad
- Ausencia de dolor causado por prácticas de manejo

Comportamiento

- Expresión de un comportamiento social adecuado. Equilibrio entre los aspectos negativos y los positivos.

- Expresión adecuada de otras conductas. Equilibrio entre los aspectos negativos (estereotipias) y los positivos.
- Interacción adecuada entre los animales y sus cuidadores (no temor a las personas).
- Estado emocional positivo.

Tanto los criterios como los principios deben cumplirse para los animales de granja en todas las fases del proceso productivo desde la gestación, cría, engorde, transporte y sacrificio.

Indicadores de bienestar

La imposibilidad de un animal de satisfacer una necesidad genera poco bienestar por el estrés que desencadena. Su importancia permitió que Hurnik y Lehman (1988) calificaron las necesidades en 3 categorías:

- aquellas que si no son satisfechas producen la muerte rápida;
- aquellas que si no son satisfechas producen enfermedades, deterioro progresivo y finalmente la muerte;
- aquellas que si no son satisfechas producen estereotipos y otras aberraciones del comportamiento.

Si bien cierto nivel de estrés puede ser ventajoso para mantener diferentes funciones biológicas, demasiado o ningún estrés es indeseable. Usualmente en la producción intensiva, los animales no pueden escapar de las condiciones que generan estrés y la respuesta puede producir efectos importantes sobre el sistema nervioso autónomo y neuroendocrino, colocando al animal en riesgo de enfermedades por efectos inmunológicos, producir fallos en la reproducción, crecimiento reducido o comportamiento aberrante. En ese sentido se sabe que el estrés aumenta los niveles de colesterol, y produce linfopenia lo que deja al animal en mayor riesgo de contraer enfermedades (Gross y Siegel, 1993).

Sin embargo el estrés no es sólo un fenómeno fisiológico o de comportamiento que permite evaluar cuestiones relativas a la calidad de vida. Para medir el bienestar es necesario usar distintos criterios fisiológicos, inmunológicos, relacionados con la salud, la reproducción, la productividad y el comportamiento (miedo, dolor, frustración). Una dificultad es que la respuesta del bienestar dependerá del peso dado a cada componente, y otra es que cada componente puede producir diferentes respuestas.

Broom (1988) mencionó dos estrategias para medir el bienestar animal:

1) medir el bienestar bajo usando varios indicadores.
2) reconocer el bienestar alto por libre elección del animal.

Con relación al primero, se han usado indicadores de problemas de bienestar incluyendo el ritmo cardíaco, el ritmo respiratorio, la alteración de la función adrenal, y la química cerebral. Sin embargo, también existen indicadores postmorten como la calidad de la carne (pálida-suave-exudativa debida a glicolisis, ácido láctico y descenso de pH), u otros relacionados con productos como el de la calidad externa del huevo (cáscara rosa) o interna (manchas de sangre). Otros indicadores relacionados con el comportamiento son la indiferencia ante el medio que rodea al animal, y los estereotipos o movimientos repetidos sin ningún objetivo (Campo et al., 2013). Sin embargo, no siempre el resultado obtenido al aplicar un indicador refleja la realidad de la situación que vive el animal, en ese sentido, es posible que el indicador elegido muestre que el bienestar sea adecuado, lo que no significa necesariamente que haya ausencia de problemas.

La otra posibilidad para reconocer el bienestar alto es observar la preferencia del animal y cuantificar lo que está dispuesto a trabajar para conseguirla. También este método presenta 2 dificultades, el animal puede elegir lo que no es bueno para él, y la acción requerida

para hacer la elección puede ser sencilla y no indicar la importancia de esta. En cualquier caso, la elección (lo que gusta o disgusta al animal) es importante para entender su salud psicológica. El miedo es el principal estresante psicológico y depende de factores genéticos y de experiencias previas. Por ejemplo, la duración de la inmovilidad muscular inducida en aves es un buen indicador del bienestar psicológico asociado con el miedo (Gallup, 1979).

Evolución de los sistemas productivos y el bienestar

La crianza de los animales de granja hasta la mitad del siglo pasado fue similar en la mayoría de países, donde existía un amplio uso de mano de obra para actividades de manejo, alimentación y limpieza. Sin embargo, con la aparición de la revolución verde, aparecen nuevos sistemas intensificados, el confinamiento y la automatización que generaron todo un cambio para los sistemas de crianza de aves y porcinos principalmente. Estos cambios, permitieron un incremento en la producción de leche, carne, lana o huevos en los animales de interés zootécnico lo que posibilitaba la generación de alimentos para una población mundial que crecía rápidamente. La mayor oferta de alimentos acompañada del desarrollo de la infraestructura para el transporte y la refrigeración, disminuyó el precio de los productos de origen animal, lo que también presionó a un cambio en el tamaño de las producciones para mantener niveles de ingresos adecuados (Fraser, 2006).

La producción animal había cambiado de formas familiares usualmente pequeñas, a grandes sistemas productivos cimentados bajo grandes inversiones financieras que esperan un beneficio de retorno, lo que generó también cambios en la forma de cuidado y manejo que se daba a los animales. En ese sentido, se pasó de sistemas con participación de muchos integrantes de la familia, donde existían crianzas personalizadas y cuidados particulares, quizás con pocos recursos financieros, tecnológicos y limitado acceso al conocimiento, al desarrollo sistemas masivos de alta

especialización y capital donde los animales viven en condiciones que se han cuestionado bajo la argumentación que podrían ser deplorables para su bienestar. Penman (1996) hizo la reflexión de como un humano en condiciones de vida similares a la de una gallina o un cerdo enjaulado toda la vida habría preferido el suicidio.

Sin embargo, el desarrollo de los sistemas de confinamiento permitió mejorar las condiciones sanitarias de los animales, vivir en un ambiente sin condiciones de temperatura o humedad extremas, evitar el riesgo de predación y acceder a una alimentación controlada, específica para sus requerimientos. Estos ajustes tuvieron un impacto directo al reducir la mortalidad en las diferentes etapas de la vida, así como a tener tasas de crecimiento más aceleradas, o mayores producciones de leche o huevos. De otra parte, la búsqueda por maximizar los beneficios y el aumento en la densidad de animales por área facilitó el manejo, lo que permitió ahorrar costos generados por la mano de obra requerida.

Desde este punto de vista, parte del problema también ha sido auspiciado por los consumidores, quienes por sus hábitos de consumo dejaron a los productores sin margen para mantener los valores sobre el cuidado de los animales. El reconocimiento económico para aquellos que consideran los principios de bienestar animal en sus sistemas productivos es una forma de alentar su colaboración y masificar su ejemplo.

Dentro de la discusión que se generó por el tema del bienestar animal en los sistemas productivos, aparecieron 2 pensamientos extremos en un esquema lineal. En uno de ellos la adopción del veganismo como una alternativa que no acepta el consumo de ningún producto de origen animal, criticado por desconocer la importancia biológica de las proteínas de origen animal y su importancia en nutrición y salud de niños y adolescentes, y en el otro extremo, la defensa de los sistemas intensivos como única opción en términos de seguridad alimentaria, por ser capaz de proveer de proteína de origen animal a una creciente población mundial, pero criticado no sólo por temas de bienestar sino por temas ambientales

(Fraser, 2006). Y entre dichas propuestas se encuentra toda una gama de posibilidades que desescalan una u otra de las ideas como los sistemas al aire libre, criticados entre otros por disminuir los niveles de producción y por ser considerados como un retroceso en el desarrollo productivo.

Sin embargo, la realidad actual deja ver que el aumento en el consumo mundial de lácteos y cárnicos sigue mantenido un ritmo creciente en los últimos 30 años, y que se espera continúe con esa tendencia principalmente por la demanda de la clase media emergente en países que mejoran sus estándares económicos (Ritchie y Roser, 2018). Pero cualquiera de los pensamientos extremos expuestos, poco aportan en la solución al problema del bienestar y desconocen el impacto socioeconómico que la actividad tiene en los pequeños y medianos productores quienes viven de esta actividad y siguen estando obligados por el mercado a competir por producción y precio, para lo cual la reducción de espacio o el tiempo del personal se convierten en variables a ajustar.

Los efectos del proceso de intensificación, también han cambiado los esquemas de selección animal, quienes a lo largo del proceso de domesticación evolucionaron bajo la orientación de comportamiento, con dos consecuencias importantes: cambios en el sistema del estrés, y cambios en el sistema responsable de la agresividad. Aunque la genética del comportamiento ha tenido un papel importante durante la domesticación, los programas de selección actuales han priorizado las variables productivas con consecuencias sobre la salud de los animales como en el caso de los pollos de engorde (discondroplasias, ascitis). Sin embargo, esta selección basada exclusivamente en los caracteres productivos que conllevó a una exigencia al límite fisiológico de los animales, a manipulaciones reproductivas y a transtornos comportamentales en animales seleccionados para alta eficiencia productiva, redujeron su bienestar. Esto ha permitido que comiencen a tomar importancia otros parámetros de selección relacionados con características de calidad, diversidad y bienestar.

Es muy probable que en el futuro se intensifique más ampliamente la selección genética para modificar el comportamiento, ya que una solución para reducir el daño de comportamientos anómalos en los animales domésticos es utilizar poblaciones sin ellos, de forma que los animales no estuviesen frustrados por la ausencia de su expresión. Estudios relacionados con la selección de indicadores del bienestar han sido de varios tipos: definición del parámetro de bienestar, estimación de su heredabilidad, búsqueda de algún marcador genético asociado, estimación de correlaciones genéticas y antagonismos entre producción y bienestar, y selección para el indicador de bienestar o por medio de un índice con valoración positiva para la producción y negativa para el miedo. La selección para poco miedo produce animales más fáciles de manejar y puede beneficiar tanto al bienestar como a la producción (Muir y Craig, 1998; Campo et al., 2013).

En general, como se ha mencionado a lo largo del documento, el bienestar conduce a una mejora de la producción. En ese sentido, la optimización y sostenibilidad de un sistema de producción debería esperarse cuando este beneficia a la sociedad (alta calidad alimenticia y mínimo impacto ecológico), a los productores (beneficio adecuado por su trabajo), y a los animales (buena calidad de vida) (Campo et al., 2013).

Finalmente, han sido los consumidores quienes han logrado a través de sus patrones de consumo, halar la cadena de producción marcando preferencias por alimentos producidos en sistemas amigables con el medio ambiente, socialmente justos y donde recientemente se considere el bienestar de los animales. Si bien todavía no es de los más valorados, su decisión de compra está relacionada con sus principios éticos y su preocupación por el tema (McLnerney, 2004). La existencia de estos consumidores, han posibilitado que los ganaderos puedan preocuparse más por aspectos como el medio ambiente y que dejen de lado el afán por producir sin importar con el bienestar de los animales.

Conclusiones

Los desafíos que vendrán para los sistemas de producción animal con relación al bienestar animal son complejos. Por décadas se priorizó la productividad sobre el medio ambiente y el bienestar, lo que terminó afectando la sostenibilidad de los sistemas. Ya se evidenció que tecnificación no necesariamente es confort, ni menor estrés para los animales. De la misma forma que intensificación y sistemas extensivos tampoco significan falta de bienestar o bienestar absoluto. El desarrollo de indicadores aplicables por los productores y la valoración de este factor por parte de consumidores serán los elementos que impulsarán su implementación como atributo de la calidad de los productos generados por estos sistemas.

Literatura Citada

BROOM, D.M. Indicators of poor welfare. *British Veterinary Journal*, v.142, p.524-526, 1986.

BROOM, D.M. The scientific assessment of animal welfare. *Applied Animal Behaviour Science*, v.20, n.1-2, p.5-19, 1988.

CAMPO, J.; GIL, M.; DÁVILA, S. *El bienestar de los animales domésticos.* Madrid: Departamento de Mejora Genética, Instituto Nacional de Investigación Agraria y Alimentaria, 2013. 9p.

FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL – FAWC. Updates the five freedoms. *Veterinary Record*, v.17, p.357, 1992.

FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL – FAWC. *Second report on priorities for research and development in farm animal welfare*. Londres: DEFRA, 1993.

FRASER, D.; WEARY, D.M.; PAJOR, E.A.; MILLIGAN, B.N. A scientific conception of animal welfare that reflects ethical concerns. *Animal Welfare*, v.6, p.187-205, 1997.

FRASER, D. *El bienestar animal y la intensificación de la producción animal. Una interpretación alternativa.* Roma: FAO – ONU, 2006. 34p. ISBN 92-5-305386-0.

GALLUP, G. Tonic immobility as a measure of fear in domestic fowl. *Animal Behaviour*, v.27, p.316-317, 1979.

GROSS, W.B.; SIEGEL, P. General principles of stressand welfare. p.21-34. In: GRANDIN, T. *Livestock Handling and Transport.* Wallingford, UK: CAB International, 1993.

HURNIK, J.F.; LEHMAN, H. Ethics and farm animal welfare. *Journal of Agricultural Ethics*, v.1, p.305-318, 1988. https://doi.org/10.1007/BF01826794

McLNERNEY, J. *Animal welfare, economics and policy.* Report on a study undertaken for the farm & animal health economics division of Defra. 2004.

MENDL, M. Animal husbandry: Assessing the welfare state. *Nature*, v.410, p.31-32, 2001.

MUIR, W.; CRAIG, J. Improving animal well-being through genetic selection. *Poultry Science*, v.77, n.12, p.1781-1788, 1998. https://doi.org/10.1093/ps/77.12.1781.

PENMAN, D. *The price of meat.* Londres: Victor Gollancz, 1996.

RITCHIE, H.; ROSER, M. *Meat and dairy production*. Published online at OurWorldInData.org. Retrieved from: 'https://ourworldindata.org/meat-production'. On 27.07.2020.

VELARDE, A.; TEMPLE, D.; DALMAU, A. *Proyecto Europeo Welfare Quality.* IRTA subprograma de bienestar animal, 2009. 6p.

WORLD ORGANIZATION OF ANIMAL HEALTH – WOAH. Introduction to the recommendations for animal welfare. In: *Terrestrial Animal Health Code 2008*. Paris, Francia: World Organization for Animal Health (OIE), article 7.1.1., p.235-236, 2008.

4. BIOFERTILIZANTES SOBRE PRODUCCIÓN Y CALIDAD DEL FORRAJE E INDICADORES EDÁFICOS

Luis Antonio Cuadros Moreno[1], Claudia Lucía Vargas Rodríguez[2], Flávio Medeiros Vieites[3]

[1]Zootecnista Universidad Nacional de Colombia, especialista en Nutrición y Alimentación Animal.
[2]Zootecnista Universidad de Cundinamarca, especialista en Nutrición Animal y Alimentación.
[3]Profesor Asociado de la Universidad Federal de Juiz de Fora-MG, Brasil.

RESUMEN – En esta revisión se recopilaron los resultados obtenidos en siete bioensayos en los que se aplicaron Caldos Microbiales Aerobios (con excretas de equino, de pollo y de avestruz) y Anaerobios (con excreta de bovino, caprino y ovino) en pastos de trópico alto, medio y bajo colombiano en los que se determinaron: indicadores edáficos (pH, meq/100g calcio, ppm fosforo, % de nitrógeno total y unidades formadoras de colonia (UFC) de bacterias, hongos y actinomycetos) y la producción de forraje verde por metro cuadrado y su composición: (% de materia seca, % de proteína cruda y % de cenizas) además, se determinaron los microorganismos presentes en los biofertilizantes preparados con excretas de bovino. El efecto se comparó contra urea en todos los trabajos y contra fertilizante comercial en uno de ellos. Se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas ($P<0.001$) en los minerales y las UFC de los microorganismos en el suelo y en la producción de biomasa. En los caldos microbiales de bovino se encontraron poblaciones de: *Lactobacillus sp, Azobacter vinelandii, Azobacter chrococcum, Pseudomona fluorescens, Pseudomona putida, Actinomyces sp., y Pseudomona cepacia*; asimismo, se encontró que los biofertilizantes aumentaron el margen económico del productor y que son una alternativa válida para producir carne o leche sin grandes impactos en el suelo.

Palabras clave: biofertilizantes, forrajes, microorganismos, suelo.

BIOFERTILIZERS ON PRODUCTION AND QUALITY OF FORAGE AND EDAPHIC INDICATORS

ABSTRACT – *In this review the results obtained in this study were collected in the application of Aerobic Microbial Broth (whit excreta of equine, of chicken and of ostrich) and Anaerobic Microbial Broth (whit excreta of bovine, of goat and of sheep) cultures in high, medium and low tropic pastures in seven bioassays to determine: edaphic indicators (pH, meq/100 g calcium, ppm phosphorus, % total nitrogen and colony forming units of bacteria (CFU), fungi and actinomycetes) and the production of green forage per square meter and its composition: (% of dry matter, % of crude protein and % of ash) also, the microorganisms present in the biofertilizers prepared with excreta of bovine. The effect was compared against urea in all the work and against commercial fertilizer in one of them. Highly statistical differences (P<0.001) were found in minerals and CFUs of microorganisms in the soil and in biomass production.* In bovine microbial broths culture were found: Lactobacillus sp, Azobacter vinelandii, Azobacter chrococcum, Pseudomona fluorescens, Pseudomona putida, Actinomyces sp., And Pseudomona cepacia; biofertilizers increase the economic margin of the producer and they are a valid alternative to produce meat or milk without major impacts on the soil.

Keywords: biofertilizer, forage, microorganisms, soil.

Introducción

Los pastos y forrajes constituyen una fuente de alimentación abundante y barata para los rumiantes (bovinos, caprinos y ovinos), equinos y conejos; utilizando la luz, el agua y el suelo como los principales insumos para producirlos; siendo el suelo el componente que aporta los nutrientes esenciales a los pastos para su crecimiento hasta el momento en que los animales lo consumen y por consiguiente da una buena calidad del mismo, tanto su condición física como química y biológica determinan la cantidad y calidad de los pastos.

La ganadería colombiana utiliza semen, drogas, maquinarias, agroquímicos y especialmente semillas de pastos mejoradas importadas, que requieren para su establecimiento, manejo y producción de fertilizantes, plaguicidas y herbicidas.

Según Agromeat, en el año 2015 Colombia importó 34.7 millones de litros y 43.3 millones de kg de agroquímicos y produce alrededor de 1.6 millones de toneladas de fertilizantes por año, de las cuales 600.000 toneladas pertenecen a la multinacional Yara. (Valora Analitik, 2019).

Fernando Osorio, gerente técnico de Finca S.A., en marzo de 2018 reportó: Un costo promedio de fertilización de pastos por ha/año de 471 USD en trópico alto, 255 USD en trópico medio y 114 USD en trópico bajo siendo este costo de 323 USD en el top 20 superior y de 573 USD en el top 20 inferior de las más de 180 fincas analizadas.

La dependencia del precio del petróleo aumenta el valor de los fertilizantes dificultando su utilización por ganaderos, aumentando los costos de producción y por consiguiente disminuyendo su productividad. Asimismo, elevando el precio de los productos (carne y/o leche), afectando el consumo de proteína animal, lo que aumenta la desnutrición especialmente en la población infantil; para el 2015 se encontró que 1 de cada 10 niños en Colombia sufre de desnutrición crónica (Bernardi, 2015).

Estos estudios determinaron que la biomasa forrajera es similar al utilizar biofertilizantes o urea (Medina y Pardo, 2004), ya que los biopreparados aumentan las poblaciones de bacterias, hongos y actinomicetos del suelo (Díaz y Robledo, 2007) y el margen económico en ganadería (Ramírez y Urueña 2010), así mismo, Pinheiro en 2008, determinó que los biopreparados aumentan la materia seca y las cenizas en fresas, tomate, aguacate, cebolla, fríjol y habichuela.

Como ya se dijo, la producción agropecuaria en gran parte depende de la calidad y fertilidad de los suelos que están estrechamente relacionadas con la cantidad y tipo de microorganismos del suelo, los cuales, entre otras funciones, mineralizan y hacen disponibles los nutrientes para la planta, afectando la cantidad y la calidad de los forrajes producidos (Díaz y Robledo, 2007). De tal forma que, para mejorar la respuesta zootécnica de los animales (producción láctea, ganancia

de peso, parámetros reproductivos, calidad de la carne y la leche), se hace indispensable desarrollar sistemas de producción sostenibles que no afecten el ambiente y que utilicen insumos producidos en la misma empresa agropecuaria, como los biofertilizantes elaborados a partir de excretas de animales que aportan nutrientes y microorganismos al suelo, buscando mejorar la producción de forrajes, la respuesta zootécnica del ganado y la rentabilidad de la empresa agro ganadera.

Metodología

Se realizó un estudio bibliográfico donde se recopiló información de siete trabajos elaborados en la Universidad de Cundinamarca y en la Fundación Universitaria Agraria de Colombia, sobre aplicación de biofertilizantes en el suelo realizados a partir de excretas de: bovino, equino, pollo, caprino, ovino, avestruz, bovino + vitaminas y equino + vitaminas, donde se midieron indicadores edáficos y productivos.

Los trabajos se realizaron en zona de trópico Bajo: Curillo (Caquetá) y Nilo (Cundinamarca); trópico Medio: Arbeláez, Fusagasugá y Silvania (Cundinamarca) y Trópico Alto: Chocontá (Cundinamarca). Las investigaciones se realizaron entre los años 2003 y 2010 en cultivos de pasto Estrella *(Cynodon nlemfuensis),* Ray grass Tetrablend-260 *(Lolium multiflorum)*, Kikuyo *(Pennisetum clandestinum)* y Maralfalfa *(Pennisetum spp).*

En los experimentos se comparó contra un testigo absoluto, contra 60 kg/ha de urea y en uno de los trabajos contra 100 kg/ha de fertilizante comercial.

Se analizó en el forraje, % de Materia Seca por método de evaporación de la humedad en horno a 100ºC; % de humedad por diferencia (100- M.S); % de cenizas por calcinación en mufla a 600ºC.; % de nitrógeno por método de Kjeldahl en el equipo de Buche B316 y % de proteína multiplicando % N x 6.25.

En suelo se analizó UFC/g de hongos por el método de cultivo en superficie (agar papa dextrosa); UFC/g de bacterias por el método de cultivo en superficie (agar nutritivo); UFC/g de Actynomicetes por el método de cultivo en superficie (agar almidón amoniacal). También se determinaron: Nitrógeno por método de Kjendahl, Fósforo disponible por el método Bray II y Calcio por el método de: Acetato de amonio 1N pH 7

En el análisis económico se compararon costos de producción y los ingresos, calculando fundamentalmente el valor de kg de MS.

Aspectos generales

- *Microorganismos del suelo*

De la Torre (1993) realizó uno de los primeros trabajos sobre microbiología de suelos, dicho trabajo fue realizado en el departamento del Caquetá, en el cual se estudió la distribución y caracterización de las poblaciones microbiológicas en los suelos del bosque húmedo tropical; en este estudio se reportó que la comunidad microbiana fue: 65% de bacterias, 25 a 30% de hongos y de 2 al 14% por actinomycetos. Los principales agentes de mineralización son las bacterias no fotosintéticas y los hongos, este grupo de microorganismos se les denomina en términos científicos saprofitos o descomponedores en términos coloquiales.

- *Bacterias del suelo*

Son los microorganismos más abundantes y pequeños (0,1 a 1 micras). Pueden ser aerobias (crecen con oxígeno), anaerobias (crecen sin oxígeno) o facultativas (crecen con o sin oxígeno); pueden tolerar pH ácido (acidófilas), pH básico (basófilas) o pH neutro (neutrófilas).

En suelos ácidos algunas bacterias neutrófilas tienen la capacidad de neutralizar el suelo donde se están desarrollando para cumplir su función, si las bacterias se alimentan de compuestos orgánicos son heterótrofas, si se alimentan de inorgánicos, son autótrofas. Las que se desarrollan a temperaturas medias (15 a 40 grados celsius) son mesófilas, a temperaturas

menores a 15 grados celsius son psicrófilas y a temperaturas mayores a 40 grados celsius son termófilas. La mayoría de las bacterias del suelo que son importantes para las plantas son heterótrofas, aerobias y mesófilas (Delgado 2005).

En el suelo abundan las bacterias quimioheterotrofas, así que pueden usar casi cualquier compuesto orgánico en su metabolismo, estas son las promotoras iniciales de la descomposición de la materia orgánica, siendo los principales agentes de las fases tempranas del compostaje y producción de abonos. En la rizosfera existen bacterias capaces de solubilizar compuestos insolubles en fósforo unidos al hierro (estrenuita), al aluminio (variscita) y al calcio (fosfato tricalcico), lo cual retoma gran importancia si se considera que el fósforo es el elemento limitante en la producción de los suelos en colombiana.

- *Hongos del suelo*

Son degradadores aerobios de material vegetal en descomposición en suelos ácidos, producen enzimas y metabolitos que contribuyen al ablandamiento y a la transformación de sustancias orgánicas; los hongos metabolizan compuestos carbonados de muy difícil degradación como la celulosa, la hemicelulosa y la lignina. También degradan azúcares simples, alcoholes, aminoácidos y ácidos nucleicos (Delgado, 2005).

- *Actynomicetos en el suelo*

Son considerados como los mejores agregadores del suelo, pues son muy eficientes produciendo sustancias húmicas, contribuyen a la fijación de nitrógeno y a la descomposición de la materia orgánica, como también al mantenimiento de la estructura de los suelos, la degradación de agroquímicos y el control biológico de plagas.

Constituyen del 10 al 50% de la comunidad microbiana del suelo, se reproducen por conidias y estas son resistentes a condiciones difíciles de temperatura, acidez y humedad, esto les permite germinar cuando se restablecen las condiciones favorables para su desarrollo; se desarrollan

bien en suelos con pH desde 5 hasta 7. Se nutren de materiales orgánicos (heterótrofos) (Delgado, 2005). Degradan desde azúcares simples, proteínas, ácidos orgánicos hasta substratos muy complejos compuestos por hemicelulosa, lignina, quitina y parafina.

Preparación de los Biofertilizantes utilizados en los bioensayos

Para la elaboración de los caldos microbiales utilizados en los trabajos se utilizaron los siguientes ingredientes:

Leche: Como fuente de proteína, aminoácidos, vitaminas y grasa necesarios para la multiplicación de los microorganismos se puede reemplazar por yogurt, kumis, suero, sangre, harinas proteicas o concentrado de terneras (Restrepo, 2002).

Melaza: Como fuente de energía para activar el metabolismo de los microorganismos permitiendo su multiplicación, además aporta minerales como potasio, magnesio y boro. Se puede sustituir con glicerol, melote, azúcar, harinas de cereales, entre otros.

Estiércol: Como fuente de microorganismos (bacterias y protozoos) indispensables en el proceso de fermentación, por esta razón el estiércol debe ser fresco y en lo posible que no haya sido expuesto al sol, lo cual disminuiría el número de microorganismos vivos, por la misma razón el estiércol debe provenir de vacas sanas que no hayan sido tratadas con antibióticos. Los diferentes investigadores utilizaron estiércol de: equino, bovino, avestruz, pollo, conejo, cabra y oveja.

Fuente de minerales: cenizas, harina de rocas y lodo de laguna.

Agua: la principal función es facilitar el medio líquido para la difusión de las reacciones de la fermentación anaerobia del caldo.

Elaboración de biofertilizantes anaerobios

Para la preparación se utilizó una caneca plástica de 200 L, en la que se mezclaron 150 L de agua, 50 kg de estiércol fresco de rumiante (Ovino, caprino, bovino), 1 L de leche, 1 kg de melaza y 1 kg de ceniza, harina de roca o lodo; a la tapa de la caneca se le perforó un pequeño agujero donde se instaló una manguera para permitir la salida de los gases evitando la entrada de aire, en el otro extremo de la manguera se ubicó una botella con agua que actuó como válvula de escape del gas que se produce en el interior de la caneca (Figura 1). Transcurridos 21 días, mediante filtrado se extrajo el contenido líquido para ser utilizado al 10% como biofertilizante del suelo.

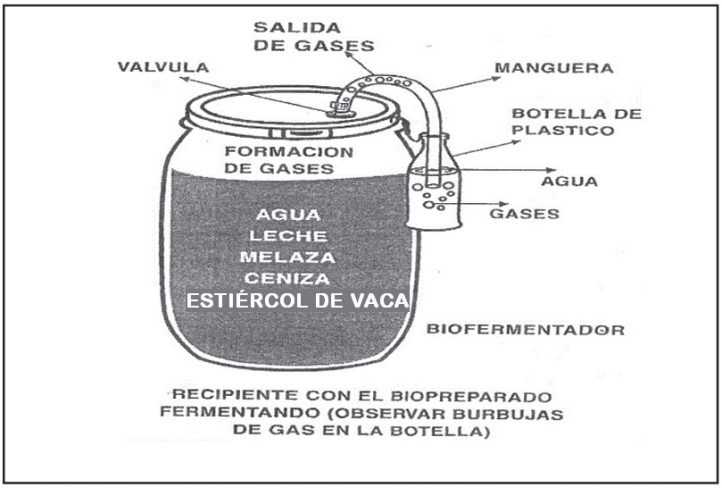

Figura 1 - Fermentación del caldo microbial anaerobio.
Fuente: Restrepo, 2002.

Producción de caldo microbial aerobio

Se utilizaron los mismos ingredientes y proporciones, pero el estiércol es de animales no rumiantes (Pollo, Avestruz, Equino, Conejo), no se utilizó tapa.

Resultados en los suelos con la aplicación de biofertilizantes

En la Tabla 1, se resumen los resultados obtenidos con la aplicación de los biofertilizantes; se observó que la población de microorganismos aumentó con la aplicación de caldos.

En los caldos microbiales se encontraron poblaciones de microorganismos como: *Lactobacillus sp, Azobacter vinelandii, Azobacter chrococcum, Lactococcus, Pseudomona fluorescens, Pseudomona putida, Actinomyces sp y Pseudomona cepacia.*

Tabla 1 - Resumen de experimentos con Biofertilizantes en pastos

Autores	Tratamientos	UFC Hongos	UFC Bacterias (miles)	UFC Actinomycetes	Calcio meq/100g	Nitrógeno Total %	Fosforo ppm	pH	% MS del forraje	%PC del forraje	% Cenizas de forraje	Ton/Forraje Verde/ha
Arias y Ortiz, 2007. Lugar: Arbeláez	Testigo	5500	17	3000	11.3	0.23	4.33		28.86	10.2	9.39	28.86
	Urea	5500	15	2900	11.0	0.35	4.25		28.21	12.19	8.26	28.21
	Equinaza	60000	210	33000	11.5	0.34	5.21		28.51	13.6	9.53	28.51
	Bovinaza	59000	220	35000	11.9	0.33	5.45		28.71	13.25	9.39	28.71
	Equinaza+vit	54000	230	34000	11.7	0.32	5.20		28.76	14.5	9.26	28.56
	Bovinaza+vit	58000	250	31000	12.1	0.34	5.38		28.51	16.6	9.87	28.51
Vega y Leon, 2007. Lugar: Arbeláez	Testigo	5200	20	3000					9.9	8.6	8.36	9.86
	Bovinaza	53667	220	28667					9.8	9.8	10.4	12.43
	Equinaza	53000	196	29667					9.7	10.23	9.7	12.83
	Pollinaza	45000	190	28000					10.1	10.5	12.06	11.36
	Urea	5400	16	3000					9.9	8.6	8.36	9.86
Robledo y Díaz, 2007. Lugar: Caquetá	Testigo	2500	150	5600	10	0.4	7.0	4.1	26	7.8	7.81	28.0
	Aerobio	4200	380	3900	14	0.6	8.0	4.1	26	10.5	8.47	28.0
	Anaerobio	4400	563	3400	16	0.7	9.0	4.2	23	9.8	8.41	23.0
	Urea	2500	135	4800	6	0.2	6.0	4.3	26	11.3	6.48	26.0
Silva, 2008. Lugar: Fusagasugá	Testigo				10.29		42	6.07	25.49	13.35	7.8	10.98
	Bovinaza				10.16	0.85	28	6.2	22.84	13.25	9.25	11.67
	Micorrizas				11.49	0.76	52	6.39	23.38	13.39	8.9	12.64
	Equinazas				15.97	0.68	10.44	6.41	20.52	13.59	9.4	10.50
	Urea				21.09	0.46	89	6.46	24.4	13.36	7.74	13.38

Medina y Pardo, 2004. Lugar: Nilo	Testigo				11.50	0.20	11.0		28.7	12.00	4.90	18.00
	Avestruzasa				11.0	0.40	9.00		32.30	18.95	4.90	23.00
	Humus				11.50	0.70	5.10		31.50	18.50	6.60	24.00
	Bovinaza				13.20	0.30	8.30		30.10	19.50	7.50	27.00
	Urea				11.5	0.38	1.20		31.50	17.50	5.60	27.00
Agudelo y Fino, 2005. Lugar: Arbeláez	Testigo								28.7	12.00	4.9	16.0
	Conejaza								32.30	18.95	4.9	23.0
	Caprinaza								31.50	18.5	6.6	24.0
	Urea								30.10	19.5	7.5	27.0
	Ovinaza								31.10	17.5	5.6	27.0
Ramírez y Urueña, 2009. Lugar: Chocontá	Testigo	6466	17	320	16.80	1.44	22.7	6.0	20.60	23.60	11.9	4.94
	Químico	6800	14	2.933	15.80	1.35	19.4	6.8	19.60	20.60	8.70	11.22
	Bio-Roca	64333	2766	33666	17.7	1.48	14.20	6.7	18.20	20.20	11.80	8.05
	Bio-Lodo	70000	3266	38000	18.0	1.34	31.10	6.7	17.30	18.3	11.80	9.55

Analizando la Tabla 1, se observó que en el suelo, se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas (P>0.001) en la concentración de minerales y en las UFC de microorganismos y que estos valores disminuyeron con utilización de urea.

Las (UFC/g) de hongos aumentaron significativamente con respecto al testigo con 3 aplicaciones de caldos microbiales cada 40 días, mientras que la fertilización nitrogenada (60 kg/ha) después del corte cada 40 días no favorece el incremento de este tipo de microorganismos.

La fertilización con caldos microbiales, aumentó el número de (UFC/g) de bacterias al compararlos contra el testigo y la urea respectivamente. Todavía la utilización de urea disminuyó el número de (UFC/g) de bacterias en un 13% y de *Actynomicetes* en el suelo en un 3.4%.

El número de (UFC/g) de *Actynomicetes* aumentaron en los suelos fertilizados con caldos microbiales respecto a los suelos testigo y fertilizados con urea (60 kg/ha) cada 40 días.

La utilización de los biofertilizantes aumentó el nivel de proteína del pasto estrella *Cynodon nlemfuensis* en un 44.4% y 20.8% al compararlo con los forrajes testigo y fertilizado con urea, respectivamente. Además, la adición de vitaminas A y E al caldo aeróbico aumentó en un 25.8% los niveles de proteína del pasto fertilizado con este biopreparado. En contraste, la agregación de vitaminas A y E al caldo anaeróbico no produjo ninguna diferencia en el porcentaje de proteína de los pastos con este biofertilizante. Estas diferencias están relacionadas con el mayor contenido de minerales (Ca, P y K) y de los buenos niveles de nitrógeno total %.

El uso de caldos microbiales produjo 22.7% más biomasa que el tratamiento testigo y también 9.14% menos biomasa respecto al tratamiento con urea, mientras tanto

los niveles de potasio en el suelo del tratamiento testigo y urea (60 kg/ha) fueron menores en los suelos con biofertilizantes.

Enfatizamos que todos los tratamientos presentaron valores similares en el contenido de fibra y no afectaron el contenido de materia seca de los forrajes.

Conclusiones

La producción de biomasa se afectó significativamente con la biofertilización respecto al testigo y con diferencias a favor de la fertilización con químicos; asimismo, los biofertilizantes aumentaron el margen económico del productor y son una alternativa válida para producir carne o leche sin grandes impactos en el suelo.

Es necesario seguir investigando ya que los caldos microbiales permiten variar sus ingredientes y dosificación, permitiendo así aprovechar mejor los recursos básicos de las fincas.

La utilización de los caldos microbiales en la fertilización de pastos reducen considerablemente el uso de recursos externos y aumentan la eficiencia de los recursos básicos.

Literatura citada

AGROMEAT. *Colombia: Los agroquímicos son un mercado que mueve cerca de US$600 millones al año*. https://www.agromeat.com/239808/colombia-los-agroquimicos-son-un-mercado-que-mueve-cerca-de-us 600-millones-al-ano. 2008.

AGUDELO, C.; FINO, G. *Evaluación de biofertilizantes a base de excretas de conejo, oveja y cabra en pasturas de Kikuyo (Pennisetum clandestinum) en el municipio de Sibaté, Cundinamarca*. Tesis para optar al título de Zootecnista de la Universidad De Cundinamarca. Fusagasugá: UDEC, p.23-26, 2005.

ARIAS, L.; ORTIZ, D. *Efecto de biofertilizantes anaerobio y aerobio sobre el pasto estrella y los microorganismos del suelo.* Tesis para optar al título de Zootecnista de la Universidad De Cundinamarca. Fusagasugá: UDEC, p.41-44, 2007.

BERNARDI, R. *Informe anual UNICEF Colombia [Internet]*. Colombia: Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia [acceso 30 de mayo de 2017]. Disponible en: https://unicef.org.co/informes/informe-anual-unicef-colombia-2015-version-espanol. 2015.

CASTELLANOS, R. El *estiércol como fuente de nitrógeno*. Seminarios técnicos. I.N.I.F.A. Torreón Coahuila, México: Ed. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos, p.8-124, 1980.

DELGADO, M. *Los microorganismos del suelo en la nutrición vegetal*. Agriculturas para la vida. Cali, Colombia: Impresora Feriva, 2005.

DIAZ, E.; ROBLEDO, O. *Efecto de biofertilizantes sobre parámetros productivos de pasto Braquiaria y la composición química y biológica del suelo en Curillo, Caquetá*. Tesis para optar al título de Zootecnista de la Universidad Agraria de Colombia. Bogotá D.C.: UNIAGRARIA, p.49-53, 2007.

FAO. http://www.aporrea.org/actualidad/n145991.html. *Informe Anual de la FAO 2009*. Por: Sistema Digital. Fecha de publicación: 24/11/09.

GONZALEZ, J.; MORENO, O. *Efecto de la utilización de caldos microbiales con base en excretas en la producción de pasto KiKuyo (Pennisetum clandestinum) en el municipio de Silvania*. Tesis para optar al título de Zootecnista de la Universidad De Cundinamarca. Fusagasugá: UDEC, p.16-45, 2004.

MEDINA, A.; PARDO, G. *Evaluación de caldos microbiales a base de estiércol de avestruz (Struthio camelus), lombricompost y bovinaza en pasturas de India Guinea (Panicum maximum) en el municipio de Nilo Cundinamarca*. Tesis para optar al título de Zootecnista de la Universidad De Cundinamarca. Fusagasugá: UDEC, p.35-48, 2004.

OSORIO, F. *La gestión de la gerencia en la empresa lechera ANALAC*. Marzo 2018.

PINHEIRO, S. *Memorias diplomado internacional teórico práctico de agro ecología*. Fusagasugá: UDEC, p.116, 2008.

RAMIREZ, J.; URUEÑA, R.Y. *Efecto de la biofertilización con caldos microbiales sobre indicadores edáficos de producción y calidad del forraje en pradera de Lolium multiflorum.* Tesis para optar al título de Zootecnista Universidad Agraria de Colmbia. 2010.

RESTREPO. J. *Abonos orgánicos fermentados. Experiencia de agricultores en Centroamérica y Brasil*. Cedeco, p.144, 2002.

ROBLEDO, O.; DAZA, E. *Efecto de biofertilizantes anaerobio y aerobio sobre la producción de pasto Brachiaria decumbens y los microorganismos del suelo en Curillo, Caquetá*. Tesis para optar al título de Zootecnista Universidad Agraria de Colombia. 2007.

SILVA, J.C. *Evaluación de caldos microbiales enriquecidos con Micorrizas en pasto Braquiaria*. Tesis para optar al título de Zootecnista de la Universidad De Cundinamarca. Fusagasugá: UDEC, p.35-49, 2008.

VALORA ANALITIK. *Yara tiene 40% del mercado local de fertilizantes y exporta a más de 16 países*. https://www.valoraanalitik.com/2019/04/22/yara-tiene-40-del-mercado-local-de-fertilizantes-y-exporta-a-mas-de-16-paises/2019.

VEJA, F.; LEON, M. *Evaluación de caldos microbiales con excretas animales de equino, bovino y aves en pasto Maralfalfa*. Tesis para optar al título de Zootecnista de la Universidad De Cundinamarca. Fusagasugá: UDEC, p.45-47, 2007.

5. DESENVOLVIMENTO DE MODELOS PREDIÇÃO DO DESEMPENHO DE VACAS DE LEITE EM SISTEMAS INTENSIVO E A PASTO, E USO DOS MESMOS EM TABELAS DE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS E EM PROGRAMA DE FORMULAÇÃO DE RAÇÕES

Rogério de Paula Lana[1], Geicimara Guimarães[2]

[1]Professor titular, Ph.D., DZO/UFV, Viçosa-MG; rlana@ufv.br
[2]Mestre em Agroecologia/UFV; geicimara.guimaraes@ufv.br

RESUMO – Foi objetivo do presente trabalho comparar as tabelas de exigências nutricionais geradas através de equações obtidas por diferentes autores nas condições brasileiras, bem como utilizar o programa Ração 3.0 que acompanha o livro Sistema Viçosa de formulação de rações, 5ª edição, 2020, com a finalidade de ajustar dietas para vacas em lactação visando avaliar as recomendações dos referidos autores. As equações e tabelas apresentadas pelos diferentes autores e presentes no programa Ração 3.0 que acompanha o livro Sistema Viçosa de formulação de rações, 5ª edição, 2020, podem ser usadas, mas com cautela, uma vez que há variação entre as mesmas. Chama atenção o fato de que as maiores variações foram obtidas por Lana (2020a) para vacas com 16 kg ou mais de produção de leite total/dia, o que mostra que aquele estudo é, portanto, mais adequado para vacas de menor produção, a pasto; enquanto que as recomendações de Lana (2003) e Freitas et al. (2006) são mais adequadas para vacas entre 16 e 24 kg de leite total/dia; e Lana (2020b), com banco de dados integralizados, para vacas que produzam até 24 kg de leite total/dia, embora haja tendência de elevação das recomendações de nutrientes digestíveis totais e de proteína bruta ao aumentar a produção de leite.

Palavras chave: condições brasileiras, desempenho, equações de predição, exigências nutricionais, pastagem, vacas leiteiras.

Introdução

O Brasil produziu 35 bilhões de litros de leite em 2017, se classificando em quarto lugar na produção mundial de leite e com um rebanho de aproximadamente 23,3 milhões de vacas em lactação (EMBRAPA, 2018, 2019). As produtividade médias são de 7 litros de leite/vaca/dia e 1.500 litros de leite/vaca/ano em período de lactação de 210 dias, típico de vacas girolandas mantidas em pastagens tropicais no período chuvoso e ordenhadas na presença dos bezerros, com suplementação volumosa à base de cana de açúcar e, ou, capim elefante no período seco do ano e com ração concentrada na relação de 1 kg para cada 3 litros de leite ordenhado durante todo o período de lactação (Lana, 2020c).

O conhecimento das exigências nutricionais dos animais e da composição dos alimentos possibilita a formulação de dietas balanceadas para vários níveis de produção, permitindo maior aproveitamento dos nutrientes pelos animais e menor desperdício de alimentos (Lana, 2020c). As tabelas de exigências nutricionais para bovinos de leite mais utilizadas no Brasil foram geradas em países de clima temperado como Estados Unidos (NRC, 1989, 2001) e Inglaterra (ARC, 1980). Entretanto, as condições climáticas são diferentes daquelas predominantes em países de clima tropical como o Brasil. Portanto, a aplicação de tais dados em condições tropicais deve ser adotada com cautela (Freitas et al., 2006).

Lana (2003) e Freitas et al. (2006) desenvolveram equações de predição de consumo de matéria seca, consumo e exigências de energia e proteína, e validação do desempenho de vacas de leite utilizando dados da literatura científica brasileira. Os dados foram provenientes de experimentos com vacas de produção variando entre 14,9 e 27,2 kg de leite/vaca/dia, em sistema de confinamento completo ao longo do ano e predominantemente holandesas. Com as equações, foi possível desenvolver tabelas de exigências nutricionais de acordo com as condições brasileiras.

Lana (2020a), com base em banco de dados com vacas a pasto, obteve equações de predição dos consumos de matéria seca, nutrientes digestíveis totais e proteína bruta, as quais foram utilizadas para desenvolver tabela de nutricionais de vacas girolandas e gir em lactação, em pastagem no período das águas ou recebendo volumoso picado no período da seca, utilizando dados provenientes de 14 pesquisas publicadas em periódicos nacionais, e ajustou tabela de composição de alimentos em função do desempenho animal observado.

Lana (2020b), por sua vez, integralizou o banco de dados de Lana (2003), Freitas et al. (2006) e Lana (2020a), bem como de Oliveira et al. (2001), Soares et al. (2004) e Lana et al. (2008), desenvolveu equações de predição dos consumos de matéria seca, nutrientes digestíveis totais, proteína bruta e fibra em detergente neutro, e utilizou as referidas equações para desenvolver tabela de exigências nutricionais de acordo com as condições brasileiras, para vacas em lactação, das raças holandesa, em sistema intensivo, e girolanda e gir, a pasto no período das águas ou recebendo volumoso picado no período da seca.

Foi objetivo do presente trabalho comparar as tabelas de exigências nutricionais geradas através de equações obtidas por Lana (2003) e Freitas et al. (2006), Lana (2020a) e Lana (2020b), bem como utilizar o programa Ração 3.0 que acompanha o livro Sistema Viçosa de formulação de rações (Lana, 2020d) com a finalidade de ajustar dietas para vacas em lactação visando avaliar as recomendações dos referidos autores.

Tabelas de exigências nutricionais nas condições brasileiras e presentes no programa Ração 3.0 (Lana, 2020d)

A Tabela 1 apresenta as exigências nutricionais de vacas em lactação, das raças holandesa a ¾ holandês/gir, em sistema intensivo, e girolanda e gir, a pasto no período das águas ou recebendo volumoso picado no período da seca, segundo diferentes autores (Lana, 2003, compilando o

NRC, 1989 e 2001; Lana, 2003 e Freitas et al., 2006; Lana, 2020a,b) e que podem ser obtidas a partir do programa Ração 3.0 que acompanha o livro Sistema Viçosa de formulação de rações (Lana, 2020d).

Ao comparar as exigências nutricionais de vacas em lactação em sistema intensivo ou a pasto, entre diferentes autores, para vacas produzindo 8, 16 e 24 kg de leite total/dia (Tabela 1), verifica-se que, de um modo geral, houve poucas variações entre autores (<10%) no que se refere a consumo de matéria seca (CMS) e exigências de nutrientes digestíveis totais (%NDT) e de proteína bruta (%PB). Exceções foram verificadas no CMS por vacas com 8 e 16 kg de leite total/dia (máximo de 15,9 e 29,7%, respectivamente); %NDT para vacas com 24 kg de leite total/dia (máximo de 12,1%); e %PB para vacas com 8, 16 e 24 kg de leite total/dia (máximo de 12,8; 28,7 e 14,4%, respectivamente).

A equação obtida a partir de dados do NRC (2001) subestimou o CMS e superestimou a exigência de PB para vacas com produção de 8 kg de leite total/dia em relação aos demais sistemas. A equação obtida a partir de dados de Lana (2020a) superestimou o CMS e subestimou a exigência de PB para vacas de 16 kg de leite total/dia em relação aos demais sistemas, indicando ser mais adequado para vacas de menor produção a pasto.

Para vacas de 24 kg de leite total/dia, maiores variações entre autores foram identificadas em relação às exigências de NDT e de PB; Lana (2003), compilando dados do NRC (1989), e Lana (2020b) apresentaram maiores valores de exigências de NDT e de PB, se comparados a Lana (2003), cujos valores resultam de equações obtidas a partir de dados do NRC (2001), e Freitas et al. (2006).

Tabela 1 - Exigências nutricionais de vacas em lactação, das raças holandesa a ¾ holandês/gir, em sistema intensivo, e girolanda e gir, a pasto no período das águas ou recebendo volumoso picado no período da seca

Peso corporal (kg)	Leite[1] (kg/vaca/ dia)	CMS (kg/vaca/dia)	NDT, % daMS	PB, % da MS	Autor
450	8	13,1	63,0	12,0	Lana[2]
450	8	11,3	60,4	13,2	Lana[3]
450	8	-	-	-	Lana[4]/Freitas et al.[5]
450	8	12,5	62,3	11,7	Lana (2020a)[6]
450	8	12,1	62,9	12,2	Lana (2020b)[7]
Média	8	12,3	62,2	12,3	
Diferença[8]		15,9%	4,3%	12,8%	
500	16	16,4	67,0	15,0	Lana[2]
500	16	14,8	63,1	13,9	Lana[3]
500	16	15,3	68,5	16,6	Lana[4]/Freitas et al.[5]
500	16	19,2	68,6	12,9	Lana (2020a)[6]
500	16	16,7	68,5	15,5	Lana (2020b)[7]
Média	16	16,5	67,1	14,8	
Diferença[8]		29,7%	8,7%	28,7%	
550	24	19,8	70,0	16,7	Lana[2]
550	24	18,4	65,8	14,7	Lana[3]
550	24	19,3	64,2	14,6	Lana[4]/Freitas et al.[5]
550	24	-	-	-	Lana (2020a)[6]
550	24	20,1	72,0	16,7	Lana (2020b)[7]
Média	24	19,4	68,0	15,7	
Diferença[8]		9,2%	12,1%	14,4%	

[1]A produção de leite aqui descrita se refere ao total ordenhado, sendo que no caso da ordenha com bezerro ao pé, deve-se adicionar 3 a 4 kg/vaca/dia ao total de leite ordenhado para se obter as exigências nutricionais. [2]Lana (2003) compilando dados do NRC (1989). [3]Lana (2003), através de equações obtidas a partir de dados do NRC (2001). [4]Lana (2003), confiável para vacas entre 18 e 24 kg de leite/dia. [5]Freitas et al. (2006). [6]Lana (2020a), para vacas girolandas e gir a pasto. [7]Com banco de dados descrito na metodologia desta publicação. [8]Diferença máxima, em % = [(maior valor - menor valor)/menor valor]*100.

Com base nas informações apresentadas, todos os sistemas referenciados na Tabela 1 e presentes no programa Ração 3.0 que acompanha o livro Sistema Viçosa de formulação de rações (Lana, 2020b) podem ser usados, mas com cautela, uma vez que há variação entre eles. Chama atenção o fato de que as maiores variações foram obtidas por Lana (2020a) para vacas com 16 kg ou mais de produção de leite total/dia, o que mostra que aquele estudo é, portanto, mais adequado para vacas de menor produção, a pasto; enquanto que as recomendações de Lana (2003) e Freitas et al. (2006) são mais adequadas para vacas entre 16 e 24 kg de leite total/dia; e Lana (2020b), com banco de dados integralizados, para vacas que produzam até 24 kg de leite total/dia, embora haja tendência de elevação das recomendações de NDT e de PB ao aumentar a produção de leite.

Sumarizando os resultados apresentados na Tabela 1, utilizando médias das diferentes recomendações, vacas com peso corporal/produção diária de leite de 450/8 kg, 500/16 kg e 550/24 kg apresentam consumo médio diário de matéria seca (CMS) de 12,3, 16,5 e 19,4 kg, respectivamente; exigências médias de nutrientes digestíveis totais (NDT) de 62,2, 67,1 e 68,0%, respectivamente; e exigências médias de proteína bruta (PB) de 12,3, 14,8 e 15,7%, respectivamente. Observa-se que o CMS aumenta proporcionalmente ao peso corporal e produção de leite (relação linear), enquanto que as exigências de NDT e PB aumentam pouco a partir dos 500 kg de peso corporal e produção diária de 16 kg de leite, indicando que há duas recomendações nutricionais distintas: 1) vacas de menor produção de leite a pasto nas água ou recebendo ainda suplementação volumosa na seca (< 8 kg a > 8 kg de leite/vaca/dia) – 62,2% de NDT e 12,3% de PB; e 2) vacas de maior produção em sistema intensivo (< 16 kg a > 24 kg de leite/vaca/dia) – 67,1 a 68,0% de NDT e 14,8 a 15,7% de PB.

Uso do programa Ração 3.0 (Lana, 2020d) na formulação de rações para vacas com 8 e 16 kg de leite/dia

Na Tabela 2 encontram-se rações para vacas com 475 kg de peso e 8 e 16 L de leite/dia, no pasto no período das águas e recebendo cana picada no período da seca, usando o programa Ração 3.0 (Lana, 2020d). As relações de kg leite: 1 kg concentrado foram de 2,4; 2,1; 1,7; e 1,7 para vacas com 8 ou 16 litros de leite/dia no pasto nas águas e 8 ou 16 litros de leite/dia recebendo cana picada na seca. Estas relações estão muito baixas em relação ao ideal de 3,0:1,0, principalmente para vacas recebendo cana na seca.

Tabela 2 - Rações para vacas com 475 kg de peso e 8 e 16 L de leite/dia usando o programa Ração 3.0 (Lana, 2020d)

			Matéria seca				Concentrado			
Item	Leite kg/d	CMS kg/d	NDT %	PB %	Volumoso kg/vaca/dia	Concentrado kg/vaca/dia[1]	Milho %	FS %	UR %	SM %
Pasto (águas)	08	12,3	62,2	12,3	41	3,3	74,6	16,1	3,8	5,5
	16	16,5	67,1	14,8	41	7,8	73,0	21,7	2,1	3,2
Cana (seca)	08	12,3	62,2	12,3	35	4,6	65,7	28,1	2,7	3,5
	16	16,5	67,1	14,8	35	9,2	68,8	26,9	1,8	2,5

[1]Relações de kg leite: 1 kg concentrado de 2,4; 2,1; 1,7; e 1,7 para vacas com 8 ou 16 litros de leite/dia no pasto nas águas e 8 ou 16 litros de leite/dia recebendo cana picada na seca.

A baixa relação kg leite:kg concentrado leva a superestimativa de recomendação de concentrado, podendo em parte ser devido à superestimação das exigências de NDT, onde ao analisar a Tabela 1, percebe-se que menores valores de exigências foram apresentadas por equações obtidas a partir do NRC 2001 (Lana, 2003).

Para aumentar a relação kg leite:kg concentrado no período da seca, sugere-se utilizar volumoso de melhor qualidade substituindo

parcialmente ou totalmente a cana, a exemplo do uso de silagem de capim elefante, silagem de milho ou silagens mistas.

Conclusão

Com base nas informações apresentadas, os sistemas referenciados na Tabela 1 e presentes no programa Ração 3.0 que acompanha o livro Sistema Viçosa de formulação de rações (Lana, 2020d) podem ser usados, mas com cautela, uma vez que há variação entre eles. Chama atenção o fato de que as maiores variações foram obtidas por Lana (2020a) para vacas com 16 kg ou mais de produção de leite total/dia, o que mostra que aquele estudo é, portanto, mais adequado para vacas de menor produção, a pasto; enquanto que as recomendações de Lana (2003) e Freitas et al. (2006) são mais adequadas para vacas entre 16 e 24 kg de leite total/dia; e Lana (2020b), com banco de dados integralizados, para vacas que produzam até 24 kg de leite total/dia, embora haja tendência de elevação das recomendações de NDT e de PB ao aumentar a produção de leite.

Literatura Citada

ARC – Agricultural Research Council. *The nutrient requirements of ruminant livestock*. London: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1980. 351p.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Anuário leite 2018*. Juiz de Fora, MG: EMBRAPA, 2018. Edição digital em embrapa.br/gado-de-leite.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Anuário leite 2019*. Juiz de Fora, MG: EMBRAPA, 2019. Edição digital em embrapa.br/gado-de-leite.

FREITAS, J.A.; LANA, R.P.; MAGALHÃES, A.L.R.; SOUZA, J.C. Predição e validação do desempenho de vacas de leite nas condições brasileiras. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, v.14, n.4, p.128-134, 2006.

LANA, R.P. *Sistema Viçosa de formulação de rações*. 2.ed. Viçosa-MG: Editora UFV, 2003. 90p.

LANA, R.P. Equações de predição do desempenho de vacas girolandas e gir em lactação em sistemas de produção a pasto e estabelecimento de tabelas de exigências nutricionais e composição de alimentos. In: LANA, R.P. (Ed.) *Nutrição e alimentação animal: Mitos e realidades*. 3.ed. Viçosa-MG: UFV, DZO, 2020a. Capítulo 12.

LANA, R.P. Equações de predição do desempenho de vacas leiteiras nas condições brasileiras (intensivo e a pasto) e estabelecimento de tabela de exigências nutricionais. In: LANA, R.P. (Ed.) *Nutrição e alimentação animal: Mitos e realidades*. 3.ed. Viçosa-MG: UFV, DZO, 2020b. Capítulo 13.

LANA, R.P. *Nutrição e alimentação animal: Mitos e realidades*. 3.ed. Viçosa-MG: UFV, DZO, 2020c.

LANA, R.P. *Sistema Viçosa de formulação de rações*. 5.ed. Viçosa-MG: UFV, DZO, 2020d.

LANA, R.P.; SOBREIRA, G.F.; LEÃO, M.I.; FREITAS, J.A.; ABREU, D.C.; LOPES, W.C.; GUIMARÃES, G. Influence of concentrate and protein levels on milk production by Holstein cows. *Journal of Animal Science*, v.86, E-Suppl. 2/*Journal of Dairy Science*, v.91, E-Suppl. 1, p.485, 2008.

NRC – National Research Council. *Nutrient requirements of dairy cattle*. 6.ed. Washington, DC: National Academy Press, 1989. 157p.

NRC – National Research Council. *Nutrient requirements of dairy cattle*. 7.ed. Washington, DC: National Academy Press, 2001. 381p.

OLIVEIRA, A.S.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C.; CECON, P.R.; OLIVEIRA, G.A.; SILVA, R.M.N.; COSTA, M.A.L. Consumo, digestibilidade aparente, produção e composição do leite em vacas alimentadas com quatro níveis de compostos nitrogenados não-proteicos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.4, p.1358-1366, 2001.

SOARES, C.A.; CAMPOS, J.M.S.; FILHO, S.C.V.; VALADARES, R.F.D.; MENDONÇA, S.S.; QUEIROZ, A.C.; LANA, R.P. Consumo, digestibilidade aparente, produção e composição do leite de vacas leiteiras alimentadas com farelo de trigo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.6, p.2161-2169, 2004 (Supl. 2).

6. NANOTECNOLOGIA: QUAL SEU IMPACTO NA SUSTENTABILIDADE DO AGRONEGÓCIO?

Humberto de Mello Brandão[1,3,5], Isis de Freitas Reigosa[1], Flávio Medeiros Vieites[2], Michele Munk[2], Geimara Guimarães[4], Juliana Carine Gern[3]

[1]PPG-Cipharma da Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto-MG, Brasil.
[2]Docente da Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora-MG, Brasil.
[3]Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora-MG, Brasil.
[4] Mestre em Agroecologia Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, Brasil.
[5]PPG Ciência Veterinária da Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, Brasil.

RESUMO – Ao mesmo tempo em que a demanda mundial por alimentos apresenta tendência de crescimento para as próximas décadas, a disponibilidade de abertura de novas áreas agricultáveis é cada vez mais restrita. Assim, a adoção de novas tecnologias é uma alternativa para promover a intensificação sustentável dos atuais sistemas de produção. No que tange tecnologias já no mercado, apesar da nanotecnologia ainda estar em um estágio inicial, em decorrência de sua grande transversalidade, certamente será fonte de produtos para contribuir com o aumento da produtividade, tanto na pecuária quanto na agricultura. Através dos sistemas de liberação sustentada, produção de novos sensores ou mesmo a simples redução do tamanho até a escala nano. Tal tecnologia proverá aumento da eficiência de produtos destinados à nutrição e sanidade de vegetais e animais, também gerará sensores mais eficientes e sensíveis para suporte à tomada de decisão na busca da gestão eficiente da atividade agropecuária. Adicionalmente, mesmo diante da atual crise, o Brasil continua avançando tanto em pesquisas quanto em legislação.

Palavras chave: aumento da produtividade, inovação, nanotecnologia, sustentabilidade.

NANOTECHNOLOGY: WHAT IS ITS IMPACT ON AGRIBUSINESS SUSTAINABILITY?

ABSTRACT – *At the same time that the world demand for food shows a growth trend for the next decades, the availability of opening new agricultural areas is increasingly restricted. Thus, the adoption of new technologies is an alternative to promote the sustainable intensification of current production systems. Regarding technologies already on the market, although nanotechnology is still at an early stage, its ability to act in several areas will contribute to the development of products that collaborated with increasing productivity in both livestock and agriculture. This will be possible through sustained release systems, the production of new sensors, or even the simple reduction of the size down to the nanoscale. Such technology will provide an increase in the efficiency of products intended for the nutrition and health of vegetables and animals, it will also generate more efficient and sensitive sensors to support decision making in the search for efficient management of the agricultural activity. Additionally, even in the face of the current crisis, Brazil continues to advance both in research and in legislation.*

Keywords: *increased productivity, innovation, nanotechnology, sustainability.*

Introdução

Para atender a demanda de alimentos em 2050, estima-se que o setor agropecuário deverá produzir, anualmente, 50% mais alimentos do que foi produzido no ano de 2012 (FAO, 2017). Este crescimento de demanda será sustentado tanto por um crescimento da população mundial, projetado para cerca de 9 a 11 bilhões de habitantes, quanto pelo aumento do consumo de alimentos decorrente de melhoria do poder aquisitivo de populações de baixa renda em países com elevado contingente demográfico como, por exemplo, Índia e China. Em um horizonte mais longínquo, considerando um cenário de manutenção da taxa de natalidade de 2015 constante até o ano de 2100, a população mundial poderá superar o patamar de 16 bilhões de habitantes (FAO, 2017). Dentro deste contexto, o grande dilema para o agronegócio nas décadas vindouras será como atender de forma sustentável a demanda mundial crescente por alimentos e energia.

Em um horizonte de tempo extenso, a produção mundial de alimentos e de energia originária de vegetais para atender a demanda humana foi marcada, em um primeiro momento, por elevação da produção devido à abertura de novas áreas agricultáveis junto às fronteiras agrícolas. Nas últimas décadas, a incorporação de tecnologia aos sistemas produtivos, juntamente com a abertura de novas áreas produtivas nas fronteiras agrícolas, foram os fatores responsáveis pela expansão da produção agropecuária mundial. Todavia, a partir dos anos noventa e do início deste século, o aumento da conscientização da necessidade de preservação ambiental e a escassez de fronteiras agrícolas, agora mais restritas às regiões de florestas e cerrado/savana sul-americanos e africanos, imputou aos atuais sistemas produtivos de commodities agrícolas a necessidade de aumento da produtividade de forma sustentável para atender a demanda mundial. Frente a este horizonte, segundo a FAO (2002), a intensificação sustentável da produção agropecuária ocorrerá por meio de melhorias na gestão e do uso de novas tecnologias.

Em um escopo mais amplo, os benefícios gerados pela incorporação de novas tecnologias aos atuais sistemas produtivos agropecuários suplantam os ganhos financeiros e produtivos para o produtor e, muitas vezes, são catalisadores de ganhos sociais e ambientais. Dados de modelagem dos sistemas de produção de algumas *commodities* brasileiras, publicados na *Nature Climate Chang*e (Silva et al., 2016) e *American Economic Review* (Bustos et al, 2016) indicam que a adoção de uma nova tecnologia que propicie aumento da eficiência pode, simultaneamente, aumentar a remuneração e reduzir a necessidade de mão-de-obra no campo. O aumento de produtividade também pode gerar efeito poupador de terra, redutor de pressão de desmatamento e melhorar o grau de industrialização do setor e das cidades. Dependendo da *commoditie* agropecuária avaliada, para cada 1% de aumento de produtividade, estima-se incremento de até 0,15% no grau de industrialização do setor, ou seja, o aumento da produtividade rural gera empregos de alta qualidade nas cidades. No caso

da pecuária, o retorno econômico foi maximizado no cenário de aumento de produtividade e o bovino, até então gerador de gases de efeito estufa, passou a contribuir para a redução da emissão gases.

Diante de um cenário de demanda crescente por alimentos e energia aliada a restrição de novas áreas agricultáveis para serem abertas, a nanotecnologia aparece como uma ferramenta capaz de contribuir para a intensificação sustentável das atuais terras destinadas à produção agropecuária.

Tecnicamente, segundo a Organização Internacional de Normatização (ISO), por intermédio do Comitê Técnico 229, nanotecnologia é definida como sendo a capacidade de compreensão e controle da matéria e dos processos em escala nanométrica, mas não exclusivamente, que resultem em materiais com pelo menos uma das dimensões abaixo de 100 nm, no qual o início de fenômenos dependentes do tamanho permite novas aplicações ao material. Todavia, há que se considerar que muitos desses fenômenos já aparecem abaixo de 1000, o que remete a muitos autores e agentes regulamentadores, a considerar nanotecnologia como sendo a capacidade de compreensão e controle da matéria e dos processos em escala inferior à 1000 nm. De forma bem simplificada, podemos dizer que sempre que conferimos uma nova característica a um material em função da redução intencional de seu tamanho estamos fazendo nanotecnologia.

O comportamento de uma partícula em escala métrica é fruto de um somatório de interações de forças físicas, como por exemplo, a gravidade, o atrito, a inércia e outras, as quais são facilmente percebidas aos olhos de um observador. Todavia, quando começamos a reduzir o tamanho desta partícula para a escala nanométrica, a importância destas forças físicas no comportamento da partícula começa a diminuir e outras forças físicas, até então diminutas, como é o caso da força eletrostática, de Van der Waals, das repulsões estéricas, do movimento browniano e outras passam a imperar. Assim, a nanopartícula pode apresentar suas

características aumentadas, modificadas, ou mesmo novas características quando comparada a sua forma convencional.

Dentro deste contexto, o potencial da nanotecnologia estar aparecendo de forma mais contundente para o setor agro, estima-se que esta nova tecnologia apresente grande potencial para contribuir, mitigando impactos ambientais e facilitando a adaptação do setor aos novos paradigmas mundiais, sempre na busca da sustentabilidade (Lowry et al., 2019; Beumer, 2019). Assim, o presente texto tem o objetivo de mostrar as potenciais aplicações da nanotecnologia que podem contribuir para a intensificação do agronegócio nacional.

Redução de tamanho para aumentar a produtividade e otimizar o uso dos recursos naturais

Uma partícula cúbica com 1g de massa e 1 cm de aresta, esta apresentará um volume de 1 cm^3 e uma área de 6 cm^2. Ao dividirmos suas arestas ao meio e somarmos todos os oito cubos de aresta de 0,5 cm formados, a massa final permanecerá em 1g e o volume em 1 cm^3, todavia a área superficial será de 12 cm^2. Se continuarmos dividindo ao meio as arestas de cada cubo formado até que esta atinja a dimensão de 1 nm, o mesmo 1g de massa da partícula original manterá o volume de 1 cm^3, todavia o somatório da área superficial de todos os cubinhos culminará em uma superfície total de 600 m^2 (Figura 1). Assim, se considerarmos apenas a redução de tamanho da partícula, o material apresentará maior área de contato o que impactará em aumento em sua velocidade de solubilização e reatividade e, em muitos casos, isso pode levar a um acréscimo na biodisponibilidade de uma matéria-prima, o qual implica no uso de menores quantidades de massa de matéria-prima para se obter um efeito biológico.

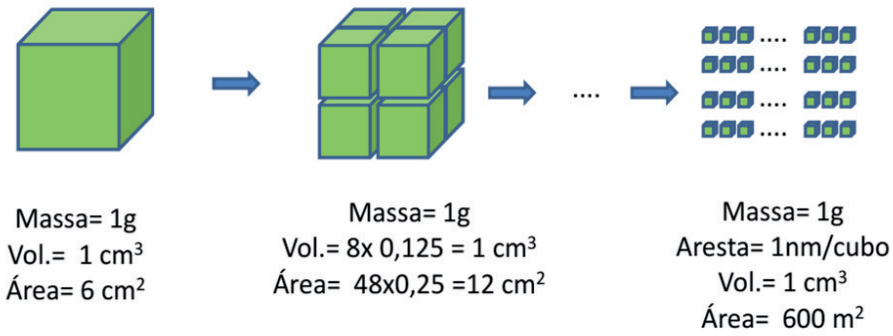

Figura 1 - Ilustração representativa de como a redução de tamanho impacta na área de superfície de um material.

Um dos grandes desafios da agropecuária é a manutenção da produtividade, a qual é diretamente dependente de fertilizantes, os quais são responsáveis por cerca de 50% da produtividade das culturas (Angle, 2019). É sabido que muitos dos componentes utilizados nas formulações de adubos têm origem em fontes finitas, como por exemplo, o fósforo e o potássio, que têm respectivamente suas reservas minerais classificadas como limitadas e altamente limitadas, podendo se esgotar em um horizonte pessimista de 250 anos (MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2009). Segundo Angle (2019), na forma como a qual os componentes são utilizados hoje, alguns fertilizantes apresentam apenas 30% de sua potencialidade e o uso da nanotecnologia pode ajudar a melhorar este índice. Por exemplo, o processo de nanonização do fosfato de rocha altamente insolúvel pode aumentar sua solubilidade e, com isso, diminuir as perdas de fósforo e aumentar a eficiência de seu uso pelas plantas (Bindraban et al., 2020).

Em vegetais, o limite de exclusão da membrana celular é de cerca de 500nm (Landry & Mitter, 2019), com isso, vias de aplicações de microelementos pela via foliar ficam potencializados pelo uso da nanotecnologia. Folhas da maioria dos vegetais são praticamente

impermeáveis ao sulfato de zinco, na forma nanoestruturado, o zinco apresenta maior permeabilidade, o que pode gerar novas formas de suplementação deste microelemento e porções comestíveis com maiores teores do mineral (Angle, 2019).

A velocidade da taxa de passagem pelo sistema digestivo muitas vezes provoca a perda de micronutrientes nas fezes dos animais. Assim, a mesma estratégia de nanonização dos elementos também pode ser empregada para otimizar o uso de micronutrientes para a alimentação animal.

A suplementação de selênio em dietas de aves de corte é uma prática rotineira, todavia, esse mineral na forma de selenito de sódio possui uma faixa de toxicidade/efeito nutricional muito estreita. O uso de selênio elemental na forma nanométrica (nanoSe, *i.e*. 80 nm) foi avaliado por Hu e colaboradores (2012) como uma alternativa para contornar as limitações de uso do selenito de sódio. Dentre os achados importantes reportados pelos autores, destaca-se que o nanoSe apresentou faixa de segurança de uso mais ampla que o selenito de sódio, o que lhe confere maior segurança de uso. Por sua vez, a simples inclusão de 3000 ppb de cromo na forma manométrica, quando comparada à dieta controle, também promoveu melhorias significativas na taxa de conversão alimentar de frangos em crescimento, a qual foi acompanhada de melhorias no sistema imune, evidenciadas pelo aumento do número de linfócitos e do título de anticorpo contra Newcastle (Sirirat et al., 2012). Em uma extensa revisão de literatura Swain e colaboradores (2016) relataram que os óxidos de zinco nanoparticulados apresentam grande potencial de uso na alimentação animal, promovendo aumento na produtividade e no desempenho imunológico de aves, ovinos, bovinos e suínos.

Nanocarrreadores para liberação sustentada de insumos

O uso de nanocarreadores na agropecuária apresenta enorme potencial de ganhos em relação ao princípio ativo livre, tanto para melhorar a eficiência nutricional de animais e plantas, quanto para promover ganhos sanitários em lavouras e rebanhos (Beumer, 2019). Nesse caso, para ser competitivo no mercado agropecuário é desejável que uma formulação nanoestruturada apresente uma melhoria na eficácia, produtividade ou economia de custos de pelo menos 20% (Kah et al., 2019).

Entende-se por princípio ativo toda e qualquer molécula com alguma atividade biológica. Assim, o simples uso de nanocarreadores pode promover a liberação sustentada ou mesmo a liberação programada do princípio ativo. Como o observado na Figura 2, em um sistema convencional, após a aplicação do princípio ativo, ocorre uma rápida disponibilização do mesmo para a planta ou para o animal. Todavia, como o processo é muito agudo, a alta concentração pode superar o limiar de toxicidade e efeitos adversos podem ser observados. A concentração ideal de princípio ativo pode ser estimada pela região área sombreada de cada curva. Quando ajustados pela massa, comparativamente aos sistemas convencionais, os sistemas de liberação sustentada promovem a liberação lenta e gradual do princípio ativo. Isso assegura a manutenção de um tempo maior da concentração do princípio ativo dentro da sua faixa ideal de atuação, condição que tende a assegurar maior resposta do animal ou da planta e menores perdas do princípio ativo por degradação, excreção, metabolização, lixiviação ou volatilização. Um terceiro e mais refinado sistema de liberação é aquele mediado por um estímulo externo, como por exemplo, o pH, a temperatura ou mesmo um comprimento de onda específico. Nesses casos, o sistema de liberação fica quiescente até que o estimulo promova a liberação do princípio ativo. Com isso, este

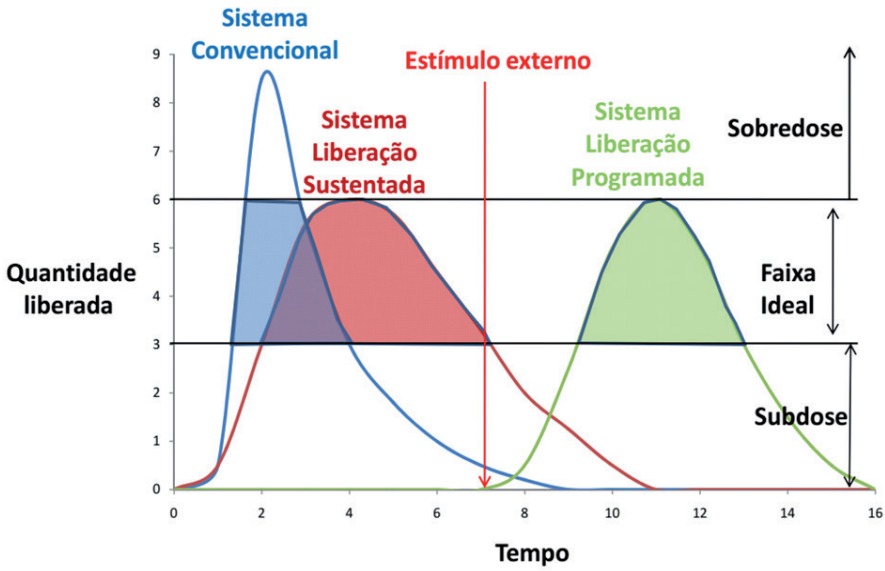

Figura 2 - Ilustração representativa de um sistema de fornecimento de insumo agropecuário convencional (azul), um sistema de liberação sustentada (bordo) e sistema de liberação programada (verde).

Fertilizantes são responsáveis por cerca de 50% da produtividade das culturas. Mas, infelizmente, alguns fertilizantes apresentam baixa eficiência, em torno de 30%, com o excedente se perdendo por lixiviação e causando poluição do ar, rios e aquíferos (Angle, 2019). Assim, sistemas de liberação sustentada são altamente aplicáveis para adubos fosfatados e nitrogenados, uma vez que para se obter a maior eficiência de conversão de nitrogênio e fósforo, seus valores em média, não podem exceder o módulo de 10% da exigência nutricional da planta (Kah et al., 2019).

A ureia é um exemplo bastante aplicável dos ganhos de sistema de liberação sustentada, tanto para vegetais quanto para animais. Quando lançada ao solo, a ureia pode ser lixiviada ou ser hidrolisada por ação de enzimas de microrganismos formando NH_4^+, o qual, dependendo do pH, pode interagir com o oxigênio e gerar N_2O, um poderoso gás de efeito

estufa (Ribeiro & Carmo, 2019). Da mesma forma, a ureia também é utilizada como fonte de nitrogênio para as bactérias ruminais, que também a hidrolisam em NH_4^+ que, por sua vez, possui um limiar de toxicidade baixo e pode levar o animal a morte. Exemplificando tais aplicações, Pereira e colaboradores (2017) desenvolveram um nanocompósito a base de argila e poliacrilamida, no qual a ureia foi incorporada para subsequente teste de eficiência com azevém forrageiro. Ao término do experimento, os autores concluíram que liberação controlada de uréia dos nanocompósitos diminuiu a volatilização do NH^3, resultando em uma disponibilidade mais homogênea de N no solo e melhor sincronização com as necessidades nutricionais da planta. Por consequência, plantas que receberam o nanocompósito produziram 53% mais matéria seca, absorveram 43% mais N e apresentaram uma eficiência 60% superior ao grupo que recebeu uréia livre. Utilizando os mesmos nanocompósitos para alimentação de ruminantes, Cruz e colaboradores (2020) demonstraram que o nanocompósito promoveu aumento da digestibilidade do bagaço de cana.

Em função da alta aplicabilidade na área farmacotécnica, o setor farmacêuico veterinário talvez seja um dos setores da agropecuária que mais se beneficiará de nanotecnologia. Isso porque, recentemente,a Organização Mundial de Saúde considerou a resistência bacteriana como o maior problema de saúde pública do mundo (WHO, 2014). Tal situação está intimamente relacionada ao sistema de pecuária intensiva, uma vez que o setor animal é um grande consumidor de antibióticos. Em alguns países como, por exemplo, os EUA que apresentam uma pecuária altamente intensificada, cerca de 80% do consumo de antibiótico anual do é destinado para uso animal (The Johns Hopkins Bloomberg School of Public Health, 2014). Em um horizonte mais amplo, para atender a demanda crescente por proteína de origem animal, sustentada globalmente pelo crescimento econômico de países populosos como China e Índia, estima-se que em 2030 o consumo mundial de antibióticos será 30%

maior que 2014, sendo que no Brasil este valor pode ser o dobro de outros países (Van Boeckel et al., 2015). Além de vidas perdidas por bactérias multirresistentes, os impactos econômicos podem ser desastrosos para a pecuária nacional. Segundo o Banco Mundial (Jonas et al., 2017), em um cenário mais desfavorável, em 2050 a resistência antimicrobiana poderá induzir a uma depressão no PIB mundial anual de até 3,5%. Para estes autores, países produtores de proteína animal, serão os mais afetados economicamente, basicamente por perda de produtividade e imposição de barreiras técnicas às exportações.

Dentro deste,o uso de sistemas nanoestruturados são uma das abordagens mais promissoras para promover a inovação no segmento farmacêutico de antimicrobianos para contornar a seleção de bactérias multirresistentes (Eleraky et al., 2020). Quando nanoencapsulado, um fármaco pode ter seus parâmetros farmacocinéticos (PK) alterados, sendo seu novo comportamento dependente de vários fatores como: tipo do formato ou do tamanho da partícula; da carga superficial; do revestimento da nanopartícula; capacidade de ligação à proteínas; via de administração; e espécie de animal (Lee et al., 2019). Per se, apenas a mudança nos parâmetros de PK já constituem uma nova ferramenta terapêutica para os clínicos, mas os sistemas nanoestruturados podem burlar os mecanismos de resistência bacteriana ajudando, assim, no aumento da atividade e rejuvenescimento de fármacos já “desgastados” pelo uso inapropriado. Os beta lactâmicos são um grupo de antibióticos que facilmente se beneficiam desta estratégia. Quando encapsulados, podem ter seu anel betalactâmico protegido contra a ação das betalactamases e, após entrarem no interior da bactéria podem ficar mais resilientes contra a atividade das bombas de efluxo (Baptista et al., 2018). Adicionalmente, valores de CIM de antibióticos nanoencapsulados para patógenos produtores de biofilme demonstram redução significativa quando comparados com seus correspondentes medicamentos livres, fato que têm grandes benefícios

em retardar ou inibir o desenvolvimento de resistência (Nermin et al., 2020).

Fazendo uso desta estratégia, Araújo e colaboradores (2019) demonstraram que a cloxacilina pode ser eficientemente direcionada para o compartimento biológico intracelular de macrófagos e apresentou potencial para o tratamento da mastite bovina. Fazendo uso da mesma formulação, Santana e colaboradores (2016) demonstraram que ovelhas com mastite tratadas com 50 mg de cloxacilina nanoestruturada apresentaram uma taxa de cura 15% superior a ovelhas tratadas com 100mg de cloxacilina convencional. Antimicrobianos também podem ganhar o ambiente através de efluentes do sistema de produção. Pelas características, talvez a piscicultura seja uma das atividades que mais cause este tipo de dano. Todavia, com o uso de nanopartículas mucoadesivas, produz-se um fino revestimento na superfície da pele e guelras de peixes, reduzindo, assim, o uso de medicamentos e promovendo ganhos terapêuticos e ambientais (Costa et al., 2015).

Agroquímicos se encontram no mesmo patamar de oportunidade de uso da nanotecnologia que os medicamentos veterinários, pois a ineficiência da aplicação e direcionamento de pesticidas também é um problema. Estima-se que 10-75% dos pesticidas aplicados não atinjam a meta desejada (Kah et al., 2019). Ademais, questões associadas ao uso de pesticidas incluem sua toxicidade para organismos não-alvo, o desenvolvimento de resistência e sua persistência e potencial acumulação em compartimentos ambientais (Kah et al., 2019). O carbendazim e o tebuconazol são fungicidas respectivamente da família dobenzimidazólico e do triazol que são amplamente utilizados na agricultura. Campos e colaboradores (2015) co-encapsularam estes dois fungicidas tanto em nanopartículas de policaprolactona quanto em nanopartículas lipídicas sólidas, e em ambos os casos houve uma liberação gradual de dos princípios ativos e redução de sua toxicidade. Estratégia similar foi realizada por Maruyama e colaboradores (2016) para os herbicidas

imazapic e imazapir, porém utilizando a quitosana como agente encapsulante. Neste trabalho, os autores demonstraram que o processo de nanoencapsulamento promoveu a liberação sustentada dos herbicidas e, simultaneamente, reduziu a toxicidade e aumentou a efetividade das moléculas nanoencapsuladas quando comparadas à suas formas livres.

Um dos grandes propulsores do aumento da produtividade agrícola a partir dos anos 90 foi a introdução de variedades de plantas transgênicas nos sistemas de produção. Nanocarreadores são ferramentas que podem contribuir significativamente com melhorias nas taxas de transfecção, promovendo, assim maior disponibilização de terapias gênicas em animais, vegetais ou microrganismos geneticamente modificados para o setor agro (Landry & Mitter, 2019).A produção de bovinos geneticamente modificados é altamente dependente de processos laboratoriais, os quais em sua maioria culminam na necessidade de realizar microcirurgias em cada embrião que será transfectado. Isso se faz necessário para fazer uma fenestra na camada glicoproteica (zona pelúcida) que reveste o embrião e microinjetar o plasmídio. Com o auxílio de nanotubos de carbono, conseguiu-se uma eficiência de transfecção de embriões bovinos sem a necessidade de micromanipulação dos mesmos. O processo de transfecção com nanotubos de carbono não influenciou no desenvolvimento embrionário e permitiu ganho de escala laboratorial (Munk et al., 2016). Por sua vez, em vegetais a grande barreira física à transfecção é a parede celular. Golestanipour e colaboradores (2018), utilizando nanotubos funcionalizados com arginina, efetuaram a transfecção de um plasmídeo que carregava gene de fusão do vírus HIV em células de tabaco (*Nicotianatabacum* var. Virginia), demonstrando, assim, que a técnica é viável.

Sensores nanoestruturados e remediação ambiental

Monitorar contaminantes ou a eficiência da nutrição e da sanidade de vegetais e animais é a base para a gestão eficiente de insumos e práticas de

manejo na busca da produtividade (Kah et al., 2019). Para isso é necessário que se faça medições dos parâmetros e a nanotecnologia pode contribuir com uma geração de sensores nanoestruturados e nanobiossensores que sejam mais sensíveis e seletivos que sensores convencionais. Tais ganhos ocorrem em função do aumento da área superficial pela escala nano que acaba por promover uma maior responsividade do sensor.

Um exemplo bastante interessante são os sensores de seletividade global, os quais são construídos por sistema de deposição sucessiva de camadas nanométricas sobre o eletrodo. Quando utilizados em conjunto formam uma resposta tipo fingerprint que pode ser comparada a um banco de dados previamente formatado. Quando utilizados para detecção de gases é comumente chamado de nariz eletrônico, quando para líquido recebe a denominação de língua eletrônica.

Falhas na detecção do cio estão entre as grandes falhas de manejo de bovinos leiteiros que resultam em aumento do intervalo entre partos. Detectar o exato momento em que a vaca entrou em cio permite que a inseminação artificial seja realizada no instante mais adequado para aumentar a chance de concepção do animal. O nariz eletrônico, feito por múltiplos sensores revestidos com camadas nanométricas de polianilina dopadas com diferentes ácidos foi capaz de discriminar a fase de pró-estro, metaestro, estro e diestros, que permitiu que o inseminador obtivesse elevada taxa de prenhes no procedimento (Manzoli et al., 2019).

Razzino (2007) produziu um eletrodo de carbono vítreo, ao qual foram incorporados nanotubos de carbono e posteriormente recoberto com acetilcolinesterase. As colinesterases, em geral, são inibidas por organofosforados e carbamatos, dois grupos químicos amplamente utilizados na agropecuária para controle de artrópodes. Quando um desses compostos está presente no analito, a degradação de um substrato (um ester de tiocolina) previamente adicionado é reduzida, alterando assim a corrente elétrica gerada na reação. Nesse trabalho, a autora conseguiu

detectar concentrações de até 8,96 nmol L^{-1} de carbaril em amostras de tomate.

Fazendo uso de um sistema óptico baseado no tipo wavelength-interroated, que utiliza o princípio de onda evanescente para medir mudanças no índice de refração de um feixe luminoso, Adrian e colaboradores (2009) biofuncionalizaram um microchip com biorreagentes específicos (anticorpos, oligonucleotídios e outros) para antibióticos do grupo dos β-lactâmicos, das sulfonamidas, fluorquinolonas e tetraciclinas, produzindo assim um nanobiossensor múltiplo para detecção destes componentes em amostras biológicas em concentrações de $\mu g.L^{-1}$.

No que tange remediação ambiental, nanomateriais são altamente aplicáveis para tal finalidade quando decorrente de ações do setor agro, como o observado por Park e colaboradores (2020). Neste artigo, os autores demonstraram que aestrutura química do glifosato permite a ligação covalente rápida e estável na superfície das nanopartículas de magnetita (Fe_3O_4). A combinação de remediação eficiente com nanopartículas de magnetita baratas e recicláveis sugere um método simples para a remoção sustentável do glifosato, e o conceito pode levar a uma abordagem geral para eliminar essa classe de compostos organofosforados da águas contaminada por ação da agricultura (Park et al., 2020).

Considerações finais

Apesar do amplo potencial de uso e de ganho produtivo, no que tange a segurança, o uso da nanotecnologia na agropecuária é mais propenso a preocupações de segurança pela população que em outras áreas como, por exemplo, a área de computação engenharia ou construção. Assim, como toda nova tecnologia, seu uso massal deve ser precedido de um amplo estudo de segurança ocupacional, para o animal/vegetal do ambiente. Nesse aspecto, há que se destacar que transversalidade da nanotecnologia permite que sejam produzidos nanomateriais a partir das mais distintas

fontes, o que deve ser levado em consideração na avaliação de risco e uso.

Diante do exposto, fica evidente que a nanotecnologia apresenta grande possibilidade de contribuir para intensificação sustentável da agropecuária nacional. A despeito da grave crise que o país está passando, no que se refere a nanotecnologia, as instâncias governamentais não parecem alheias à sua potencialidade, fato que recentemente resultou em: I) aprovação junto a Comissão de Constituição e Justiça (CCJ) do Projeto de Lei 8080/2019 que diz respeito ao Marco Legal da Nanotecnologia, com incentivos à pesquisa e à capacitação científica e tecnológica e à formação de recursos humanos na área da nanotecnologia; e II) publicação da Portaria n° 3.459, de 26 de julho de 2019, a qual institui a Iniciativa Brasileira de Nanotecnologia como o principal programa estratégico para incentivo da nanotecnologia no país e dá destaque ao agronegócio em seu artigo 3°, inciso oitavo.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio da Fundação de Amparo a Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Literatura Citada

ADRIAN, J.; PASCHE, S.; PINACHO, D.G.; FONT, H.; DISERENS, J.; SANCHEZ-BAEZA, F.; GRANIER, B.; VOIRIN, G.; MARCO, P. Wavelength-interrogated optical biosensor for multi-analyte screening of sulfonamide, fluoroquinolone, b-lactam and tetracycline antibiotics in milk. *Trends in Analytical Chemistry*, v.28, n.6, 2009.

ANGLE, J.S. Expectations from nano in agriculture. Nature Nanotechnology, v.14, p.515-516, 2019.

ARAÚJO, R.S.; GARCIA, G.M.; VILELA, J.M.C.; ANDRADE, M.S.; OLIVEIRA, L.A.M.; KANO, E.K.; LANGE, C.C.; BRITO, M.A.V.P.; BRANDÃO, H.M.; MOSQUEIRA, V.C.F. Cloxacillin benzathine-loaded polymeric nanocapsules: Physicochemical characterization, cell uptake, and intramammary antimicrobial effect. *Materials Science & Engineering C-Materials for Biological Applications*, v.104, p.110006, 2019.

BEUMER, K. On the elusive nature of the public. *Nature Nanotechnology*, v.14, p.510-512, 2019.https://doi.org/10.1038/s41565-019-0468-0

BAPTISTA, P.V.; MCCUSKER, M.P.; CARVALHO, A.; FERREIRA, D.A.; MOHAN, N.M.; MARTINS, M.; FERNANDES, A.R. Nano-strategies to fight multidrug resistant bacteria—"A Battle of the Titans". *Frontiers in Microbiology,* v.9, 1441, 2018.

BINDRABAN, P.S.; DIMKPA, C.O.; PANDEY, R. Exploring phosphorus fertilizers and fertilization strategies for improved human and environmental health. *Biology and Fertility of Soils,* v.56, p.299-317, 2020. https://doi.org/10.1007/s00374-019-01430-2

CAMPOS, E.V.R.; OLIVEIRA, J.L.; SILVA, C.M.G.; PASCOLI, M.; PASQUOTO, T.; LIMA, R.; ABHILASH, P.C.; FRACETO, L.F. Polymeric and solid lipid nanoparticles for sustained release of carbendazim and tebuconazole in agricultural applications. *Scientific Reports*, v.5, 13809, 2015. doi:10.1038/srep13809

COSTA, A.C.; BRANDÃO, H.M.; DA SILVA, S.R.; BENTES-SOUSA, A.R.; DINIZ, J.A.P.; VIANA, J.J.; DE MELO, M.F.C.; SILVA, J.O.C; MATOS, E.R.; RIBEIRO-COSTA, R.M .Mucoadhesive nanoparticles: a new perspective for fish drug application. Journal of Fish Diseases, v.39, n.4, p.503-506, 2015.

CRUZ, C.C.T.; PEREIRA, E.I.; SATO, P.S.; GUIMARÃES, G.G.; SOUZA, G.B.; BERNARDI, A.C.C.; RIBEIRO, C. Analysis of NH_3-N slow release systems for fiber digestibility of low-quality forage: in vitro approach. Scientia Agricola, v.77, p.e20180383, 2020.

ELERAKY, N.E.; AYAT, A.; SAHAR B.H.; MAHMOUD M.O. Nanomedicine fight against antibacterial resistance: An overview of the recent pharmaceutical innovations. *Pharmaceutics*, v.*12*, n.142, p.1-51, 2020. doi:10.3390/pharmaceutics12020142

GIRALDO, J.P.; WU, H.; NEWKIRK, G.M.; KRUSS, S. Nanobiotechnology approaches for engineering smart plant sensors. *Nature Nanotechnology*, v.14, p.541-553, 2019. https://doi.org/10.1038/s41565-019-0470-6

GOLESTANIPOUR, A.; NIKKHAH, M.; AALAMI, A.; HOSSEINKHANI, S. Gene delivery to tobacco root cells with single-walled carbon nanotubes and cell-penetrating fusogenic peptides. *Molecular Biotechnology*, v.60, p.863-878, 2018.

HU, C.H.; LI, Y.L.; XIONG, L.; ZHANG, H.M.; SONG, J.; XIA M.S. Comparative effects of nano elemental selenium and sodium selenite on selenium retention in broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*, v.177, p.204-210, 2012.

JONAS, O.B.; IRWIN, A.; BERTHE, F.C.J.; LE GALL, F.G.; MARQUEZ, P.V. Drug-resistant infections: a threat to our economic future (v.2): final report (English). *HNP/Agriculture Global Antimicrobial Resistance Initiative*. Washington, D.C.: World Bank Group, 2017. Acessado em: 31/07/2020, http://documents.worldbank.org/curated/en/323311493396993758/final-report

KAH, M.; TUFENKJI, N.; WHITE, J.C. Nano-enabled strategies to enhance crop nutrition and protection. *Nature Nanotechnology*, v.14, p.532-540, 2019. https://doi.org/10.1038/s41565-019-0439-5

LANDRY, M.P.; MITTER, N. How nanocarriers delivering cargos in plants can change the GMO landscape. *Nature Nanotechnology*, v.14, p.512-514, 2019. https://doi.org/10.1038/s41565-019-0463-5

LEE, N.; KO, W.; HSUEH, P. Nanoparticles in the treatment of infections caused by multidrug resistant organisms. *Frontiers in Pharmacology*, v.10, 1153. 2019. doi: 10.3389/fphar.2019.01153

LOWRY, G.V.; AVELLAN, A.; GILBERTSON, L.M. Opportunities and challenges for nanotechnology in the agri-tech revolution. *Nature Nanotechnology*, v.14, p.517-522, 2019. https://doi.org/10.1038/s41565-019-0461-7

MANZOLI, A.; STEFFENS, C.; PASCHOALIN, R.T.; GRABOSKI, A.M.; BRANDÃO, H.D.; CARVALHO, B.C.; BELLINI, J.L.; HERRMANN, P.S.P. Volatile compounds monitoring as indicative of female cattle fertile period using electronic nose. *Sensors and Actuators B-Chemical*, v.282, p.609-616, 2019.

MARUYAMA, C.R.; GUILGER, M.; PASCOLI, M.; BILESHY-JOSÉ, N.; ABHILASH, P.C.; FRACETO, L.F.; LIMA, R. Nanoparticles based on chitosan as carriers for the combined herbicides imazapic and imazapyr. *Scientific Reports*, v.6, 19768, 2016.doi: 10.1038/srep19768

MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2009: Potash. Washington, DC: U.S. Geological Survey, 2009. Disponível em: http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2009/mcs2009.pdf

MITTER, N.; HUSSEY, K. Moving policy and regulation forward for nanotechnology applications in agriculture. *Nature Nanotechnology*, n.14, p.508-510, 2019. https://doi.org/10.1038/s41565-019-0464-4

MUNK, M.; LADEIRA, L.O.; CARVALHO, B.C.; CAMARGO, L.S.A.; RAPOSO, N.R.B.; SERAPIÃO, R.V.; QUINTÃO, C.C.R.; SILVA, S.R.; SOARES, J.; JORIO, A.; BRANDÃO, H.M. Efficient delivery of DNA into bovine preimplantation embryos by multiwall carbon nanotubes. *Scientific Reports*, v.6, p.33588, 2016.

PARK, H.; MAY, A.; PORTILLA, L.; PORTILLA, L.; DIETRICH, H.; MÜNCH, H.; REJEK, T.; SARCLETTI, M.; BANSPACH, P.; ZAHN, D.; HALIK, M. Magnetite nanoparticles as efficient materials for removal of glyphosate from water. *Nature Sustainability*, v.3**,** p.129-135, 2020. https://doi.org/10.1038/s41893-019-0452-6

PARTHA, S.S.; SOMU, B.N.R.; DURAISAMY, R.; GEORGE, D.; SELLAPPAN, S. Nano zinc, an alternative to conventional zinc as animal feed supplement: A review. Animal Nutrition, v.2, p.134-141, 2016.

PEREIRA, E.I.; ARAUJO, N.A.R.; CRUZ, C.C.T.; GUIMARÃES, G.G.F.; FOSCHINI, M.M.; BERNARDI, A.C.C.; RIBEIRO, C. Controlled urea release employing nanocomposites increases the efficiency of nitrogen use by forage. ACS Sustainable Chemistry & Engineering, v.5, p.9993-10001, 2017.

PULIZZI, F. Nano in the future of crops. *Nature Nanotechnology*, v.14, p.507, 2019. https://doi.org/10.1038/s41565-019-0475-1

RAZZINO, C.A. *Desenvolvimento, caracterização e utilização de um nanobiossensor enzimático para a determinação de carbaril*. 2007. 80p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

RIBEIRO, C.; CARMO, M. Why nonconventional materials are answers for sustainable agriculture. MRS Energy & Sustainability, v.6, p.E9, 2019.

SANTANA, R.C.M.; ZAFALON, L.F.; BRANDAO, H.M.; F. JUNIOR, G.A.; PILON, L.E.; B. JUNIOR, W.; GIGLIOTI, R.; MOSQUEIRA, V.C.F. Uso de antimicrobiano nanoparticulado para o tratamento da mastite subclínica de ovelhas de corte no período seco. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v.36, p.826-830, 2016.

SIRIRAT, N.; LU, J.J.; HUNG, A.T.S.; CHEN, S.Y.; LIEN, T.F. Effects different levels of nanoparticles chromium picolinate supplementation on growth performance, mineral retention, and immune responses in broiler chickens. *Journal of Agricultural Science*, v.4, n.12, p.48-58, 2012.

THE JOHNS HOPKINS BLOOMBERG SCHOOL OF PUBLIC HEALTH. *The legacy of a century of service*. The Johns Hopkins Public Health: The food issue, 2014. Acessado em: 31/07/2020,https://www.jhsph.edu/

VAN BOECKEL; BROWER, C.; GILBERT, M.; GRENFEL, B.T.; LEVIN, S.A.; ROBINSON, T.P.; TEILLANT, T.; LAXMINARAYAN, R. Global trends in antimicrobial use in food animals. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v.112, n.18, 5649, 2015. www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1503141112

WHO Antimicrobial Resistance. *Global report on surveillance 2014*. Acessado em: 31/07/2020,http://www.who.int/drugresistance/documents/surveillancereport/en

7. RELAÇÕES ENTRE OS CHEIOS E OS VAZIOS URBANOS E RURAIS

Adriana Nascimento[1], Ana Luiza Ribeiro Carvalho[2]

[1]Professora do Departamento de Arquitetura Urbanismo (DAUAP) e Artes Aplicadas e do Programa de Pós-graduação interdisciplinar em Artes, Urbanidades e Sustentabilidade (PIPAUS) da Universidade Federal de S. João Del-Rei (UFSJ).
[2] Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Artes, Urbanidades e Sustentabilidade.

RESUMO – Este ensaio busca contribuir com um entendimento territorial transdisciplinar de cheios e vazios, urbanos e rurais. Nas áreas urbanas estão diretamente relacionados aos debates do Estatuto da Cidade, resultado das lutas pela Reforma Urbana. Adquirem sentidos diversos ao longo do tempo e se relacionam tanto com causas, quanto às atribuições da "função social" da propriedade. O vazio rural se relaciona com terras improdutivas e ausência de Reforma Agrária no Brasil. Pode estar relacionado com a ideia convencional de preenchimento espacial via monocultura, também considerado "deserto verde". Propomos subsidiar pensamentos conceituais políticos, sensíveis, públicos e privados sobre o tema, com referências em diferentes campos do conhecimento.

Palavras chave: ambiente, cheios e vazios, rural, sustentabilidade, urbano.

RELATION BETWEEN EMPTY AND FULL URBAN AND RURAL

ABSTRACT *– This essay seeks to contribute to a transdisciplinary territorial understanding of full and empty, urban and rural. In urban areas, they are directly related to debates on the City Statute, the result of struggles for Urban Reform. They acquire different meanings over time and relate both to causes and to the attributions of the "social function" of the property. The rural void is related to unproductive land and the absence of Agrarian Reform in Brazil. It may be related to the conventional idea of spatial filling via monoculture, also considered "green desert". We propose to subsidize political, sensitive, public and private conceptual thoughts on the topic, with references in different fields of knowledge.*

Keywords: *environment, full and empty, rural, sustainability, urban.*

Relações epistemológicas e movimentos do pensamento no ensino-pesquisa-extensão

Nas poesias de Manoel de Barros do livro *Tratado Geral das Grandezas do Ínfimo* (2001), o vazio aparece também como o ermo. Essa palavra, ermo, auxilia a visualização de uma metáfora que coloca o vazio como algo fora do alcance, longe dos olhos ou do que é normalmente percebido. O cheio ou o vazio, assim como qualquer outro conceito, necessita ser esmiuçado para que o seu entendimento abranja toda a complexidade que o tema incorpora.

O vazio não é apenas o que não tem conteúdo, pois está em algum lugar (Santos, 2005) ou como diria Manoel de Barros, "os vazios são maiores e até infinitos" (Barros, 2010, p.470). Muitas vezes o que se deixa de considerar é, justamente, o sentido do conteúdo, seus valores, que extrapolam e se interrelacionam à noção econômica ou financeira, abrangendo outros sentidos e funções como as sociais, políticas, ambientais, culturais e sagradas, de seu entendimento como parte de um todo, includente.

Um pasto, como monocultura, pode ser considerado como um vazio para os ambientalistas, justamente pela ausência de biodiversidade. Uma área vazia, aparentemente abandonada por falta de manutenção, numa cidade, também pode ser considerada desocupada. Ao ser utilizada por artistas, skatistas, está sendo ocupada e usada, justamente pela falta de outros espaços que considerem a diversidade de usos e usuários.

As seguintes perguntas são as que colocamos para lidar com essa questão: Vazio ou cheio de que tipo? Com qual demanda ou necessidade? De que modo se pode ocupar um vazio? Como o que está cheio, vem sendo ocupado? Quais campos do conhecimento permitem ocupar ou preencher vazios, urbanos ou rurais?

Pensar relações é pensar sobre o movimento pendular, circular, oscilatório de uma coisa à outra, superando dicotomias, polarizações banais e contradições aparentes. A filósofa Hannah Arendt (2014)

contribui com esse entendimento ao trazer em seus escritos o termo *pensamento paisagem*. Esse tipo de pensamento procura investigar ao máximo as potências das condições e relações a respeito dos temas em debate e analisados, ao longo do tempo, do passado ao presente e o futuro a partir do agora.

A noção de paisagem é relevante justamente por conter nela camadas e ângulos distintos. Uma paisagem deve ser observada pelo corpo em movimento. A representação ou imagem de uma paisagem, urbana ou rural, é apenas uma camada ou ponto de vista de um vasto campo.

Henri Lefebvre, autor de "O direito à cidade" editado em 1968 na França - primeira versão traduzida e editada no Brasil em 1969 -, trazia debates sobre o urbano e sua condição de virtualidade, afirmando que o urbano seria uma construção, algo ainda em processo, que não estaria dado ou acabado. Dizemos que como em qualquer processo ou em uma dança necessitaria de movimentos para que o urbano venha a se configurar entre o público e o privado.

Do mesmo modo, dizemos do rural, as transformações em seus sentidos, com a hegemonia moderna que reconfigura espaços, sobretudo, a partir do século XX pode ser pensada a partir desta proposição de Lefebvre sobre o urbano, como algo em processo e em constante mudança.

A questão urbana hoje, em países do hemisfério sul e América Latina como o Brasil, tem ainda situações em aberto e o mesmo dizemos sobre a rural. O campo, o rural e sua relação com a natureza, o meio ambiente e a sustentabilidade também têm sido desafiados a serem reinventados e, em aderência com o urbano, podem ser pensados como outros dos novos desafios e utopias, que não se afastam de posicionamentos que, sugerimos, deverão ser pensados e postos em prática como novas éticas e políticas.

O tema dos vazios no campo da Arquitetura e Urbanismo se fortalece no debate internacional na década dos anos de 1990, associado a trabalhos

sobre áreas antigas, degradadas, obsoletas, abandonadas, associadas à noções como vago - Terrain Vague - e impreciso (Solà-Morales, 1996).

No Brasil, a abrangência da temática passa a aparecer com maior intensidade nos trabalhos acadêmicos produzidos em pesquisa e publicados neste mesmo período (Teixeira, 1999, Nascimento, 2000; Borde, 2003, Arruda, 2016) e como tema ainda atual.

Desde então, os debates sobre o direito à cidade e temas como o dos vazios urbanos se fortaleceu dentro das políticas urbanas e culminaram com questões apresentadas pelos movimentos pela Reforma Urbana, registradas no Estatuto da Cidade (EC - Lei n° 10.257, de 10 de julho de 2001), fruto da revisão Constitucional de 1988.

Dentro do pressupostos do EC a noção de "função social" adquire relevância por enfatizar que independente de propriedade pública ou privada é o impacto social que deve ser levado em conta ao se lidar com os processos da urbanização.

As frentes abordadas pelo Estatuto da Cidade fragmentam, de certo modo, a noção urbana e a urbanização e seus processos em áreas centrais e de regularização fundiária - áreas periféricas e em expansão, em detrimento de seu entendimento como um todo.

Nos últimos anos, o tema dos vazios nas grandes cidades têm sido relacionados com as hortas urbanas, a produção familiar de alimentos, a segurança alimentar, salientando e associando a desigualdade em certas áreas urbanas e suas necessidades reais com os ativismos (Rodrigues, 2007; Baudry, 2012).

A questão do vazio rural pode, aparentemente, não estar diretamente relacionado à temática urbana, mas refere-se aos debates da luta agrária e o direito à terra, por uma ainda não realizada Reforma Agrária brasileira. O tema dos vazios rurais, ainda que tenham sido debatidos, não foram sequer votados, menos ainda consideram a função social da propriedade. Ainda que os temas urbanos já vigorem como política pública nacional, a realidade para o trato desta questão na esfera urbana, assim como

as políticas rurais e agrárias, incidem ainda de modo lento sobre as propriedades privadas e as terras devolutas.

Em Minas Gerais, o Instituto Estadual de Florestas têm tido bons resultados em ações de preservação de florestas e matas nativas, mas o trabalho nas frentes e limites entre o urbano, o rural e o ambiental, em alguns casos se cruzam e se sobrepõem, trazendo também desafios em termos de gestão territorial urbana e rural.

Nas regiões com cidades menores, de médio e pequeno portes, as consequências da relação campo-cidade ou cidade-natureza em alguns locais se agravam, sobretudo a partir dos anos 2000, com maior ênfase nos anos que antecederam as mudanças do Código Florestal de 2012. Mais recentemente, com práticas predatórias que afetam também a água.

Se os centros metropolitanos já estão com crise e estresse no sistema hídrico, essa questão tem também se aproximado das regiões com cidades médias e pequenas. No que tange as questões ambiental, produtiva e sistêmica, inter-relacionados com as áreas urbanas, observa-se que ainda há impactos de pátios industriais, de desmatamentos e de pastagens com consequências mais evidentes e difundidas em áreas circundantes às metrópoles.

Se a agricultura sintrópica contribui com a visualização de que são as árvores que retém água no território (Gotsch, 2019), áreas urbanas e rurais, de pastagens sem arborização comprometem a qualidade ambiental, para além da paisagem local.

Com questões em aberto acerca de como lidar com os vazios, mesmo com algumas experiências bem sucedidas e postas em prática, o Brasil atual se mantém como um dos últimos redutos do mundo que ainda não resolveram a questão agrária e tampouco questões relativas aos recursos e poluições hídricas (saneamento básico).

As pesquisas realizadas desde os anos 2000 têm tratado de temas sobre vazios urbanos, áreas degradadas, associadas às atividades relacionadas em ensino-pesquisa-extensão com temáticas sobre as

relações cidade-campo, travessias (r)urbanas, (R)urbanidades, modos urbanos, Territórios Educativos, também na extensão.

Mais recentemente, com a orientação de trabalhos de mestrado relacionados ao tema aqui exposto (Carvalho, 2019; Silva, 2018; Braga, 2018), pesquisas em andamento com temas artísticos, urbanidades, ativismos, hortas urbanas e paisagismo vivo, além de outros em andamento, agregamos subsídios para o que aqui apresentamos.

Os debates deste Congresso de Sustentabilidade em Agropecuária oferecem importantes oportunidades de reflexão sobre práticas a respeito de como o tema deste trabalho tem contribuindo com e para a criação de propostas inter e transdisciplinares, com gestos mais sincronizados e orientados colaborativamente. Trazer arte e urbanidade (Nascimento, 2019) articulados a outros campos do conhecimento nos parece importante em tempos de reorientação de sentidos e práticas, com sensibilidade e sustentabilidade.

Entre gestos e ações

Ao compreendermos o gesto como ato primordial, seja ele sagrado, de luz ou de sombra, pode-se perceber que são os gestos que orientam, no dia-a-dia, a intenção das ações, contribuindo e fazendo perceber, ao se estar atento, o que deles - ou sua ausência - podem gerar para preencher vazios.

A noção de “gestos-fio” conforme orientado por Ana Clara Torres Ribeiro (2005, p. 416), auxilia esse entendimento: “No cotidiano e no lugar, gestos-fio costuram saberes à co-presença, estimulando a superação do prestígio ainda mantido pelas leituras mecanicistas e funcionalistas da vida urbana”.

Uma semente lançada displicentemente ao lixo, um resto de fruta que poderia ser utilizado em uma compostagem ou a separação das sementes podem dizer de resultados imprevisíveis ou orientados. Banalizado no

cotidiano, o gesto displicente e individual, também informa e dá forma ao mundo coletivo.

O entendimento da urbanização como algo fora da natureza ou fora do "campo" tem também contribuído com gestos banais. A urbanização estendida (Monte Mór, 2011, 2014) têm conformado as lógicas territoriais. Campo ou cidade estão sujeitas aos modos de produção modernos e urbanos que muitas vezes reproduzem e alienam conhecimentos e práticas que deveriam ser ajustadas e questionadas, como direitos e procedimentos fundantes da compreensão humana às suas realidades.

Se a cidade está sobre a natureza e essa é uma compressão que permanece apartada desse sentido, polarizada como algo fora do espaço urbano, acaba por deixar de lado a sua potência como unidade, como algo intrínseco ao espaço e ao território. Cidade e natureza podem e devem ser auto-ajustadas no sentido de potencializar o melhor da natureza de cada lugar, compondo outras urbanidades.

Gilberto Freyre é outro autor que oferece algumas contribuições acerca da relação entre o rural e o urbano ao trazer para o debate a noção de *rurbano*. O que nos interessa dessa contribuição é a pulsão conceitual e imaginativa do que seja a relação rurbana entre o campo e a cidade e também do que possam ser rurbanidades.

É a partir desse entendimento, fazendo um percurso pelo cotidiano atravessado pelas ações, que nos interessa o olhar por vários ângulos como a compreensão do *pensamento paisagem* de Arendt, não apenas o pessoal, mas por outros olhares, externos, com conhecimentos solidários, que não apenas os próprios ao campo que pertencemos.

Sobre este ângulo analitico é essencial também a contribuição de Paulo Freire (1996), sobretudo ao tratar da relação entre alteridade e autonomia. Considerando a observação, a escuta e a partilha de conhecimentos que aprimoram a relação com o espaço e com o tempo, a partir de Freire, consideramos que o trato de usos e ocupações, do que se considera como cheio ou vazio se altera significativa e positivamente.

É preciso que se reconheçam e se questionem exclusões históricas, estruturais e a ocultação de fatos no sentido de novas narrativas includentes, que respeitem "outros" pontos de vista, que levem em consideração também os conhecimentos ancestrais e de povos originários, suas cosmologias e direitos, muitas vezes afastados ou ocultados, desde o local onde se encontram até as narrativas sobre suas realidades concretas, autonomias e cosmo-poéticas.

Das potencialidades do vazio: entre paisagem e arte

No projeto *Thislandyourland*, das artistas e pesquisadoras Louise Ganz (2015) e Ines Linke são oferecidos a alguns indivíduos eleitos, mapas com uma área de 1 hectare que pode ser ocupada gráfica e livremente pelo desejo de cada um.

As dimensões, não apenas em medida (métrica) mas também de sonho e desejo, são abstrações que formalizadas na área de um quadrado perfeito, devem ser preenchidos para que se complete a lacuna.

A imagem abstrata de 1 hectare não corresponde necessariamente a uma localização real e específica. Isso torna a possibilidade de criação aberta à imaginação criativa e sem limites ou regras para sua ocupação.

No mundo real os parâmetros existentes nos servem como orientações com as quais devemos lidar, independente do tipo de vazio ou de desejo e sonhos. Mas nem sonhos, desejos ou parâmetros, quaisquer que sejam (imaginativos, legais, territoriais, culturais, geomorfológicos, biológicos, sintrópicos, cosmológicos) deveriam ser desconsiderados. Ao serem adequados, ajustados, equilibrados, podem gerar outras realidades que, se bem tratados, podem ser muito mais interessantes do que o inicialmente imaginado.

À questão da monocultura no campo, podemos associar a idéia de monocultura urbana, como sugere Ribeiro (1995) ao tratar da urbanização sem urbanidade.

A crítica pós-moderna à crença na cidade funcional e racionalista surgida durante o movimento moderno, que setoriza a cidade em atividades monofuncionais, afirma que ela compromete a vitalidade urbana pela ausência de diversidade (Nascimento, 2009, Carvalho, 2015).

Bairros sem espaços públicos como praças, áreas verdes e arborização adequada, também em equipamentos coletivos como escolas, creches e postos de saúde podem ser monoculturas, ao apresentar em sua estrutura, apenas um tipo de uso, como o residencial.

A moradia tem sido a principal função para caracterizar um espaço urbano. Mas a monofuncionalidade privada da casa não caracteriza a urbanidade em sua melhor expressão espacial. Espaços públicos com arborização e adequação na relação cidade-natureza são cada vez mais indispensáveis para um relação equilibrada entre público e privado, na constituição morfológica de paisagens diversificadas e com urbanidades abrangentes, inclusivas e sustentáveis do ponto de vista da qualidade ambiental.

Há casos em que vazios industriais e espaços que perderam função por obsolescência acabam sendo atrativos, num primeiro momento, por conta da ausência em diversidade nos espaços urbanos. Sejam internos e centrais à estrutura urbana ou periféricos, já que esses entendimentos também se alteram ao longo do tempo por conta de expansão do tecido urbano, o fato é que podem apresentar interesse e usos ditos alternativos ao que o espaço convencional da cidade oferece.

O caso do antigo matadouro Santa Cruz Ltda. ilustra bem essa apropriação de espaços abandonados. Localizado em Minas Gerais, no município de Santa Cruz de Minas - antigo bairro de Tiradentes e atual conurbação de São João del-Rei (SJDR) - o espaço abandonado do matadouro abrange muitas das questões relativas aos vazios e ao preenchimento deles por meio de ações artísticas e espontâneas.

Quando tratamos das pequenas e médias cidades e do processo de *rurbanização*, a questão histórica e socioambiental revela a justaposição de relações, por vezes, imediatamente invisíveis.

O vazio pode ser abordado por diversos ângulos, nesse contexto, "e são produzidos socialmente pela própria urbanização" (Carvalho, 2019, p.20). Essa afirmação decorre do fato de que, o vazio da edificação do matadouro Santa Cruz Ltda. se materializa pelo fato de o local estar vago, tendo em sua primeira ocupação urbana territorialmente sido apropriado pela lógica industrial monofuncional, também pelo vazio e ausência da importância histórica e ambiental concedida àquele território.

Dessa forma, o antigo matadouro Santa Cruz Ltda. estabelecido em local próximo de onde surgiram os primeiros povoados da região, está circundado pela Área de Proteção Ambiental da Serra de São José e pelo Rio das Mortes, fazendo a passagem de ligação entre duas cidades históricas (Tiradentes e SJDR) por meio da dita "Estrada Real".

Estes fatores contribuem diretamente com a lógica de monofuncionalização da cidade, em que, as atividades industriais na lógica racionalista eram concedidas às margens e periferias do espaço urbano, sem considerar aspectos históricos e/ou culturais.

A importância ambiental e histórica tem estado intimamente ligadas à ausência de repertório em diversidade que se relacione com a natureza, ignoradas, muitas vezes, pelas lógicas produtivistas mercantis. São essas ausências culturais e preservacionistas que favorecem o preenchimento desse tipo de vazio pela arte. Ao se identificar a potência para a apropriação, artistas assumem ações espontâneas e fazem de seus questionamentos interpelações nos âmbitos ambientais, sociais, culturais e políticos.

Tal qual a poesia de Manoel de Barros atravessando a potência do vazio, as ações artísticas nesses espaços buscam uma lógica semelhante, em que é preciso preencher o vazio sem a intenção de torná-lo apenas cheio.

Carlos Teixeira (1999, p.41) afirma que a apropriação dos vazios é um "teste de sobrevivência" daquele espaço e, sem dúvida, as ações ocorridas no antigo matadouro Santa Cruz Ltda. confirmam essa persistência.

Ações efêmeras e autogestionadas propiciam novas experiências em locais e territórios inexplorados e esquecidos, valorizando a diversidade, tanto das funções na cidade quanto do ambiente em que estão inseridos. Ações artísticas e culturais contribuem ainda com a dimensão social e humana dos espaços, conferindo-lhes urbanidade, diante de espaços públicos inexistentes (Nascimento, 2009; Carvalho, 2019).

Essas ações podem ser consideradas utópicas, por criarem lugares reais em espaços abandonados, reconfigurando paisagem e usos. Sem depender do poder público para se organizar, as ações artísticas promovem e conduzem micropolíticas orientadas para a sustentabilidade, compreendendo questões que extrapolam o ambiental e atravessam diferentes campos disciplinares.

A ação interdisciplinar: teorias e práticas

Ao lidarmos com referenciais oferecidos pela geomorfologia, por outras abordagens via bacias hidrográficas, por dados e parâmetros climáticos, de biodiversidade, sociais, culturais, históricos e paisagísticos as repostas podem ser melhor orientadas em ocupação e preenchimento de vazios. Não são apenas as ferramentas tecnológicas e os conhecimentos técnicos que auxiliam nesse processo.

As tecnologias sociais também têm tido importante função. A escuta de saberes locais, das vivências que acontecem no lugar também contribuem para ações que incluam e que integrem ações de preservação, transformação e manutenção de bens e riquezas territoriais (Santos, 2005, 2011).

Dentro das possibilidades de preenchimento de vazios é a associação destas ferramentas que estão algumas das respostas relacionadas aos

procedimentos e modos como podem ser realizados. A diversidade de respostas e escolhas se relacionam com pelo menos três tipos de questão: Porque? Para quem? Como? Estar consciente do local onde se está ou se vai intervir é um movimento de pensamento essencial, seja no âmbito urbano ou rural.

Estar consciente sobre a historicidade dos territórios, reconstruir e criar outras narrativas exige que gestos sejam reconfigurados, dando outros sentidos aos vazios espaço-temporais, com ocupações que orientem para a qualidade de vida e o bem viver, conforme epistemologias do sul, afro-latino americanas (Lander, 2005; Santos & Menezes, 2010).

Há inúmeros métodos e abordagens para se recuperar vazios e ocupar espaços, sejam áreas degradadas, obsoletas, abandonadas, monoculturas. Por tecnologias sociais, métodos agroflorestais, através de espécies nativas, recuperação de nascentes, matas ciliares, há experimentos com e em diferentes áreas e sistemas de gestão, urbanas e rurais, propriedades privadas como fazendas e também programas municipais que têm atuado em ações integradas público e privadas.

No caso da produção experimental e da ausência da Reforma Agrária o Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST) tem inúmeros casos bem sucedidos em organização social, produtiva e coletiva. O MST conseguiu recentemente investimento privado, anteriormente impensável, via uma linha de crédito conhecida como FinaPop - Financiamento Popular - (REDE TVT, 2020), para alguns de seus empreendimentos no estado do Rio Grande do Sul.

O município de Extrema, no sul de Minas Gerais, é outro caso interessante. Articulando políticas públicas locais, entre o rural e o urbano, criam atrativos econômicos e financeiros para o Município e seus cidadãos com fortalecimento da consciência em preservação ambiental e em benefícios coletivos.

Há também casos em que há a criação de políticas públicas, mas a ausência de difusão e de articulação social dificultam sua implementação.

Varginha, no sul de Minas Gerais, é um desses casos (Oliveira et al., 2020). São João Del-Rei no Campo das Vertentes, com lei municipal desde 2010, outro deles.

O instrumento legal não é necessariamente garantia de se ter ações bem sucedidas, ainda que importantes para garantir determinados processos e práticas em ocupação do solo.

São as metodologias e as práticas de desenvolvimento econômico, de inclusão, via tecnologia social que, articuladas à agroecologia, à agrofloresta, à segurança alimentar, podem repercutir como respostas favoráveis, sobretudo em solidariedade. Essa é a maior ferramenta que nesse momento de pandemia mundial de COVID-19 tem alavancado inúmeras ações em atendimento à famílias e áreas vulneráveis com eficiência solidária.

Considerações finais

Entendemos que cada vez mais a construção de respostas inter e transdisciplinares oferece possibilidades sensíveis e de maior alcance e complexidade aos problemas contemporâneos.

As respostas, quando coletivas e integradas com o lugar e a realidade, podem ser mais complexas por exigirem preparo para se lidar com elas. Esse tipo de resposta pode ser mais lenta, mas é, certamente, mais profunda e alicerça práticas e políticas reais.

Há inúmeras metodologias e casos de recuperação bem sucedidas para áreas degradadas, essas sim, esvaziadas de sentidos e qualidades ambientais. O que se precisa ter clareza é qual o tipo de vazio que degrada o ambiente, rural ou urbano. Se é prejudicial para o ecossistema a ponto de interferir sobretudo na questão da água, pois é esta a qualidade que sustenta de vida de todos os seres, é ali que atuação deve prevalecer.

Aridez urbana ou rural em monoculturas espaço-temporais necessitam urgentemente de soluções em co-criação transdisciplinar, alicerçadas com o lugar na produção de outras urbanidades, ruralidades,

rurbanidades e utopias. É preciso ampliar o olhar e o gesto para as respostas e, essa ampliação, é tarefa coletiva, inclusiva, humanitária, local e global.

Agradecimentos

Agradeço à FAPEMIG, à UFSJ, à Benedito Fernando Moreira e aos integrantes do Grupo de Pesquisa A.T.A.

Literatura citada

ARENDT, H. *Entre o passado e o futuro*. SP: Perspectiva, 2014.

ARRUDA, A.M. *Entendendo os vazios urbanos de Campo Grande MS*. Vitruvius, Arquitextos, Planejamento Urbano, ano 17, dez. 2016.

BAUDRY, S. Reclaiming urban space as resistance: the infrapolitics of gardening. *Revue française d'*études *américaines*, n.131, p.32-48, 2012.

BARROS, M. *Tratado geral das grandezas do ínfimo*. RJ: Record, 2001.

_____. O menino que carregava água na peneira. In: *Poesia completa*. São Paulo: Leya, 2010.

BORDE, A.L.P. Percorrendo os vazios urbanos. In: *Anais do X Encontro Nacional da ANPUR* (Associação Nacional de Planejamento Urbano e Regional), Belo Horizonte. Anais do X ENA, 2003.

BRAGA, V.R. *Práticas espaciais: resiliência urbana coletiva*. Dissertação em Artes, Urbanidades e Sustentabilidade UFSJ/ PIPAUS, 2018.

CARVALHO, A.L.R. *Pela greta: contradições urbanas e ações poéticas no abandono do Frigorífico Santa Cruz Ltda*. Dissertação em Artes, Urbanidades e Sustentabilidade UFSJ/ PIPAUS, 2019.

_____. *Edifício h*íbrido: Urbanismo *vertical*. Trabalho de Conclusão de Curso, 2015. Disponível em: https://issuu.com/analucarvalho7/docs/pranchasfinais. Acesso em 30 de jul de 2020.

FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa*. SP: Paz & Terra, 1996.

GANZ, L. *Imaginários da terra: ensaios sobre natureza e arte na contemporaneidade*. RJ: FAPERJ, 2015.

GOTSCH, E. *Agricultura sintrópica de Ernst Gotsch*. 2020. https://www.pretaterra.com/blog/agricultura-sintrpica?gclid=EAIaIQobChMIt4LP_cbw6gIVkYORCh00eAJXEAAYASAAEgLMyPD_BwE). Acesso em 28/07/2020.

LANDER, E. (Org). *A colonialidade do saber: eurocentrismo e ciências sociais. Perspectivas latino-americanas*. Argentina: Colección Sur Sur, CLACSO, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 2005.

MONTE MÓR, R.L.M.; LIMONAD, E. O urbano e o rural frente à urbanização da sociedade. In: RANDOLPH, R.; SOUTHEM, B.C. (Org.). *Expansão metropolitana e transformação das interfaces entre cidade, campo e região na américa latina*. 1.ed. São Paulo: Max Limonad, 2011. p.202-217.

MONTE MÓR, R.L.M. Extended urbanization and settlement patterns in Brazil: An environmental approach. In: BRENNER, N. (Org.) *Implosions/explosions: Towards a study of planetary urbanization*. 1.ed. Berlim: Jovis Verlog GmbH, 2014. p.109-120.

NASCIMENTO, A. *Degradação urbana: questionamentos sobre sua permanência e/ou transitoriedade. O caso da zona portuária do Rio de Janeiro*. RJ: Dissertação de Mestrado/PROURB, 2000.

_____. (arte) e (cidade). *Ação cultural e intervenção efêmera*. Tese de Doutorado. IPPUR/UFRJ, 2009.

_____. Sentidos e possibilidades do corpoespaçotempo publico. Escala, intervenção e outras abordagens. In: *Anais do 16° Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional*. Belo Horizonte: ENANPUR, 2015.

OLIVEIRA, L.; NOGUEIRA, H.; NASCIMENTO, A. A relação entre os vazios urbanos, as ações e as políticas públicas: Abordagens sócio-ambientais. In: *Anais VI Enanparq*. Brasília: UnB, 2020.

REDE TVT. *Eduardo Moreira cria Finapop para financiar projetos populares e sustentáveis*. 2020. https://www.youtube.com/watch?v=hcrAHovSwg4 (Acesso em 28/07/2020).

RIBEIRO, A.C.T. Sociabilidade, hoje: leitura da experiência urbana. *CRH*, Salvador, v.18, n.45, p.411- 422, set-dez., 2005.

_____. *Urbanização sem urbanidade: Um cenário de incertezas*. Ensaios FEE. Porto Alegre, 1995. p.556-590.

RODRIGUES, A.C. A politização do vazio. In: *Actas do Seminário de Estudos Urbanos*. Lisboa: ISCTE, 2007.

SOLÀ-MORALES, I. Terrain vague. In: *Tierra-Agua*. Barcelona: Quaderns 212 - D'Arquitectura i Urbanisme, 1996. p.34-43.

SANTOS, B.S.; MENEZES, M.P. (Org.). *Epistemologias do Sul*. São Paulo: Cortez, 2010.

SANTOS, M. *Território, territórios: Ensaios sobre o ordenamento territorial/Coleção espaço, território e paisagem*. RJ: Editora Lamparina, 2011.

_____. *Da totalidade ao lugar*. São Paulo: EDUSP, 2005.

SILVA, F.S. *Paisagismo reflexivo como arte viva: Influências no comportamento urbano*. Dissertação em Artes, Urbanidades e Sustentabilidade PIPAUS: UFSJ, 2018.

TEIXEIRA, C.M. *História do vazio em Belo Horizonte*. SP: Cosac Naify, 1999.

8. SUSTENTABILIDADE NA SUINOCULTURA: ORIENTAR PARA TRANSFORMAR

Bruno da Silva de Vasconcelos[1]

[1]*Responsável técnico do setor de suinocultura da UFRRJ*

RESUMO – A população mundial deve atingir 8,4 bilhões de pessoas até 2028, sendo os países em desenvolvimento, como o Brasil, os principais responsáveis por produzir boa parte da demanda por alimento necessária para este crescimento. O perfil da população está se direcionando para produtos que não tenham somente sabor, mas que sejam seguros e saudáveis, mas também tenham sido produzidos dentro de sistemas de produção que possuam responsabilidade ética e ambiental. A suinocultura tem um potencial enorme em sustentabilidade, já que atende aos principais aspectos relacionados ao assunto. A utilização racional da água, o tratamento dos dejetos, o bem-estar animal e o uso racional da ração estão entre as principais medidas de sustentabilidade utilizadas na suinocultura e podem contribuir bastante para colocar a suinocultura nacional em posições ainda maiores na produção mundial de suínos.

Palavras chave: resíduo animal, suíno, sustentabilidade.

SUSTAINABILITY IN SWINECULTURE: GUIDE TO TRANSFORM

ABSTRACT *– The world population is expected to reach 8.4 billion people by 2028, with developing countries, such as Brazil, being primarily responsible for producing much of the demand for food necessary for this growth. The profile of the population is moving towards products that not only taste, that are safe and healthy, but that have also been produced within production systems that have ethical and environmental responsibility. Pig farming has a huge potential in sustainability, since it meets the main aspects related to the subject. The rational use of water, the treatment of manure, the animal welfare and the rational use of feed are among the main sustainability measures used in pig farming and can contribute greatly to placing national pig farming in even greater positions in world pig production.*

Keywords: animal waste, sustainability, swine.

Introdução

A atividade em suinocultura vem passando por muitas mudanças para atender uma demanda crescente por carne. A eficiência da produção, com a maior produtividade em um menor espaço e com redução de custo já é uma realidade, mas ainda existem desafios a serem superados. Junto com o aumento da produção vieram os impactos negativos ao meio ambiente, com contaminação do solo, água e ar, além disso as questões de bem-estar animal, ainda amadurecendo, se somam a necessidade de melhores condições de trabalho dos colaboradores para um equilíbrio na atividade (Paranhos & Sant'anna, 2016). O interesse dos consumidores em conhecer melhor a origem do alimento que consomem, fez nascer debates sobre a qualidade do produto e as condições de manejo praticadas em unidades de produção animal (Godyn et al., 2019), principalmente devido aos problemas globais ligados ao modelo econômico praticado de produtividade e competitividade que acabam deixando em segundo plano a proteção ambiental, aumentando a geração de resíduos e consequentemente a poluição ambiental (Gomes et al., 2014).

A suinocultura é uma atividade que responde muito bem pela eficiência em entregar proteína animal de qualidade para o consumo da população, mas que ao mesmo tempo é vista como forte geradora de passivos ambientais. Entretanto, está entre as atividades da pecuária que mais avançam se adequam as exigências de um mercado consumidor que busca segurança alimentar, qualidade de carne, restrição ao uso de antibióticos, proteção ambiental e bem-estar animal. Portanto é uma atividade que olha para um futuro mais sustentável da suinocultura (SEBRAE, 2016a).

Panorama da suinocultura nacional

Os resultados produtivos da suinocultura nacional à continuam colocando em uma posição de destaque no cenário mundial, tanto em

relação a qualidade de animal formado, quanto a quantidade em quilos de carne produzido, seja para o mercado interno ou externo. Isto vem garantindo as primeiras posições na produção e exportação de carne suína, o que estimula ainda mais a abertura de novos mercados de consumo além de possibilitar a ampliação nos países em que já exporta.

Segundo a ABCS (2019) e ABPA (2020), o Brasil ocupa a quarta posição como produtor e exportador de carne suína, negociando com mais de 80 países, em 5 continentes, produtos entre cortes cárneos, miúdos, carcaças e preparações. Boa parte do que é produzido é consumido no próprio país (81%), porém o consumo per capita ainda é discreto com 14,2 kg/hab., se comparado aos países da União europeia que tem consumo de 40,3 kg/hab. Felizmente, dados mais recentes mostram que este consumo interno vem aumentando, atingindo 15,3 kg/hab. em 2019.

É importante lembrar que a manutenção entre as primeiras posições em produção e exportação de carne suína e os resultados recentes de abertura e ampliação de mercado, vem sendo conseguido não só pelo momento de crise sanitária iniciada em 2018, com a Peste Suína Africana (PSA), que vem reduzindo plantéis em vários países da Europa e Ásia, mas se deve principalmente ao bom trabalho desenvolvido ao longo de anos pela suinocultura nacional. O bom preparo permitiu conquistar as oportunidades que apareceram e continuam surgindo, graças ao início ainda nos anos 60, tendo os anos 70 e 80 como principais alavancadores na mudança do perfil da suinocultura brasileira.

O cenário atual de destaque na produção nacional começou a ser construído com a substituição da gordura a base de banha suína, produto muito usado nas casas brasileiras até a década de 60, por óleo vegetal no uso diário da população. Essa mudança sobreveio devida a crescente produção de grãos oleaginosos, como a soja, por todo o país. Com um custo mais viável e associado a propagandas de difamação sobre a banha suína, o óleo vegetal fez com que a banha perdesse competitividade e por

isso foi necessária uma reorganização da suinocultura no país (ABCS, 2015).

O perfil do suíno nacional começou a se modificar passando então do suíno tipo banha para o tipo carne, pois a carne apresentava maior valor de mercado que a banha. A partir daí, muitos investimentos foram e vem sendo feitos ao longo dos anos em genética, nutrição, instalações, manejo e sanidade. Além disso, a criação de fomentos técnicos e a implementação das integrações pela indústria frigorífica também contribuíram muito para o desenvolvimento do setor (ABCS, 2015). Dessa forma, a produção brasileira de suínos foi se consolidando como uma marca de qualidade e estabelecendo um sentimento de confiança no mercado de proteína animal, atraindo a atenção de vários países pelo suíno brasileiro.

Somente em 2019, o Brasil produziu próximo de 4 milhões de toneladas de carne suína e exportou por volta de 720 mil toneladas. O crescimento médio anual de produção foi de 2,64%, o que coloca o país em sexto colocado entre os países que mais crescem em produção de suínos gerando uma receita maior que 1,5 milhões de dólares em exportações com um aumento de 386 mil de dólares, se comparado com o ano anterior (Martins et al., 2019; ABPA, 2020).

O caminho que o Brasil trilhou para alcançar estes números, foi construído com o desenvolvimento das várias áreas da cadeia suinícola, mas existe uma em especial que se destaca bastante até hoje, sendo um diferencial se comparado com outros países e esta é a sanidade do rebanho brasileiro. Um rebanho sem risco de doença é um desafio grande, mas atrai bastante a atenção do mercado externo, e o país, mesmo possuindo diversos fatores de risco como uma imensa extensão territorial, vários quilômetros de fronteira com países da América do Sul e um mundo globalizado, ainda consegue evitar a entrada de doenças que causam um alto impacto comercial, o que acaba criando uma imagem muito boa para um comércio seguro.

O reconhecimento pela Organização Mundial de Saúde Animal (OIE) de 17 Estados livres de febre aftosa com vacinação e o Estado de Santa Catarina livre de febre aftosa sem vacinação, contribuíram ainda mais para uma imagem de bom status sanitário do rebanho brasileiro. Além disso, o Brasil não teve nenhum surto de doenças importantes como PSA, PRRS, Diarreia Epidêmica Suína ou outra doença crítica (Martins et al., 2019).

Neste cenário, o país tem grande desafio em manter os resultados alcançados e ainda mais, tentar superá-los. Principalmente quando se sabe que o aumento da demanda de proteína animal vai aumentar nos próximos anos, devido ao crescimento da população mundial. Como sugere a OECD-FAO (2019) a população mundial deve atingir 8,4 bilhões de pessoas até 2028, sendo os países em desenvolvimento, como o Brasil, os principais responsáveis por produzir boa parte da demanda por alimento necessária para este crescimento.

Estima-se que a produção de carne ultrapasse os 40 milhões de toneladas podendo chegar aos 364 milhões de toneladas até 2028, sendo a produção de carne suína correspondente a 11 milhões de toneladas até o mesmo período, com o seu consumo variando pelas regiões do planeta. Em países desenvolvidos, com maior renda, se espera uma redução no consumo per capita de carne suína com a diversificação para outros tipos de carne, como de ovelha. Nos países da América Latina o crescimento deve se manter, impulsionado pelo histórico de preço inferior e nos países da Ásia, com condições econômicas favoráveis e que tradicionalmente consomem carne suína, a expectativa é de que se mantenha o aumento per capita. Nos países da União Europeia, o esperado é que ocorra a redução no consumo de carne suína, muito devido a mudança na dieta, optando-se mais por carne de aves (OECD-FAO, 2019).

Desse modo, para atender esta expectativa de mercado prevista para os próximos anos, a suinocultura nacional precisa evoluir e se expandir, entretanto, obstáculos já se colocam presentes e não são fáceis

de superar. Seja na pressão a adequação as normas de bem-estar animal, num melhor marketing de promoção da carne suína, na oferta de produtos diferenciados ao consumidor, na manutenção do controle sanitário do rebanho, nos investimentos em segurança alimentar, enfim, existe uma série de medidas que precisam ser tomadas para a realização dessa expansão que se projeta para a produção de suínos.

Assim, a capacidade ou não de se manter importante na preferência dos consumidores dependerá da habilidade dos atores presentes na cadeia de perceber e atender os anseios dos mercados existentes (Bertol, 2019). Dentro deste contexto, a produção com sustentabilidade vem ganhando força a cada ano, de forma que já existem consumidores colocando a mesma, como determinante para o consumo ou não de determinado produto. O perfil do consumidor está se direcionando para produtos que não tenham somente sabor, que sejam seguros e saudáveis, mas também tenham sido produzidos dentro de sistemas de produção que possuam responsabilidade ética e ambiental (Bertol, 2019; Cardoso & Santana, 2018).

Sustentabilidade na suinocultura

A agropecuária é uma atividade de extrema importância para qualquer sociedade, pois atua diretamente na produção de alimentos para humanos e animais, todavia ela se apresentou por anos guiada somente pelo aumento da produção em função de uma demanda populacional. Praticava-se o maior uso da terra, para atender a maior necessidade de alimento, pouco importando os meios utilizados para o fim. Assim, o uso de agrotóxicos, as condições de criação de animais e o impacto das produções ao meio ambiente, por exemplo, não eram motivos de preocupação. O amadurecimento de conceitos morais da sociedade, associado aos impactos negativos ao ambiente pelo uso de seus recursos naturais e somado a possibilidade de escassez do mesmo, contribuíram

para a elaboração de questionamentos sobre a herança que ficaria para as gerações futuras.

Dessa maneira, a sustentabilidade nasceu para permitir, de forma produtiva e contínua, a harmonia entre homem, animal e meio ambiente, estabelecendo um conceito de desenvolvimento sustentável. Assim, de acordo com gomes et al. Existe uma ligação que vai além da questão ambiental e se interconecta aos aspectos econômico e social. É mais abrangente do que as preocupações específicas como racionalização do uso da energia, o desenvolvimento de técnicas substitutivas de bens não renováveis ou o adequado manejo de resíduos. É possível uma consonância entre crescimento econômico, desenvolvimento social e preservação ambiental, transformando o que era antes um problema em uma oportunidade econômica (Casagrande, 2007). Portanto, a implementação de uma atividade sustentável necessita da integração de justiça social, de que se mantenha um equilíbrio econômico e se preserve o ecossistema ao redor.

A suinocultura é uma das representantes de destaque da pecuária brasileira, mas ainda é vista como não sustentável por parte da sociedade, principalmente pelos estigmas criados pela forma de produção das décadas de 70 e 80. Somado a isso, o modelo atual de trabalho nas granjas, com o confinamento de animais, o desconhecimento das práticas de bem-estar nas diferentes etapas do ciclo produtivo e as dúvidas sobre o volume de dejetos produzidos e o seu destino, acabam por reforçar o pensamento, equivocado, sobre a impossibilidade da suinocultura ser sustentável.

Existe também, uma falta de sincronia na cadeia produtiva suína, principalmente nos elos da indústria e do processamento com os interesses dos consumidores. A transferência das informações aos consumidores sobre os métodos de produção de suínos, segurança sanitária das criações e qualidade nutricional são estratégias que precisam ser melhor implementadas para que fique mais cativante para o público (Filho et al., 2019).Um estudo com consumidores, sobre os padrões de manejo

dos animais para a produção de carne, indicou que as informações relacionadas a sustentabilidade afetariam a propensão ao consumo de carne entretanto, pagariam preços mais elevados por produtos certificados que assegurassem a utilização de práticas sustentáveis (Paranhos & Sant'anna, 2016).

Portanto é necessário um esforço em informar melhor tanto o mercado interno e externo sobre o que é praticado na suinocultura do país. Dirimir as dúvidas que ainda existam sobre o manejo em bem-estar, o manejo de resíduos, as medidas de segurança alimentar utilizadas e as medidas de biossegurança praticadas. Combater as informações falsas que até então são divulgadas sobre a carne suína, através de ações esclarecedoras sobre suas vantagens na dieta do brasileiro. O investimento nessa publicidade nunca foi o ponto forte da suinocultura nacional, mas este quadro vem mudando com o aumento de campanhas informativas realizadas pelas associações de criadores de suíno, principalmente pela a Associação Brasileira de Criadores de Suínos (ABCS).

A campanha com o título de "A carne suína é 10" é só um exemplo de uma das ações escolhidas para divulgação da carne suína, mas também se somam a isso outras realizações como a publicação de cartilhas informativas sobre diversos temas da produção de suínos, a parceria com empresas do varejo, o estabelecimento do dia nacional da carne suína e de livros com receitas culinárias, utilizando a carne suína, que estimulem a introdução desta proteína no consumo diário das residências brasileiras.

É importante lembrar que a suinocultura é um bem nacional e, portanto, é necessária a participação de segmentos dos setores privado e público, que através de investimentos diretos ou subsídios podem dar consistência aos avanços do setor. A participação do governo é fundamental por estabelecer políticas públicas que atendam às exigências do mercado e assim, transmitir as intenções do modelo de produção da carne suína brasileira, ou em outras palavras, estabelecer o "marketing verde", mostrando que o país pratica e busca avanços sustentáveis.

Neste contexto, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), apresentou, em janeiro de 2020, na Semana Verde Internacional, a experiência brasileira na produção sustentável de alimentos, contendo diretrizes que agregam o aumento da eficiência produtiva e o respeito as legislações ambientais. Também já existe implantado o Plano de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (Plano ABC), com o compromisso de reduzir a emissão de gases de efeito estufa e que contempla a busca por alternativas economicamente viáveis para o tratamento de dejetos produzido pela a suinocultura (BRASIL, 2011). Uma destas alternativas, coordenadas pelo MAPA, é o projeto Suinocultura de Baixa Emissão de Carbono, onde utilizam-se tecnologias de produção mais limpa e o aproveitamento econômico dos resíduos da produção de suínos (BRASIL, 2016).

Avanços continuam sendo feitos, mas entende-se que há espaço para novas realizações sobre a sustentabilidade, o setor privado também se preocupa com o tema e apresenta medidas que se adequem as reivindicações dos clientes. É dessa forma, por exemplo, que a JBS (2019), em seu relatório de sustentabilidade, apresenta para o seu público as suas prioridades globais na área da gestão ambiental, no bem-estar animal, na responsabilidade social e na integridade do produto. Semelhante a isso, a BRF (2020), disponibiliza suas diretrizes de sustentabilidade, destacando o bem-estar animal, a saúde e segurança dos colaboradores, a preservação e conservação do meio ambiente e a melhoria contínua dos processos.

Uma alternativa também buscada por empresas da área de produção animal é a conquista das Certificações Verdes, também chamada de “selos verdes” ou “eco-selos”, que servem para auxiliar o consumidor na decisão de compra, já que indicam quais empresas possuem preocupações sustentáveis. Estas certificações não somente contribuem para um planeta mais sustentável, mas também garantem um valor agregado a marca da empresa, potencializa possíveis parcerias de negócios e ainda podem reduzir custos, já que normalmente é necessário redução do uso de

recursos como água e energia, para obter um selo verde. Assim, indústrias ligadas a área de suinocultura já trabalham almejando a conquista dos eco-selos, utilizando menos recursos, visando a segurança alimentar e poluindo menos, isto é, se mantendo em concordância com os anseios da sociedade e a legislação nacional.

Portanto, a suinocultura tem um potencial enorme em sustentabilidade, já que atende aos principais aspectos relacionados ao assunto. No aspecto econômico, conforme já abordado, se destaca entre os principais produtores e exportadores mundiais, contribuindo significativamente para o produto interno bruto do país. Ainda, é a atividade da pecuária que apresenta maior expectativa no crescimento do faturamento em 2020 (38,12%), dada a combinação de crescimento real dos preços (28,30%), na comparação entre janeiro a abril de 2020 frente ao mesmo período de 2019, e crescimento esperado para produção anual (7,65%) (CNA/CEPEA, 2020).

No aspecto social, foi responsável por empregar diretamente 126 mil pessoas em 2015, gerando 35 mil empregos com massa salarial de R$ 792,5 milhões de reais. Além disso, indiretamente, estima -se que a suinocultura brasileira tenha originado mais de 900.000 mil empregos, ou 7 empregos indiretos para cada emprego direto (Neves et al., 2016). Por fim, No aspecto ambiental, apresenta enfoque na redução das emissões de carbono durante todo o processo de produção de carne suína, desde a gestão adequada da água, passando pelo uso racional da ração até os processos de tratamento e aproveitamento de resíduos (BRASIL, 2016).

O impacto ambiental na produção de suínos

O crescimento da população mundial trouxe junto uma demanda maior por alimentos de origem vegetal e animal, que por consequência, aumentou a formação de resíduos com potencial poluente. A produção de carne suína está entre as culturas que mais carregam essa capacidade de degradar o ambiente, devido ao alto gasto com água para dessedentação dos

animais e para a higienização das instalações. Outra grande preocupação, é o volume significativo de dejetos produzidos diariamente, que se mal manejados, podem trazer prejuízos para o meio ambiente.

Segundo morais & Lima (2020), a suinocultura tem altíssimo potencial poluente entre os animais de produção, os dejetos que não são tratados e nem descartados de maneira correta podem estar envolvidos em processos de eutrofização dos cursos de água. Seu elevado número de contaminantes representa uma fonte importante de degradação do ar, dos recursos hídricos e do solo (Bordin et al., 2005). Sendo necessário ter maior preocupação com os minerais nitrogênio, fósforo, cobre e zinco, pela alta proporção não assimilada em relação àquela fornecida nas rações e portanto, presente nas excretas (Seganfredo, 2007).

O consumo de água irresponsável no trabalho diário das granjas é um grande motivo de preocupação ambiental, já que é um nutriente essencial a vida e um recurso finito. A utilização excessiva de água na suinocultura traz consequências negativas, pois aumenta a quantidade de resíduos e a dispersão da matéria orgânica nos efluentes, como consequência existe uma menor produção de biogás, um maior custo no tratamento de dejetos e um maior uso de recursos hídricos (BRASIL, 2016). A principal forma de utilização da água nas granjas é na oferta de água para beber e na limpeza e desinfecção dos alojamentos, assim, atenção especial deve ser dada com desperdícios com bebedouros, com a manutenção de equipamentos de limpeza e com treinamento dos colaboradores para o melhor uso da água na granja.

A qualidade de ar presente nas instalações de produção é outra preocupação ambiental, gases tóxicos resultantes da degradação das excretas dos animais são liberados diariamente nos barracões onde convivem trabalhadores e os animais. Gases como amônia, sulfeto de hidrogênio, dióxido de carbono, metano, amônio, óxido nitroso e nitrogênio estão presentes durante os ciclos de produção na suinocultura

e todos contribuem de forma negativa para o homem, animais e meio ambiente (Ferreira, 2016; Ito et al., 2016).

Segundo ferreira (2016), a exposição a concentrações de amônia entre 50 e 150 ppm por 4 semanas causam queda no desempenho de leitões de 8,5 kg. O sulfeto de hidrogênio na concentração de 50 a 200ppm pode ocasionar perda de apetite, fotofobia, vômito e diarreia. A má higiene das salas de criações e a ventilação deficiente contribuem diretamente para poluição do ambiente de trabalho nas granjas, comprometendo principalmente a saúde de funcionários e animais.

Todo o prejuízo causado ao solo, a água, ao ar e aos animais tem relação direta com a falta de um controle sobre as etapas de produção presentes na atividade suinícola. O amadurecimento dos produtores sobre o tema sustentabilidade contribui para elaboração de ações estratégicas que transformem os poluentes presentes na suinocultura em recursos para o reuso ou para um destino ecologicamente correto, minimizando assim, o impacto ambiental. (Pletsch et al., 2019)localizado no Noroeste do Rio Grande do Sul a partir da aplicação do modelo de indicadores de desempenho especificamente nas dimensões Social e Ambiental conforme Allegretti (2013 identificou que são necessárias atitudes de educação ambiental de maior intensidade para os atores envolvidos diretamente na atividade realizando cursos e treinamentos, principalmente relacionados a pontos considerados mais críticos para uma produção ambientalmente correta.

Métodos sustentáveis na suinocultura

Os desafios ambientais que o setor possui devem ser encarados não como uma ameaça a continuidade da atividade e sim uma oportunidade, a implementação de um sistema de gestão ambiental nas granjas propicia medidas para uma produção ecologicamente correta. Permitindo transformar os passivos ambientais, formados diariamente, em ativos energéticos importantes. A utilização racional da água, o tratamento

dos dejetos, o bem-estar animal e o uso racional da ração estão entre as principais medidas de sustentabilidade utilizadas na suinocultura e podem contribuir bastante para colocar a suinocultura nacional em posições ainda maiores na produção mundial de suínos.

Uso racional da água

A água está envolvida em praticamente todas as funções do corpo e compreende quase 70% de massa corporal de um animal adulto. É possível que sobreviva mesmo perdendo boa parte de sua gordura e proteína, mas não sobrevive com a perda de um décimo da água corporal (Close & Cole, 2013). A água, talvez seja o nutriente mais negligenciando dentro da produção de suínos, o que é incoerente, já que é fundamental para a vida. além de o planeta estar passando por um momento de crise hídrica e com previsões desanimadoras sobre a sua escassez.

O uso consciente da água começa pela escolha da fonte de abastecimento, que pode ser de uma rede de tratamento e distribuição ou fontes naturais, onde nesta última a contaminações de nascente é motivo de atenção especial. Da mesma forma, um bom local para o armazenamento deve ser selecionado, como caixas de água atóxicas, tampadas, de material resistente à vazamentos e sombreadas. Toda água utilizada durante a produção animal deve ser limpa, fresca e tratada. Não existe legislação específica que determine os padrões de potabilidade de água para a dessedentação animal. No entanto, como regra geral, ela deve ser potável, sem presença de coliformes fecais, matéria orgânica, bactérias ou substâncias tóxicas (Souza et al., 2016).

A água de bebida normalmente é ofertada por bebedouros de vários tipos e características diferentes. Estes, precisam possibilitar o consumo e evitar o desperdício, por isso a regulagem da vazão de água e a altura dos bebedouros devem ser monitorados pelos colaboradores pelo menos 1 vez na semana, diminuindo a chance de vazamentos por vários dias seguidos ou, pior ainda, a redução ou ausência de consumo pelos animais. Segundo Lewis & Southern (2001), o suíno com inadequada oferta de água pode

apresentar redução do consumo de ração, desidratação, diarreia, alteração de parâmetros clínicos e até contribuir para a morte do animal.

A higienização das instalações é uma etapa em que há um gasto generoso de água, com o uso, em momentos diferentes, de sabão e desinfetante, em pisos, paredes e materiais de manejo. Uma forma barata e relativamente fácil de reduzir esse gasto é a instalação de calhas nos telhados dos barracões para a coleta de água da chuva. Água fica armazenada em cisternas e pode ser usada na limpeza úmida do programa de limpeza e desinfecção das granjas. FEITOSA et al. (2018) relatam que o uso de cisternas para coleta de água de chuva é uma tecnologia limpa, acessível e sustentável, colaborando para a recuperação do meio ambiente e para o desenvolvimento econômico no sistema de produção animal.

Uma outra alternativa para gerir os recursos hídricos na produção de suínos é a técnica de reuso da água, quando não é necessária a sua potabilidade. O escoamento dos dejetos é feito normalmente com o sistema de "flushing", onde um reservatório com água é acionado e carreia os dejetos por canaletas até uma lagoa ou esterqueira. Com o reuso da água, a porção líquida dos dejetos é redirecionada para o sistema de flushing, não gastando água potável somente para conduzir fezes e urina pelas canaletas.

O reuso da água vem sendo usado cada vez mais pelos produtores de suínos, pois contribui com a sustentabilidade, reduzindo o uso de água potável, além de reduzir os custos com o consumo de água nas instalações. Entretanto, não é algo simples, requer cuidados sanitários e o manejo de dejetos, sem falhas, para que a produção não seja colocada em risco. A água de reuso precisa ter baixa concentração de sólidos e não entrar em contato com os animais, por isso se faz a captação dos dejetos em reservatório separado do sistema de tratamento de dejetos (Souza et al., 2016). Está tecnologia provavelmente estará presente na maioria das granjas do país, devido as vantagens sustentáveis que garante à produção.

Nutrição responsável

Os cuidados com a alimentação vão além dos custos de produção e desempenho, os nutrientes não aproveitados pelo sistema digestivo são eliminados nas fezes e urina, sendo motivo de preocupação pela capacidade de contaminação do solo e dos cursos de água. O nitrogênio e o fósforo, são considerados os principais problemas de poluição dos recursos hídricos. O nitrogênio é o que exige maiores cuidados, pois além de limitar o desenvolvimentos da maioria das culturas, é o mais sujeito a transformações biológicas e perdas, seja na armazenagem ou no solo (Perdomo et al., 2001).

Por bastante tempo os nutrientes encontrados nos dejetos de suínos não eram tidos como protagonistas na contaminação do ambiente, mas sim como fertilizantes. Não se levava em consideração que o uso excessivo e/ou prolongado poderia gerar desequilíbrios químicos, físicos e biológicos do solo, seletividade de espécies vegetais, alterações na diversidade e funcionalidade dos microrganismos do solo e distúrbios na saúde de animais (Seganfredo, 2007).

O conhecimento em nutrição de suínos avançou com o tempo, e hoje já se domina de forma satisfatória as exigências nutricionais por genética e categoria animal, permitindo desenhar o melhor desempenho zootécnico e econômico esperado. Porém, é fundamental estar em sintonia com resultados de produção mais sustentáveis, dessa forma alternativas para uma alimentação mais responsável, é basilar para os dias atuais.

A formulação de dietas baseada não em proteína bruta e sim em aminoácidos digestíveis é uma forma de diminuir a eliminação de nitrogênio e de aproveitar melhor os aminoácidos. São adicionados aminoácidos industriais como lisina, metionina, triptofano e valina na formulação buscando equilíbrio entre os aminoácidos essenciais, maximizando desempenho e minimizando o metabolismo excessivo de aminoácidos (BRASIL, 2016).

A melhor eficiência no uso das dietas, com redução da proteína bruta e a suplementação com aminoácido, permite a redução do volume de dejetos e emissões de amônia. Quando se modificou o percentual de proteína bruta de 2,1-3,8% e 4,4-7,8%, foi possível a redução da emissão de amônia durante as fases de creche, crescimento e terminação, alcançando valores de até 57,2% se comparado com animais de dieta padrão (Liu et al., 2017).

O ajuste dos níveis de nutrientes das dietas, com o uso da modelagem das exigências nutricionais, como estratégia alimentar para performance, também parece ser uma boa opção para sustentabilidade na produção de suíno, ao invés de se trabalhar com os níveis médios normalmente recomendados. Entretanto, atenção deve ser dada para situações que possam influir o consumo de ração e o ganho diário de animais, como condições climáticas e a saúde animal (Monteiro et al., 2017) A nutrição de precisão vem ao encontro da necessidade mais ajustada a exigência nutricional dos animais. Destacam-se vantagens como a redução da excreção de nitrogênio e do fósforo (BRASIL, 2016).

O fornecimento de dietas precisas pode ser uma excelente alternativa para otimizar a sustentabilidade, reduzindo a excreção de nutrientes e os custos de produção. Foi o que sugeriu Andretta et al. (2016)nutrient balance, serum parameters and feeding costs resulting from the switching of conventional to precision-feeding programs for growing-finishing pigs. A total of 70 pigs (30.4±2.2 kg BW, quando conseguiu a reduzir a excreção de nitrogênio em 30%, baixando a ingestão de lisina em 26% com dietas ajustadas diariamente a exigência nutricional e ainda, sem comprometer a performance de suínos em crescimento.

Outra alternativa já bem aceita na produção de suínos é a utilização de enzimas, que podem atuar sobre alimentos de baixa viscosidade, alimentos de alta viscosidade e aquelas capazes de degradar o ácido fítico dos grãos vegetais (BRASIL, 2016). O uso da enzima fitase é capaz de disponibilizar o fósforo, antes complexado com a molécula de

fitato, para a utilização pelos suínos, diminuindo a excreção de fósforo nos dejetos e o custo da ração (Ferreira, 2012). Melhora o desempenho animal, independentemente do nível de fósforo disponível da dieta, que disponibiliza outros minerais como o zinco. Pode resultar também no aumento da digestibilidade de cálcio, magnésio, cobre e ferro, melhorando a utilização destes minerais e reduzindo a sua excreção (Seganfredo, 2007).

Compostagem

Um método relativamente simples de trabalhar com resíduos, ecológico, barato e que ainda pode trazer um retorno financeiro para o produtor é a técnica de compostagem. Pode ser utilizada como forma de tratamento dos dejetos produzidos na propriedade, como também no destino dos resíduos de parto e de carcaças de animais mortos. Apesar de não ser muito complexo o manejo da composteira, é importante o treinamento de colaboradores para evitar adversidades na formação do composto.

É um processo de decomposição da matéria orgânica na presença exclusiva de oxigênio, gerando calor e alcançando temperaturas de até 65°C. Participam do processo microrganismos entre bactérias, actinomicetos e fungos, que precisam de umidade, pH, relação C/N e um ambiente aeróbio para que realizem as transformações bioquímicas na matéria orgânica. O produto final é estável, semelhante ao húmus, escuro de pequenas partículas e com cheiro agradável de terra, denominado como composto orgânico (Inácio, 2009).

A compostagem pode ocorrer em pátios de compostagem, onde se formam leiras ou pilhas; ou em uma composteira com paredes de alvenaria, piso impermeável e cobertura aérea. As leiras podem ser estáticas ou com revolvimento, realizados a cada 3 dias para aumentar a oxigenação. Para contribuir com a relação C/N são utilizados substratos, podendo ser resíduos agrícolas como palha, capim picado, cavaco de

madeira e outros, ainda ajudam na areação da biomassa, permitindo a degradação mais rápida do resíduo (Matos, 2014).

Essa técnica traz benefícios diretos para o ambiente e quem convive no local, reduzindo a presença de moscas, os odores fortes e desagradáveis da decomposição dos resíduos orgânicos, evita a produção excessiva do percolado das leiras, gera um produto final com menor impacto na natureza, diminui a emissão de gases de efeito estufa e ainda forma uma material para ser utilizado como fertilizante em solos (Inácio, 2009). É uma excelente alternativa no tratamento de resíduos sólidos de animais por estabilizar a matéria orgânica, diminuído a emissão de gases do efeito estufa como CO_2, CH_4, NH3 e N_2O, quando fornecida condições ótimas para o processo (Szanto et al., 2007).

Diante de grandes volumes de dejetos e na falta de área agrícola para uso como fertilizantes, a compostagem de dejetos líquidos aparece como ótima ferramenta para o produtor de suínos. Pois além e permitir o tratamento dos dejetos, o produto final pode servir como fertilizante orgânico e ainda ser uma possível renda extra (Martini et al., 2015).

Outra vantagem é a redução de custos e a menor mão de obra para transportar o fertilizante, os dejetos na suinocultura nacional são armazenados, na sua maioria, na forma líquida em lagoas ou esterqueiras, o que dificulta o transporte, principalmente em longas distâncias. Na compostagem de dejetos líquidos, se obtém uma forma sólida que permite o transporte ou comercialização para outras regiões que possuam maior demanda de fertilizante. Assim, resolve o problema do produtor que não tem área ou dificuldade para destinação dos dejetos e ainda, transforma um passivo ambiental em fonte de renda extra para o produtor (Oliveira et al., 2015).

Outro problema com resíduos na suinocultura, mas possível de se resolver com a compostagem, é o destino das carcaças resultantes de mortalidade dos animais ou restos de parto (placenta, cordão umbilical e leitão natimorto ou mumificado). Este tipo de resíduo, tem potencial

patogênico como substrato para vários agentes nocivos à saúde de colaboradores e suínos. Ainda, na sua decomposição podem emanar odor desagradável e atrair predadores, moscas ou outros insetos. Na execução correta de compostagem há destruição de agentes causadores de doença, não há poluição de solo e cursos de água, nem a presença odores repugnantes e ainda resulta na formação de um composto orgânico para se agregar ao solo (Sobestiansky et al., 2012).

Motivo ainda maior de preocupação se faz pela necessidade da produção em massa de suínos, gerando um número significativo de carcaças a serem devidamente descartadas. Em granjas consideradas médias, com 500 matrizes, é possível alcançar valores próximos a 25 toneladas/ ano de animais mortos. Outro indicador, que mostra a gravidade do problema é que a cada parto são gerados por volta de 5 kg de tecidos de parto (Paiva & Júnior, 2001). No Brasil, em 2019, o rebanho contabilizado somou mais de 2 milhões de matrizes suínas (ABPA, 2020).

Portanto é fundamental se buscar alternativas para o tratamento deste tipo de resíduo, sendo a praticidade do processo e as suas possíveis implicações ambientais e sanitárias, argumentos pertinentes para o uso da compostagem. Posto que, utiliza fontes de carbono de fácil acesso, é um processo simples de execução e recicla a matéria orgânica, transformando em biofertilizante, atendendo os princípios da sustentabilidade (Curci et al., 2007).

Biodigestão

O grande volume de dejetos produzido pela produção de suínos se apresenta na sua maior parte constituído de água (95%) e é armazenado em esterqueiras ou lagoas para depois ser utilizado como fertilizante. Quando não é realizado um bom manejo ou é feito um mal dimensionamento dessas lagoas, podem ocorrer danos ambientais, com a contaminação do solo; atração de moscas e ocorrer o lançamento de gases como, metano e o gás carbônico, para a atmosfera contribuindo com o efeito estufa.

Portanto, o simples armazenamento dos dejetos não reflete o tratamento do mesmo (Ranzi & Andrade, 2004; Oliveira et al., 2015).

O biodigestor atua como ótima ferramenta para o tratamento dos dejetos, já que permite a produção e o armazenamento de gases do efeito estufa que seriam lançados para atmosfera. É uma câmara onde ocorre um processo bioquímico de fermentação anaeróbia formando o biofertilizante e gerando gases que podem ser utilizados como uma fonte de energia renovável. É importante destacar que podem ser desenvolvidos biodigestores eficientes e de baixo custo, que atendem muito bem a necessidade da agricultura familiar (Lopes et al., 2020).

O uso do biodigestor não é nenhuma novidade, já nos anos 70 e 80 está tecnologia teve forte impulso, mas que perdeu o interesse devido a falta de conhecimento e acompanhamento da tecnologia. Nos anos 90, retornou com força por agregar valor aos dejetos pelo uso como biofertilizante, associado ao fato da produção intensiva de suínos gerar um volume vultoso de dejetos com potencial poluidor. Existem vários modelos de biodigestores, mas o modelo canadense teve maior aceitação, pelo menor custo, facilidade e rapidez na implantação (Kunz et al., 2005)

A produção de biofertilizante é recomendada como uso para adubação no campo, porém não pode ser lançado direto nos cursos de água por ainda conter forte potencial poluidor pela concentração alta de nutrientes. Para o uso de biogás é necessário um planejamento prévio para demanda dessa fonte de energia, para que seja utilizado de forma racional (Seganfredo, 2007).

Utilizando as recomendações agronômicas e respeitando o balanço de nutrientes, o biofertilizante oriundo de dejetos de suínos se apresenta como um bom fertilizante para culturas como milho, algodão, soja e outros. Permite boa retenção de minerais no solo, contribui para a sua atividade microbiana sem alterar as propriedades químicas do solo e não apresenta alterações significativas do pH (Bócoli et al., 2016).

O biogás oferece opções bem interessantes para o seu uso, como aquecimento dos animais, uso doméstico na cozinha, aquecimento da água de lavagem das instalações, entre outros. Junto a isso, existe a possibilidade de venda de energia diretamente para empresa de distribuição, o que acaba gerando uma verba extra para os produtores. Portanto é possível fazer renda e ainda economizar com o gasto energético demandado pela própria produção na rotina diária (BRASIL, 2016)

A tecnologia de biodigestão apesar das vantagens que apresenta pela degradação da matéria orgânica dos dejetos, não deve ser vista como um sistema definitivo de tratamento pois ainda concentra nutrientes e carga orgânica, não devendo o seu efluente ser lançado diretamente em rios pelo potencial poluidor que possui. Mas vale lembrar, que é uma excelente alternativa para redução da poluição de solo e rios, além de permitir, principalmente ao pequeno produtor, alguma independência sobre adubos químicos e energia térmica para a o uso doméstico ou na criação (Oliveira & Higarashi, 2006).

Bem-estar animal

A Organização Mundial de Saúde Animal (OIE) define que o bem-estar animal de suínos não selvagens deve ser realizado com critérios que possam ser medidos, tendo a sensibilidade de enxergar adaptações que possam ser feitas de acordo com a região, o clima, a raça e a saúde do rebanho. Os critérios envolvem pontos como o comportamento animal, a taxa de morbidade, a mortalidade, necessidade de sacrifícios, o baixo escore corporal, a eficiência reprodutiva, aparência física, a ação humana no manejo, problemas no aparelho locomotor e procedimentos comuns a atividade, como o corte de cauda (OIE, 2019).

O bem-estar é entendido nas granjas como o atendimento as necessidades de uma boa alimentação, que existam boas instalações para os animais ficarem alojados, que gozem de boa saúde, que a oferta de estresse seja a menor possível e que os suínos ainda possam expressar comportamentos naturais. Se executado com sucesso, os animais passam

a ter condições de exteriorizar o seu potencial máximo, traduzindo em bons indicadores zootécnicos e como consequência a lucratividade para o produtor de suínos (Rohr et al., 2016).

Para o público que consome carne suína, as etapas que envolvem a criação dos animais devem ser feitas com o menor desconforto possível. As questões morais sobre produção, são decisivas para a escolha do produto pelo consumidor, de forma que, empresas ligadas a produção de alimentos vêm exigindo dos fornecedores sistemas de produção que elevem os padrões de bem-estar nas suas criações. Para as empresas, o bem-estar é visto atualmente não só como uma oportunidade de negócio, mas como um atributo de qualidade do alimento (ABCS, 2014).

É dentro deste contexto que o bem-estar em suinocultura foi se ajustando e respondendo às exigências da sociedade e do mercado, atuando em aspectos mais apelativos, como os que envolvem as mutilações ocorridas com leitões na maternidade e o confinamento de fêmeas gestantes em gaiolas de gestação. Da mesma forma, outras questões importantes também são motivos de estudo, como o enriquecimento ambiental e o manejo pré-abate, que já apresentam resultados positivos e aplicáveis na prática. O que reforça o poder da atuação da sociedade e do mercado sobre o tema (Dias et al., 2018).

As soluções para os problemas de bem-estar são continuamente estudadas de forma a minimizar o impacto no animal. Existem problemas comum as várias fases de produção, como também para fases específicas, como maternidade, creche, engorda, gestação, transporte e abate. Outro problema para a produção nacional é ausência de uma legislação específica para a suinocultura intensiva, o que deixa o país vulnerável se comparados a outros “players” mundiais. Entretanto algumas iniciativas tem sido percebidas na prática, como a elaboração de manuais de boas práticas, certificação de algumas propriedades e o interesse crescente da cadeia produtiva pela questão (Dias et al., 2014).

Um dos problemas comuns as várias fases da produção se refere a ambiência nas instalações, onde a temperatura, a umidade, a presença de gases, o tipo de piso e a ventilação nos barracões precisam estar dentro das necessidades dos suínos para evitar o estresse. A temperatura para animais adultos e de terminação ficam em torno de 15 a 18°C, para leitões de maternidade e creche é necessário temperaturas de 37 a 30°C, respectivamente. Sendo a maternidade o maior desafio para controlar a temperatura, já que é necessário ofertar duas temperaturas diferentes, uma para a porca e outra para o leitão (Ferreira, 2016).

A umidade relativa do ar exerce grande influência no bem-estar e na produtividade animal, principalmente em altos valores. A recomendação para umidade relativa para suínos fica em torno de 60 a 70% para todas as categorias. Já a ventilação que pode contribuir não só com a sensação térmica mas também com a dissipação de gases na instalação fica por volta de 50 a 70 m^3/animal/h para leitões e de 80 a 200 m^3/animal/h para animais de terminação e reprodutores (Baêta, 1997; Ferreira, 2016).

A densidade animal nas baias quando não respeitada diminui a qualidade de vida do animal, diminuindo o desempenho em todas as fases, há redução do consumo e queda na conversão alimentar. Há aumento de interações agressivas nos grupos de creche, crescimento e terminação, aumentando lesões pelo corpo e estimulando o canibalismo de cauda e orelha. O espaço necessário, varia de acordo com a categoria de suíno em função do peso ou idade como mostra a Tabela 1 (Patel & Kaswan, 2019).

Tabela1 - Densidade animal em diferentes fases de produção animal

Categoria	Peso ou idade	Densidade animal (m^2/animal)		
		Baixa	Média	Alta
Desmamado	Até 25 kg ou 12 sem	0,35	0,3	0,25
Crescimento	Até 40 kg ou 17 sem	0,5	0,45	0,40
Terminação	Até 60 kg ou 21 sem	0,7	0,6	0,50
	Até 90 kg ou 27 sem	0,9	0,75	0,60
	Até 120 kg ou 33 sem	1,0	0,85	0,7

Fonte: adaptado de Patel & Kaswan, p.02 (2019)very few studies have been carried out on space allowance in pigs. Since, Indian Standards (IS: 3916-1966.

A qualidade do piso deve ser suficiente para o animal se locomover sem dificuldade e escorregões, ao mesmo tempo que não pode ser muito abrasivo para não lesionar os cascos (Sobestiansky et al., 1998). Uma alternativa interessante é a utilização de palha, que além de contribuir com a qualidade de cascos e articulações, evitando a formação de calos, contribui para o enriquecimento ambiental, melhorando o bem estar animal. Há melhoria na atividade dos animais, no aumento do consumo e no ganho de peso, além de reduzir o número de casos de úlceras gástricas (Jensen et al., 2019).

A interação homem-animal é outra situação preocupante que influi na qualidade de vida do suíno pois muitas vezes é estabelecida a conexão do medo pelos animais. Impactando de forma negativa para os suínos e refletindo no desempenho, seja no aumento de natimortos, diminuição da taxa de prenhez, como também aumento do número de leitões esmagados. As interações entre ambos são cada vez menores, pela modernização com o uso de máquinas, e quando acontecem são associadas pelos suínos a momentos desconfortáveis da produção, como corte de dente, corte cauda, injeções e outros. Alternativas para amenizar a situação devem ser feitas diariamente durante o manejo, como gestos de carinho, comandos sem elevar o tom de voz, movimentação com calma dos animais e sinalizar ao invés de usar gestos bruscos (Tallet et al., 2018).

Como situação de práticas específicas a algumas fases da produção que apresentam problemas de bem estar para serem controlados, é possível destacar as práticas realizadas com leitões na maternidade. Estas causam desconforto desnecessário e vem sendo substituídas por alternativas mais aceitáveis. É o caso da mudança da castração cirúrgica, sem anestesia, pela a imunocastração, a não realização do corte dos dentes e nem a mutilação de orelha e cauda. Já na gestação, vem sendo utilizada a gestação coletiva de porcas, ao invés do uso de celas de gestação individual, onde as fêmeas não precisam ficar mais todo o período de gestação presa na gaiola, permanecem na gaiola pelas primeiras semanas e depois convivem soltas com outras fêmeas até o momento do parto (Dias et al., 2014).

No transporte de animais para o abate, tem se investido no treinamento de funcionários no embarque de animais e com os motoristas, evitando condução agressiva e irresponsável no embarque com animais enfermos, exaustos ou fraturados e tempo de jejum inadequado. Além de evitar superlotação nas carrocerias dos caminhões, transporte em horários quentes e alta velocidade com freadas bruscas (Dalla Costa et al., 2010).

Considerações finais

A suinocultura brasileira tem uma oportunidade ímpar de assumir posições ainda maiores no cenário internacional de carne suína. Possui alto potencial de produção de proteína animal num momento em que o mundo se mostra carente de oferta. A carne suína nacional carrega a qualidade do produto e a segurança alimentar como marcas do bom trabalho da pecuária. Conseguindo o selo verde de produção animal, se solidificará ainda mais como uma suinocultura de ponta, atraindo ainda mais mercados consumidores. Há muito trabalho pela frente para as associações, cooperativas, produtores integrados e independentes implementarem e padronizarem práticas mais sustentáveis, tudo começa com a correta orientação técnica. A transformação vem em seguida, trazendo benefício

não só para o setor, mas para os animais, os trabalhadores, o ambiente e a comunidade num todo.

Literatura citada

ABCS. *Produção de suínos: teoria e prática*. Brasília: ABCS, 2014. v.1. Disponível em: http://www.abcs.org.br/attachments/1823_Livro Produção.pdf.

ABCS. ABCS há seis décadas fazendo a diferença na suinocultura. *O presente rural, [S.l.]*, n. julho, p.43, 2015.

ABCS. Associação Brasileira dos Criadores de Suínos. *Carne suína - A atual visão do consumidor*. [s.l, s.n.]. Disponível em: http://www.abcs.org.br/informativo-abcs/2822-estudo-de-consumo-com-foco-em-carne-suina-comprova-aumento-de-30-na-compra-da-proteina-nos-ultimos-4-anos.

ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. *Relatório Anual de 2020*, [s.l.], p.160, 2020. Disponível em: https://abpa-br.org/mercados/#relatorios.

ANDRETTA, I.; POMAR, C.; RIVEST, J.; POMAR, J.; RADÜNZ, J. Precision feeding can significantly reduce lysine intake and nitrogen excretion without compromising the performance of growing pigs. *Animal, [s.l.]*, v.10, n.7, p.1137-1147, 2016. DOI: 10.1017/S1751731115003067.

BAÊTA, F.C. *Ambiência em edificações rurais*. Viçosa: Editora UFV, 1997.

BERTOL, T.M. *Estratégias nutricionais*. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2019. Disponível em: https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1115146/estrategias-nutricionais-para-melhoria-da-qualidade-da-carne-suina.

BÓCOLI, M.E.; MANTOVANI, J.R.; MIRANDA, J.M.; MARQUES, D.J.; DA SILVA, A.B. Soil chemical properties and maize yield under application of pig slurry biofertilizer [Atributos químicos do solo e produtividade de milho com aplicação de biofertilizante de dejetos suínos]. *Revista Brasileira de Engenharia Agricola e Ambiental*, *[S.l.]*, v.20, n.1, p.42–48, 2016. DOI: 10.1590/1807-1929/agriambi.v20n1p42-48. Disponível em: https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84951978525&doi=10.1590%2F1807-1929%2Fagriambi.v20n1p42-48&partnerID=40&md5=aef1399496e4583b31091e300eec7f46.

BORDIN, R.A.; PEREIRA, C.A.D.; EBOLI, M.; ARTILHEIRO, R.; FREITAS, C. A produção de dejetos e o impacto ambiental da suinocultura. *Revista de Ciencias Veterinárias*, *[S. l.]*, v.3, n.3, p.1-4, 2005.

BRASIL. Plano Setorial de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas para Consolidação da Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura – PLANO ABC. *Revista Brasileira de Geografia Física*, *[S. l.]*, v.4, n.6, p.1266-1274, 2011.

BRASIL. *Suinocultura de baixa emissão de carbono*. Brasília: MAPA, 2016.

BRF. *Política de saúde, segurança e meio ambiente (SSMA)*. [s.l, s.n.]. Disponível em: https://www.brf-global.com/sustentabilidade/como-atuamos/diretrizes-de-sustentabilidade/.

CARDOSO, D.M.; SANTANA, R.A.V. *Sustentabilidade na produção de aves e suínos*. 1.ed. Goiânia: Editora Kelps, 2018.

CASAGRANDE, L.F. Avaliação de Desempenho e sustentabilidade na suinocultura. *CAP accounting and management*, *[s.l.]*, v.2006, n.1, p.68-76, 2007. Disponível em: http://revistas.utfpr.edu.br/pb/index.php/CAP/article/view/887.

CLOSE, W.H.; COLE, D.J.A. *Nutrition of sows and boars*. 5.ed. Packington: Context Products Ltd, 2013.

CNA/CEPEA. *PIB do agronegócio cresce 3,78% no 1° quadrimestre de 2020*. 2020. Disponível em: https://www.cnabrasil.org.br/boletins/pib-do-agronegocio-cresce-3-78-no-1-quadrimestre-de-2020. Acesso em: 16 jul. 2020.

CURCI, V.C.L.M.; DUTRA, I.S.; DÖBEREINER, J.; LUCAS JUNIOR, J. Pré-compostagem de cadáveres de bovinos acometidos pelo botulismo. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, *[s.l.]*, v.27, n.4, p.157-161, 2007. DOI: 10.1590/s0100-736x2007000400005.

DALLA COSTA, O.A.; LUDKE, J.V.; COSTA, M.J.R.P.; FAUCITANO, L.; PELOSO, J.V.; DALLA ROZA, D. Efeito das condições pré-abate sobre a qualidade da carne de suínos pesados. *Archivos de Zootecnia*, *[s.l.]*, v.59, n.227, p.391-402, 2010. DOI: 10.4321/s0004-05922010000300007.

DIAS, C.P.; DA SILVA, C.A.; FOPPA, L.; CALLEGARI, M.A.; PIEROZAN, C.R. Panorama brasileiro do bem-estar de suínos. *Revista Acadêmica: Ciência Animal*, *[s.l.]*, v.16, p.1, 2018. DOI: 10.7213/1981-4178.2018.161101.

DIAS, C.P.; SILVA, C.A.; MANTECA, X. *Bem estar dos suínos*. 1.ed. Londrina: Midiograf - Gráfica e Editora, 2014.

FEITOSA, E.R.; YADA, M.M.; SOARES, N.M. Uso de cisternas na captação da água da chuva para uso animal. *Revista Interface Tecnológica*, *[s.l.]*, v.15, n.1, p.10, 2018. DOI: 10.31510/infa.v15i1.351.

FERREIRA, A.R. *Suinocultura: manual prático de criação*. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 2012.

FERREIRA, R.A. *Maior produção com melhor ambiente*. 1.ed. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 2016.

FILHO, L.C.D.; PEREIRA, D.C.O.; PEREIRA, G.V. Produção e mercado de suínos com atributos de qualidade diferenciada - Criação de cadeias de valor. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, *[s.l.]*, v.2, n.5, p.1624-1641, 2019.

GODYN, D.; NOWICKI, J.; HERBUT, P. Effects of environmental enrichment on pig welfare. *Animals*, *[s.l.]*, v.9, n.383, p.1-17, 2019. DOI: 10.3390/ani9060383.

GOMES, L.P.; PERUZATTO, M.; DOS SANTOS, V.S.; SELLITTO, M.A. Indicadores de sustentabilidade na avaliação de granjas suinícolas. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, *[s.l.]*, v.19, n.2, p.143-154, 2014. DOI: 10.1590/S1413-41522014000200005.

INÁCIO, Caio de Teves. *Compostagem: Ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos.* Embrapa Solos. Rio de Janeiro: Embrapa, 2009.

ITO, M.; GUIMARÃES, D.D.; AMARAL, G.F. Impactos ambientais da suinocultura: desafios e oportunidades. *BNDES setorial*, *[s.l.]*, v.44, p.125-156, 2016. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/9974.

JBS. *Relatório anual e de sustentabilidade*. 2019. Disponível em: https://jbs.com.br/imprensa/jbs-divulga-seu-relatorio-anual-e-de-sustentabilidade-de-2019/.

JENSEN, M.B.; HERSKIN, M.S.; CANIBE, N.; FORKMAN, B.; PEDERSEN, L.J. Effect of straw amount on feed intake and weight gain in growing pigs housed in pens with partly slatted floor. *Animal*, *[s.l.]*, p.1659-1666, 2019. DOI: 10.1017/S1751731119002957.

KUNZ, A.; OLIVEIRA, P.A.V.; HIGARASHI, M.M. *Biodigestor para o tratamento de dejetos de suínos: Influência da temperatura ambiente*. Concordia. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/962411.

LEWIS, A.J.; SOUTHERN, L.L. *Swine nutrition*. 2. ed. Flórida.

LIU, S.; NI, J.Q.; RADCLIFFE, J.S.; VONDEROHE, C.E. Mitigation of ammonia emissions from pig production using reduced dietary crude protein with amino acid supplementation. *Bioresource Technology*, *[s.l.]*, v.233, p.200-208, 2017. DOI: 10.1016/j.biortech.2017.02.082. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2017.02.082.

LOPES, L.A.; LOURENZANI, A.E.B.S.; DOS SANTOS, C.V; DOS SANTOS, P.S. B. Desenvolvimento de um biodigestor de baixo custo aplicado na Agricultura familiar. *Brazilian Journal of Biosystems Engineering*, *[s.l.]*, v.14, n.1, p.8-15, 2020. DOI: http://dx.doi.org/10.18011/bioeng2020v14n1p8-15.

MARTINI, R.; TURMINA, L.; OLIVEIRA, P.A.V. DEJETOS LÍQUIDOS DE SUÍNOS POR COMPOSTAGEM E PRODUÇÃO DE. *In*: IV SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS AGROPECUÁRIOS E AGROINDUSTRIAS 2015, Rio de Janeiro. *Anais [...]*. Rio de Janeiro p. 1-4. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1033330/avaliacao-de-arranjo-tecnologico-para-tratamento-dos-dejetos-liquidos-de-suinos-por-compostagem-e-producao-de-fertilizante-organico.

MARTINS, F.; TALAMINI, D.; FILHO, J.S. Anúario 2020 da suinocultura industrial. *Suinocultura Industrial*, *[s.l.]*, v.6, n.291, p.7, 2019. DOI: 10.1017/CBO9781107415324.004. Disponível em: https://www.suinoculturaindustrial.com.br/edicao/20191216-093403-D158.

MATOS, A.T. *Tratamento e aproveitamento agrícola de resíduos sólidos*. 1.ed. Viçosa: Editora UFV, 2014.

MONTEIRO, A.N.T.R.; BERTOL, T.M.; DE OLIVEIRA, P.A.V.; DOURMAD, J.Y.; COLDEBELLA, A.; KESSLER, A.M. The impact of feeding growing-finishing pigs with reduced dietary protein levels on performance, carcass traits, meat quality and environmental impacts. *Livestock Science*, *[s.l.]*, v.198, n. September 2016, p.162-169, 2017. DOI: 10.1016/j.livsci.2017.02.014. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2017.02.014.

MORAIS, M.V.M.; LIMA, H.J.D. Técnicas nutricionais para a redução do impacto ambiental da produção intensiva de não ruminantes. *Research, Society and Development*, *[s.l.]*, v.9, n.1, p.26, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i1.1560.

NEVES, M.F.; JÚNIOR, J.C.L.; SÁ, N.C.; PINTO, M.J.A; KALAKI, R.B.; GERBASI, T.; GALLI, R.M.; VRIESEKOOP, F. *Mapeamento da suinocultura brasileira*. 1.ed. Brasília.

OECD-FAO. *OECD-FAO Agricultural outlook 2019-2028*. *[s.l, s.n.]*.

OIE. *Animal welfare and pig production systems*. 2019. Disponível em: https://www.oie.int/index.php?id=169&L=0&htmfile=chapitre_aw_pigs.htm. Acesso em: 28 jul. 2020.

OLIVEIRA, P.A.V.; BARROS, E.C.; SCHELL, D.R.; TURMINA, L.P. *Dimensionamento de unidade de compostagem automatizada para tratamento dos dejetos suínos*. Concórdia. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1042430/dimensionamento-de-unidade-de-compostagem-automatizada-para-tratamento-dos-dejetos-suinos.

OLIVEIRA, P.A.V.; HIGARASHI, M.M. *Geração e utilização de biogás em unidades de produção de suínos Embrapa suínos*. Concórdia. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/856124/geracao-e-utilizacao-de-biogas-em-unidades-de-producao-de-suinos.

PAIVA, D.P.; JÚNIOR, C.B. *Emprego da compostagem para destinação final de suínos mortos e restos de parição*. Concórdia. Disponível em: https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/busca-de-publicacoes/-/publicacao/433529/emprego-da-compostagem-para-destinacao-final-de-suinos-mortos-e-restos-de-paricao.

PARANHOS, M.J.R.; SANT'ANNA, A.C. *Bem estar animal como valor agregado nas cadeias produtivas de carnes*. 1.ed. Jaboticabal: Funep, 2016.

PATEL, B.H.M.; KASWAN, S. Floor space requirement for housing and welfare of pigs under Indian perspective. *Indian Journal of Animal Sciences*, *[s.l.]*, v.89, n.10, p.1062-1068, 2019.

PERDOMO, C.C.; DE LIMA, G.J.M.M.; NONES, K. Produção de suínos e meio ambiente. *9º Seminário Nacional de Desenvolvimento da Suinocultura*, *[s.l.]*, p.8-24, 2001. DOI: 10.1590/S1415-43662008000100011.

PLETSCH, L.M.M.; CASALI, M.S.; BAGGIO, D.K.; TURCATO, J.C. Suinocultura E Bovinocultura Pela Ótica Do Desenvolvimento Socioambiental: a Experiência De Propriedades Do Noroeste Gaúcho. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, *[s.l.]*, v.8, n.1, p.753, 2019. DOI: 10.19177/rgsa.v8e12019753-788.

RANZI, T.J.D.; ANDRADE, M.A.N. *Estudo de viabilidade de transformação de esterqueiras e bioesterqueiras para dejetos de suínos em biodigestores rurais visando o aproveitamento do biofertilizante e do biogás*. *[s.l., s.n.]*.

ROHR, S.A.; COSTA, O.A.D.; COSTA, F.A.D. *Bem-estar animal na produção de suínos*. 1.ed. Brasília: ABCS/ SEBRAE, 2016.

SEBRAE. *Minha empresa sustentável: Suinocultura*. Giral Vive ed. cuiabá: SEBRAE, 2016. a.

SEBRAE. *Certificações verdes. Sustentabilidade: Relatório de inteligência*. [s.l: s.n.]. Disponível em: http://sustentabilidade.sebrae.com.br/sites/Sustentabilidade/Para–sua–Empresa/Publicacoes.

SEGANFREDO, M.A. *Gestão ambiental na suinocultura*. 1.ed. Brasília: Embrapa, 2007.

SOBESTIANSKY, J.; BARCELLOS, D.; SOBESTIANSKY, A. *Suínos: Sistema intesivo de produção*. 1.ed. Goiânia.

SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, I.; DA SILVEIRA, P.R.S.; SESTI, L.A.C. *Suinocultura Intensiva: produção, manejo e saúde do rebanho*. 1.ed. Concordia: Embrapa, 1998.

SOUZA, J.C. et al. *Gestão da água na suinocultura*. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2016. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1062045/gestao-da-agua-na-suinocultura.

SZANTO, G.L.; HAMELERS, H.V.M.; RULKENS, W.H.; VEEKEN, A.H.M. NH_3, N_2O and CH_4 emissions during passively aerated composting of straw-rich pig manure. *Bioresource Technology*, *[s.l.]*, v.98, n.14, p.2659-2670, 2007. DOI: 10.1016/j.biortech.2006.09.021.

TALLET, C.; BRAJON, S.; DEVILLERS, N.; LENSINK, J. Pig-human interactions: Creating a positive perception of humans to ensure pig welfare. *Advances in Pig Welfare*, *[s.l.]*, p.381-398, 2018. DOI: 10.1016/B978-0-08-101012-9.00008-3.

9. AGRISCIENCES/UFMT: DESAFIOS E OPORTUNIDADES NA CONSTRUÇÃO DO NOSSO SERVIÇO DE EXTENSÃO RURAL EM MATO GROSSO*

Jordane Aparecida Vieira dos Reis[1], Vitória Paglione Balestero de Lima[1], Vinícius Tadeu Ribeiro Mattar[1], Flaviana Cavalcanti da Silva[2], Daniel Carneiro de Abreu[1]

**O presente trabalho foi realizado com apoio do Serviço Nacional de Aprendizagem Rural de Mato Grosso (Projeto Profissionais do Campo).*
[1]AgriSciences, Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Sinop. Caixa Postal 729, Sinop (MT). CEP:78550-970. E-mail: abreu@ufmt.br.
[2]Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus Universitário de Tangará da Serra, Tangará da Serra (MT). CEP: 78300-000.

Introdução

A agropecuária representa grande relevância para o país e para o estado de Mato Grosso. Em consequência, o desenvolvimento de estratégias que ampliem o desenvolvimento sustentável e contribuam para edificação de uma sociedade instruída são compromissos do Programa Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Sustentabilidade Agropecuária, o AgriSciences. Além disso, a interação e participação de diferentes instituições de ensino, pesquisa e extensão, juntamente com atores locais, representa importante sinergia para a desenvolvimento científico-tecnológico das instituições, assim como para identificação dos desafios e demandas da sociedade.

Como resultado, um esforço proativo de pesquisadores brasileiros e estrangeiros, especialistas nas áreas de Ciências Agrárias, Econômicas e Humanas, produtores rurais e profissionais prop**õem**, por meio de ações de pesquisa e extensão, a colaboração multi-institucional. Com soluções integradas de ciência e ensino, essa colaboração visa a

promoção do desenvolvimento sustentável para o meio rural, transmissão de conhecimento, capacitação de recursos humanos, discussão e apresentação de alternativas tecnológicas coerentes com as premissas de sustentabilidade, como também a suspensão do afastamento entre meio acadêmico e produtores rurais no estado. Ações são propostas, configuram-se como fruto do trabalho conjunto entre Universidade Federal de Mato Grosso, University of Minnesota, Ohio State University, University of Maine, produtores rurais, Serviço Nacional de Aprendizagem Rural de Mato Grosso e sindicatos rurais e expressam o conhecimento científico-tecnológico na agropecuária, a troca de saberes e o diálogo entre atores envolvidos na busca do desenvolvimento.

Para isso, inspirado nas *Land Grand Universities* americanas, o AgriSciences foi criado para realizar, como principais objetivos, atividades de pesquisa científica aplicada – por meio da criação e adoção de tecnologias e melhores técnicas para eficiência dos sistemas de produção agropecuário –, e integrar conhecimento técnico-científico e de extensão rural – pela aproximação de profissionais do campo, produtores rurais, jovens e crianças do meio rural ao conhecimento acadêmico, produção científica e inovação tecnológica.

Instituições parceiras

Além das relações público-privadas, o programa conta com o apoio, em nível nacional, da Universidade Federal de Viçosa, Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de Mato Grosso, Serviço Nacional de Aprendizagem Rural de Mato Grosso, Programa de Desenvolvimento da Pecuária Leiteira da Região de Viçosa, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Universidade Federal de Alagoas, Universidade Federal de Uberlândia; e, em nível internacional, da University of Minnesota Extension, do Carbon Management and Sequestration Center da Ohio State University e da Texas A&M AgriLife Research da Texas A&M University.

Áreas de concentração e linhas de pesquisa

O trabalho é conduzido em áreas de concentração de diversas linhas de pesquisa, como Ciência do Solo, Fitotecnia, Produção Animal, Manejo Florestal, Administração Rural, Tecnologia da Informação, Modelagem Computacional, Agricultura de Precisão e Biodiversidade e Bioprospecção, e concentra-se nos maiores desafios enfrentados pela região. Essa diversidade de áreas do conhecimento contemplada na proposta da AgriSciences faz da interdisciplinaridade um dos principais traços, que caracteriza a equipe responsável pelo desenvolvimento das atividades.

Metodologias de extensão

As ações de extensão são realizadas por meio de projetos nas Unidades Demonstrativas, Unidades Multiplicadoras, Engajamento de Comunidades e Intercâmbio de Líderes (Tabela 1).

Tabela 1 - Projetos e métodos utilizados pelo AgriSciences nas ações de extensão

Projeto	Descrição	Métodos
Unidade Demonstrativa	Propriedade rural comercial, onde já estão estabelecidas ações de pesquisa e extensão. Objetiva-se oferecer, aos produtores e técnicos, aprendizado *in loco* da aplicação prática das tecnologias, pesquisas desenvolvidas e avaliadas, apresentando as vantagens e desvantagens das tecnologias aplicadas na região.	Dia de campo, vitrine tecnológica, curso, visita técnica, palestra e encontro.
Unidade Multiplicadora	Propriedade rural próxima à Unidade Demonstrativa (UD), onde são realizadas ações de difusão e transferência de uma ou mais tecnologias desenvolvidas e/ou validadas na UD. Visa-se promover a adoção de tecnologias e viabilizar troca de experiência entre produtores e divulgar conhecimentos em um ambiente próximo ao cotidiano que lhe é familiar.	Curso, visita técnica, palestra, troca de saberes e encontro.
Engajamento de Comunidades	Comunidade acadêmica e comunidade formada por profissionais do campo, produtores rurais, jovens e crianças do meio rural. Pretende-se aproximar crianças e jovens em idade escolar, moradores do meio rural, do conhecimento acadêmico, da produção científica e da inovação tecnológica, com a correta abordagem.	Oficina, palestra, curso e seminário.
Intercâmbio de Líderes	Vivência internacional de situações práticas por acadêmicos e recém-formados. Propõe-se permitir o intercâmbio de jovens, estudantes do ensino superior ou formados, em propriedades rurais nos Estados Unidos, com enfoque no ensino de caráter prático e, principalmente, no despertar para novas práticas no Mato Grosso.	Curso, *hands-on* e estágio.

Contextualização das oportunidades e desafios

A extensão rural tem sido um fator essencial para o sucesso do desenvolvimento agrícola em vários países no mundo (Mulder & Kupper, 2006). Deve-se esse êxito à fundamental importância de programas de extensão rural no processo de comunicação de conhecimentos, técnicas e tecnologias – geradas pela academia e centros de pesquisa –, de conhecimentos diversos essenciais ao desenvolvimento rural no

sentido amplo e, especificamente, ao desenvolvimento das atividades agropecuárias.

Atualmente, no Brasil, a assistência técnica é exercida por profissionais egressos de instituições de ensino que, ao vincular-se ao mercado de trabalho, passam a ter acesso a poucas oportunidades de atualização de conhecimento, bem como de troca de saberes. A falta desse ambiente preparado para convivência e interação entre pesquisadores e profissionais do campo gera desafios para ambos os atores: pelo lado dos pesquisadores, observa-se que sua atuação muitas vezes ocorre distante dos problemas reais da sociedade; já pelo lado da assistência técnica, verifica-se grande lacuna entre o conhecimento gerado no meio acadêmico e sua efetiva aplicação no meio rural.

Em contrapartida, nos Estados Unidos, o conhecimento é transmitido por um modelo cooperativo de extensão – pelo qual há estreita relação entre academia, profissionais, empresas privadas, entidades de classe e produtores rurais –, cuja orientação é reconhecida por se basear na pesquisa técnico-científica realizada pelas universidades em estações experimentais e demonstrativas, grande parte oriundas de pesquisas demandadas por problemas enfrentados no campo (Silva & Oliveira, 2010). Isso acontece com o apoio e fomento federal e de entidades de classe, pautado pelos interesses e demandas da sociedade e não apenas pelos interesses de grandes grupos privados.

Esse modelo pode oferecer contribuições e oportunidades relevantes à prática de extensão rural em Mato Grosso, ainda pouco acessado por nossos produtores. No estado, o modelo americano tem o desafio de ser construído, fortalecido e adaptado à realidade local, de forma a ser consolidado na rotina de nossos produtores, sem deixar de considerar suas particularidades, contemplando, especialmente, suas expectativas e aporte de saberes Por essa razão, esforços das instituições públicas, nas áreas de Ciências Agrárias, Econômicas e Humanas, devem ser apoiados para romper o afastamento entre o meio acadêmico e os produtores rurais

no estado. Como parte dos resultados dessa lógica de atuação, menciona-se a ampliação de perspectivas, em termos de formação humana e profissional, que permitam aos acadêmicos, com base em ações de extensão e oportunidades ligadas a processos de ensino-aprendizagem, sintonia com a realidade vivenciada pelos produtores mato-grossenses

A criação de condições para o acesso aos produtores rurais (com fundamento na análise dos problemas enfrentados por eles no meio rural) e a busca de soluções (com apoio de pesquisa científica realizada pela universidade, para o enfrentamento dos desafios) devem ser colocadas em prática. O exercício de programas educacionais, que conciliem metodologias de difusão de conhecimento com o trabalho dos agentes de extensão, possibilita promover o desenvolvimento rural, a transferência de tecnologias destinadas a aumentar a produtividade agrícola, a segurança alimentar e a adaptação às mudanças climáticas (Klerkx et al., 2016), além de melhorar a renda do produtor e ampliar a formação de líderes e sucessores nas atividades do campo.

Com as observações das práticas de extensão bem-sucedidas, exercidas por instituições nacionais e internacionais, como exemplo da University of Minnesota, há replicação de metodologias, estratégias, tecnologias e práticas associadas ao modelo de extensão rural, e implantação do modelo de extensão praticado atualmente. Com isso, espera-se ser possível que as boas experiências de produtores sejam repassadas a outros pela ação conjunta dos atores do processo e pela capacitação em novas técnicas agrícolas e metodologias de extensão.

Considerações finais

A extensão rural é relevante para o desenvolvimento sustentável, e a motivação em desenvolvê-la faz-se necessária. Nessa perspectiva, o AgriSciences e parceiros colaboram para aprimorar as ações de extensão rural para profissionais, produtores, jovens e crianças do meio rural em Mato Grosso, vinculam tais ações à pesquisa e evidenciam a

indissociabilidade indispensável entre pesquisa e extensão. Mesmo em face de desafios, a AgriSciences tem apresentado êxito na execução de sua proposta e tem se firmado, também, como um espaço de diálogo múltiplo, ao convergir conhecimentos e esforços, com vistas à superação dos entraves, que se contrapõem à perspectiva de sustentabilidade, no âmbito da atividade agropecuária mato-grossense.

Referências

KLERKX, L.; LANDINI, F.; SANTOYO-CORTÉS, H. Agricultural extension in Latin America: current dynamics of pluralistic advisory systems in heterogeneous contexts. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, Wageningen, v.22, n.5, p.389-397, 2016. Disponível em: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/17_08_2020_Agricultur.pdf. file:///C:/Users/Usuario/Downloads/17_08_2020_Agricultur.pdf. Acesso em: 17 ago. 2020.

MULDER, M.; KUPPER, H. The future of agricultural education: The case of the Netherlands. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, Wageningen, v.2, n.2, p.127-139, 2006. Disponível em: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/2006-09-1320Future20of20Agr20Educ20Draft20JAEE.pdf. Acesso em: 17 ago. 2020.

SILVA, A.P.; OLIVEIRA, J.T.A. O modelo cooperativo de extensão dos Estados Unidos: contribuições possíveis para o Brasil. *Revista Ceres*, Viçosa, v.57, n.3, p.297-306, maio-jun. 2010. Disponível em: https://www.scielo.br/pdf/rceres/v57n3/v57n3a03.pdf. Acesso em: 17 ago. 2020.

10. PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL DE PIMENTA CAPSICUM: UMA OPORTUNIDADE PARA O AGRONEGÓCIO

Cleide Maria Ferreira Pinto[1], Cláudia Lúcia de Oliveira Pinto[2], Sérgio Maurício Lopes Donzeles[3]

[1]EMBRAPA/EPAMIG Sudeste, Caixa Postal 216, CEP 36570-075, Viçosa-MG. Correio eletrônico:cleide@epamig.br
[2]Epamig Sudeste (aposentada). Correio eletrônico: claudia.epamig@gmail.com
[3]EPAMIG Sudeste, Caixa Postal 216, CEP 36570-075, Viçosa-MG. Correio eletrônico:slopes@epamig.br

Introdução

A diversidade de propriedades benéficas presentes nas pimentas do gênero *Capsicum* e sua grande aplicação na culinária, indústria de alimentos, farmacologia, odontologia e medicina entre outras e, mais recentemente, sua utilização como planta ornamental, indicam a grande importância do seu cultivo para o agronegócio. A oleorresina, extraída da pimenta (concentrado oleoso), um corante natural utilizado na indústria de alimentos para corrigir ou intensificar a cor de certos produtos e também como flavorizante, é um produto supervalorizado no mercado nacional e internacional. A páprica, pó de coloração vermelha obtido pela moagem de frutos desidratados de pimenta e de pimentão é um dos condimentos mais consumidos no mundo.

O estímulo ao consumo de pimentas pode contribuir para a melhoria da qualidade da alimentação ao considerar que esta hortaliça constitui uma fonte importante de vitaminas, fibras, sais minerais e substâncias antioxidantes. Resultados promissores de grande número de pesquisas cientificas, demonstram os benefícios e as aplicações das pimentas, o que

tem estimulado, ao longo dos anos, o desenvolvimento de trabalhos, em especial nas áreas de medicina e farmácia.

As pimentas do gênero *Capsicum* apresentam expressiva importância econômica e social para o agronegócio mundial. Os dados disponíveis de produção mundial de *Capsicum* englobam pimentas e pimentões. Em 2018, a produção mundial foi de 40,9 milhões de toneladas em uma área cultivada de 3,8 milhões hectares. Os principais produtores foram: China (45,3%), México (8,4%), Turquia (6,3%), Indonésia (6,2%), Índia (4,6%), Espanha (3,1%), Nigéria (2,0%), Egito (1,9%), Estados Unidos (1,7%), Argélia (1,6%) e Tunísia (1,1%). Com relação ao Brasil, estatísticas de produção de *Capsicum* sp não se encontram disponibilizados nos informativos da FAO, mas estima-se que a área de produção seja de 13.000 ha com produção anual de cerca de 280.000 t. Acredita-se que são, aproximadamente 5 mil hectares de área cultivada de pimenta por ano, gerando uma produção de 75 mil toneladas. Minas Gerais é o principal Estado produtor de pimentas, seguido por São Paulo, Goiás, Ceará e Rio Grande do Sul. A produção mineira de pimenta, em 2019, foi de 2.898 t. As produções obtidas nos seis principais municípios mineiros produtores de pimenta em 2019 foram: Manga (400 t), Cordisburgo (400 t), Piranga (225 t), Monte Carmelo (184 t), Varzelândia (150 t) e Guapé e Jaíba (120 t).

No País, parte da produção de pimentas é comercializada para consumo na forma de frutos frescos (in natura) e processada em agroindústrias de pequeno, médio e grande portes. A Centrais de Abastecimento de Minas Gerais S/A (CeasaMinas), no ano de 2019, em todas as suas unidades, comercializou, aproximadamente, 1.095 t de pimenta fresca, anualmente, no valor de R$9.383.351,39, sendo 99,3% procedentes de Minas Gerais e o restante de São Paulo e Goiás. Nas Centrais de Abastecimento de São Paulo-CEAGESP foram comercializadas, 6.330 t de pimenta de diversas variedades, em 2017, e nas Centrais de Abastecimento de Goiás, em 2017, foram comercializadas 1,05 tonelada a R$11 milhões.

Para que a cadeia produtiva da pimenta *Capsicum* seja sustentável, é imprescindível considerar as boas práticas agrícolas (BPA) para a obtenção de frutos e derivados da hortaliça de boa qualidade, além das condições específicas de cada local. Todos os procedimentos utilizados para a produção de pimentas devem ser conduzidos de forma que previnam contaminações ambientais e de todos os envolvidos na cadeia produtiva. Os pontos principais de controle incluem os perigos biológicos, físicos e químicos, além das práticas de cultivo com foco na conservação dos solos, da água e no bem-estar dos trabalhadores, para que, assim, a produção seja economicamente viável, ambientalmente segura e socialmente justa.

Fontes de contaminações de pimentas e de seus produtos

O manejo criterioso do solo, da água e da cultura deve ser precedido pela escolha de uma área apropriada, considerando que contaminações de natureza química, como metais pesados ou resíduos de produtos tóxicos, ou de natureza microbiológica podem não ser eliminadas ou reduzidas das concentrações aceitáveis durante o processamento do produto. Na escolha da área de cultivo devem ser considerados aspectos importantes, como condições de infraestrutura de produção e de pós-colheita, acesso a mão-de-obra e compatibilidade com os requisitos da cultura da pimenta e do mercado. Além disso, os pimenticultores devem ter conhecimento do histórico de utilização da área de produção e das regiões vizinhas, de forma que identifiquem as fontes potenciais de contaminação.

As práticas agrícolas devem ser feitas a fim de preservar o solo, os mananciais de água e a cobertura florestal legal. Práticas conservacionistas de proteção do solo contra a erosão devem ser promovidas, e o uso da área para produção deve respeitar o código florestal vigente.

Ambiente de produção

Em áreas previamente utilizadas como local de despejo de lixo urbano, lixo industrial, substâncias radioativas, hospitalar, de material proveniente de incineração e áreas de mineração ou extração de óleo, não se deve cultivar pimentas, considerando-se a possibilidade de contaminações com metais pesados e outros produtos tóxicos.

Recomenda-se uma cuidadosa avaliação das condições das instalações, dos sistemas de escoamento dos despejos, dos sistemas de drenagem, dos cursos de água, seguida da identificação dos riscos potenciais de contaminação do solo, dos lençóis subterrâneos e dos cursos de água de natureza biológica, em caso de existir criação de animais a uma curta distância do local de cultivo. O despejo de animais mortos e a presença de águas estagnadas nas áreas adjacentes à de cultivo são possíveis focos de contaminação biológica. Os frutos colhidos devem ser protegidos do acesso de animais, associado ao potencial contaminante das fezes, sendo recomendadas barreiras físicas e inspeção periódica da área.

Mesmo se houver indicação de que a área foi usada anteriormente para produção agrícola, é necessário indagar sobre as práticas de produção utilizadas, pois a aplicação indiscriminada de agrotóxicos pode resultar em sérios riscos químicos.

Quando o uso prévio da área não puder ser identificado ou a avaliação da área para o cultivo de pimenta indicar a existência de perigos potenciais, são recomendadas análises do solo e da água subterrânea para os contaminantes mais prováveis.

Em regiões de relevo acidentado, as áreas mais indicadas para cultivo da pimenta são as de meia-encosta, de pequena declividade. Do ponto de vista fitossanitário, por ser uma cultura muito suscetível ao ataque de pragas e doenças, não é aconselhável seu plantio em áreas que tenham sido cultivadas, no ano anterior, com pimentão, tomate, batata, berinjela ou jiló, que são da mesma família da pimenta. Da mesma forma,

deve-se evitar o plantio de pimenta em áreas anteriormente cultivadas com cucurbitáceas (abobora, moranga e abobrinha), que também podem ser fontes de pragas e de doenças. O plantio em áreas próximas dessas culturas, bem como por anos seguidos no mesmo local também deve ser evitado. Deve-se dar preferência à rotação de culturas como feijão, milho ou arroz de sequeiro em anos alternados.

O plantio de cerca-viva funciona como quebra-vento, reduz o impacto dos ventos frios ou quentes e a movimentação de algumas pragas e patógenos das pimenteiras. Cria-se uma sequência de microclimas, os quais são aproveitados para a acomodação de diferentes espécies vegetais e animais, inclusive de pragas e de seus inimigos naturais. Recomenda-se o plantio de girassol, bananeira, café e leucena para proteção dos talhões. Internamente circundando a área de plantio, pode-se estabelecer cordões com espécies anuais de crescimento rápido como sorgo, milheto, milho, girassol, crotalária, feijão guandu, etc.

No cultivo orgânico recomenda-se, ainda, a associação com plantas repelentes e/ou atrativas com o plantio de espécies ornamentais (cravo de defunto, crisântemo) e condimentares (ex: coentro, salsa, cebolinha, arruda, alecrim, manjericão, etc) associadas às linhas de plantio. A produção orgânica de hortaliças proporciona melhor condição de vida aos produtores, além de conservar o meio ambiente, sem contaminar a água, o solo, a planta, o produtor e consumidor.

Solo

Devem-se evitar solos usados como despejo de lixo de qualquer natureza (comum, hospitalar, de produtos tóxicos, lixo industrial de substancias radioativas e de material proveniente de incineração ou como aterro sanitário). O lixo é uma fonte de matéria orgânica e pode carrear material de origem fecal e outros compostos químicos prejudiciais ao ambiente ou ao homem como metais pesados e outros químicos tóxicos.

Para cultivo de pimentas é importante que sejam empregados solos profundos e com baixa capacidade de compactação. As camadas

impermeáveis no solo dificultam a drenagem, o que prejudica o sistema radicular da hortaliça que é sensível à asfixia. Os solos mais indicados são aqueles de textura média, ou seja, argilo-arenoso.

O bom preparo do solo, facilita o pegamento da pimenteira. Ao ser preparado, devem-se demarcar, no terreno, curvas de nível espaçadas umas das outras de 20 a 30 m; realizar a aração sempre paralelamente às curvas de nível; uma ou duas gradagens para quebrar os torrões; abrir sulcos de plantio, espaçados de acordo com a variedade de pimenta. Por exemplo, para a pimenta-malagueta é de 1,2 a 1,5 m, com 20 cm de profundidade, também paralelos às curvas de nível, o que ajuda no controle da erosão.

Água

A água destinada a irrigação de pimentas pode estar sujeita a contaminação, intermitente ou temporária, pelo lançamento de esgoto doméstico e de resíduos industriais, além da própria atividade rural, como aplicação de fertilizante minerais, agrotóxicos e da criação de animais em áreas adjacentes. É importante manter os animais fora das áreas de cultivo e proporcionar aos trabalhadores de campo banheiros construídos de forma adequada ou unidades sanitárias móveis, na propriedade.

Água contaminada com microrganismos patogênicos não pode ser utilizada para fins de irrigação. O limite de contaminação estabelecido pela Organização Mundial da Saúde (OMS), para água destinada à irrigação de produtos consumidos crus, é de 1.000 coliformes fecais/100 mL. O Departamento de Saúde do Estado da Califórnia (EUA) apresenta padrões de segurança de apenas 2,2 coliformes fecais/100 mL, para quaisquer produtos consumidos cru, independentemente do sistema de irrigação utilizado. Em caso de as condições locais indicarem risco potencial de contaminação da água com rejeitos industriais ou de outras atividades, testes químicos devem ser realizados para verificar a presença e a concentração de substâncias potencialmente prejudiciais.

Além da qualidade da água, os riscos associados à irrigação de pimenta, são influenciados pela quantidade aplicada, pelo sistema de irrigação e pelo intervalo de tempo entre a última irrigação e a colheita. Em geral, as doenças de solo são mais favorecidas por irrigações em excesso, principalmente em solos de drenagem deficiente. Na cultura da pimenta, a doença de solo comum em áreas irrigadas em excesso é a murcha-de-fitóftora causada por *Phytophora capsici*. Outras doenças encontram condições favoráveis sob irrigação deficitária, a exemplo da incidência de oídio (*Oidiopsis taurica*). A irrigação por sulco ou gotejamento favorece incidência de doenças de solo, enquanto as doenças da parte aérea são favorecidas por irrigação por aspersão.

Para minimizar a contaminação dos frutos via água de irrigação e das fontes de água na propriedade rural deve-se, de forma preventiva: avaliar a qualidade da água e realizar o seu tratamento; não permitir o acesso de animais e de pessoas não autorizadas nas cercanias da fonte e do local de armazenamento de esterco; observar se as fontes de água estão sendo compartilhadas com pastagens, criações intensivas ou de produção de leite; armazenar composto orgânico não tratado distante dos locais do campo de cultivo e; manter os tanques de armazenamento de água em bom estado de conservação e limpeza.

Ressalta-se que além do uso na irrigação, na aplicação de fertilizantes foliares e de produtos fitossanitários para controle de pragas e de doenças, a água é usada, no campo, pelos trabalhadores para beber e para lavar as mãos.

Animais de trabalho e de criação

Animais considerados veículos de contaminação para organismos patogênicos, incluem mamíferos, aves, repteis e insetos. Grande número de microrganismos pode ser encontrado na pele, penas e pelos de animais e em seus sistemas gastrointestinal e respiratório. As fezes de animais são a maior fonte de organismos patogênicos. No entanto, como os animais estão em contato com o solo, esterco e água, podem adquirir

contaminantes dessas fontes em suas peles, patas, etc. Algumas bactérias patogênicas comumente encontradas na pelo incluem *Salmonella* spp., *Staphylococcus* spp. e *Streptococcus* spp. Penas e outras partes de animais domésticos podem também estar contaminadas com essas bactérias.

A deterioração do fruto de pimenta pode ser acelerada pelo contato físico com pássaros sobre a sua superfície a qual se torna uma porta aberta para agentes patogênicos e deteriorantes resultando no aumento do risco de contaminação nas partes internas do produto e redução da vida de prateleira do mesmo.

É recomendável, portanto, controlar o acesso de animais nos campos de produção, instalações para armazenamento, áreas de embalagens, maquinarias, etc.; manter as áreas livres de lixo e de plantas daninhas; não acumular entulhos, como restos de vegetações, equipamentos obsoletos, para que não sirvam de abrigo a animais. A presença de animais silvestres a exemplo dos corvos, pássaros migratórios, morcegos e outros, próximos ao campo de produção resulta no aumento considerável do risco de contaminação. Entretanto, é importante considerar as leis ambientais e de proteção animal, ao selecionar um método de afastamento de animais.

É importante, construir barreiras físicas ou de vegetação para evitar entradas dos animais no campo de cultivo, principalmente em tempos de colheita. Animais mortos ou capturados (ratos) em armadilhas devem ser enterrados ou incinerados imediatamente, a fim de evitar que outros animais sejam atraídos para a área de produção. Nas áreas adjacentes, deve-se manter a grama aparada par evitar a presença de ratos, répteis e outras pragas; manter as áreas livres de lixo; retirar restos de vegetação, equipamentos velhos e inoperantes, para que não sirvam de abrigo, principalmente de ratos e insetos.

Pragas e doenças

As pragas mais comuns nas áreas de cultivo e de armazenamento dos frutos colhidos são as formigas, moscas, roedores e aves em geral. Da correta identificação da espécie, do grau de infestação e das prováveis localizações dos ninhos, depende o controle efetivo de formigas. Uma boa estratégia é utilizar iscas atrativas.

A mosca varejeira pode veicular poliovírus, *Salmonella* spp., *Shigella* spp. e *Escherichia coli*. Trata-se de um inseto que procria em carcaças de animais, embora possa fazê-lo no esterco e nos restos de ração em decomposição. As moscas domésticas são vetores de agentes causadores de cólera, febre tifoide, tuberculose, diarreia infantil, vermes intestinais, disenteria bacilar e poliomielite. Para eliminar a mosca da unidade de produção deve-se fazer uso de armadilha luminosa ou tratamento químico com produtos permitidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Corpos e ninhos de pombos são focos de ácaros e podem causar doenças respiratórias e de pele. A toxoplasmose, frequente em animais e aves, tem o gato como hospedeiro definitivo (onde os parasitas se reproduzem) e o homem e outros animais como hospedeiros intermediários. A transmissão pode ser por meio da inalação de fezes secas das aves. No ambiente de manuseio das pimentas, recomenda-se vedar acessos a forros; utilizar telas ou redes; utilizar fios de nylon, elementos pontiagudos ou visgo de repelência; instalar portas e portões tipo vai-e-vem e telas nas janelas.

Os roedores podem disseminar patógenos microbianos, fontes potenciais de contaminação dos produtos frescos por meio das fezes e urinas. Os ratos transmitem ao ser humano a leptospirose, salmonelose e a peste bubônica. No ambiente de manipulação das pimentas colhidas (galpões) recomendam-se capas metálicas nas alvenarias e portas; cones ou discos metálicos nas cordas, dutos e pilastras ou postes; telas removíveis em aberturas de aeração ou exaustão; paredes lisas; ralos e

telhados reforçados; eliminação de rotas em entradas de condutores de eletricidade ou vãos de adutores de qualquer natureza; manutenção de ralos e tampos firmemente encaixados, com aberturas menores que 5 cm; eliminação de objetos e árvores encostados em muros ou paredes.

Visando o controle de pragas e doenças que atacam as plantas de pimenta, recomendam-se o uso de sementes certificadas de variedades resistentes e/ou tolerantes, além de seguir os requisitos essenciais para uma boa produção da hortaliça, como boa formação de mudas, avaliação da fertilidade do solo para correção da acidez, se necessário, e adubação adequada, espaçamento adequado entre plantas e todos os tratos culturais realizados em conformidade com a necessidade da cultura seja no cultivo convencional, seja no orgânico, etc.

Insumos utilizados na produção de pimentas

Sementes

A qualidade das sementes é um fator de considerável importância para o processo produtivo de pimenta. Recomenda-se utilizar no plantio sementes certificadas, preferencialmente de variedades com tolerância e/ou resistência às principais pragas e doenças. A utilização de sementes próprias, ou seja, na própria lavoura do produtor pode levar à obtenção de sementes com menor qualidade genética, física, fisiológica e sanitária.

Adubos orgânicos e inorgânicos

Os fertilizantes orgânicos representam alternativas para os fertilizantes inorgânicos (sintéticos). Entretanto, o esterco fresco pode representar uma fonte potencial de contaminação microbiológica, tais como contaminação por *Salmonella* spp, potencialmente alta no esterco de galinha, por coliformes fecais em esterco bovino e ovino, além de outros patógenos. O tratamento prévio do esterco por ser realizado por meio de práticas como a estabilização passiva, estabilização por biodigestão e compostagem.

Os fertilizantes inorgânicos podem representar um perigo químico para a produção de pimenta, principalmente pelo uso indiscriminado da classe dos nitrogenados (uréia, amônio ou nitrato), os quais em altas doses, promovem a acumulação de nitratos nos tecidos vegetais. A molécula de nitrato pode ser convertida em nitrosamina que é cancerígena. É importante avaliar o uso seguro de adubos inorgânicos sem risco de acumulação de nitratos nos produtos e de contaminação das águas superficiais ou subterrâneas.

Em quase todo o território brasileiro, os solos são geralmente mais ácidos que a faixa ideal para o desenvolvimento da pimenteira, que exige pH entre 5,5 e 6,5. A acidez elevada do solo pode causar uma série de problemas para a cultura tais como: teores elevados de alumínio e/ou de manganês, o que reduz drasticamente a produção; deficiência de cálcio, magnésio, fósforo e de outros nutrientes indispensáveis para o bom crescimento, desenvolvimento e produção das plantas.

É comum o descaso de alguns pimenticultores no que diz respeito à calagem, da mesma forma que não fazem análise química do solo. Em contrapartida, observa-se o costume de aplicar adubações minerais pesadas em áreas excessivamente ácidas, o que compromete o bom aproveitamento dos nutrientes fornecidos, o desenvolvimento das plantas além de onerar o custo de produção. O manejo adequado da adubação beneficia o meio ambiente, por causar menores níveis de acidificação do solo, eutrofização das águas, poluição do lençol freático e salinização das áreas.

É comum contatar que o produtor de pimenta aplica certos nutrientes em excesso ou utiliza adubações desequilibradas, o que pode provocar perdas de adubos, bem como ocasionar problemas ambientais. Adicionalmente, são aplicados adubos foliares contendo nitrogênio, o que tem causado grandes desequilíbrios nutricionais na cultura. As quantidades e os tipos de adubos a ser utilizados devem ter como base a análise química anual do solo, dois a três meses antes do plantio. A

quantidade de fertilizantes indicada deverá ser distribuída uniformemente no sulco ou na cova de planto, no momento do transplante das mudas e são feitas aplicações complementares ao logo do ciclo da cultura. O parcelamento é justificado pela possibilidade de altas concentrações de nitrogênio e potássio aumentarem, momentaneamente, a concentração salina do solo que pode ser danosa às mudas recém-transplantadas. Além disso, nitrogênio e potássio são passiveis de ser lixiviados ou arrastados da área por precipitação intensa ou irrigação mal executada. Nas aplicações de cobertura, os adubos deverão ser distribuídos na projeção da copa das plantas. Quando possível, uma irrigação controlada solubiliza o fertilizante e prove uma incorporação, o que diminui as perdas. No cultivo orgânico, de acordo com análise do solo a adubação de plantio é feita com 150 a 200 g/m2 de termofosfato e de 2,0 a 2,5 kg/m^2 de composto orgânico. Em cobertura, recomenda-se aplicar biofertilzantes com frequência semanal, na concentração de 5 % por 30 dias após o transplante das mudas. Estas aplicações podem ser estendidas até o início da frutificação dependendo do desenvolvimento e estado nutricional da cultura. Para composto de farelos (tipo Bokashi®), recomenda-se três aplicações de 50 g/planta, sendo uma antes e duas após a frutificação. É importante a incorporação superficial deste adubo visando seu melhor aproveitamento. A adubação verde é manejo eficiente para a cobertura do solo e da matéria orgânica. Além disso, seu cultivo nas entrelinhas das pimenteiras pode trazer vantagens adicionais como o fornecimento de nitrogênio e o controle de plantas espontâneas.

Produtos fitossanitários no controle de pragas e doenças das pimenteiras

Uma das maiores preocupações dos consumidores de pimenta tanto frescas quanto processadas, é a contaminação com resíduos de agrotóxicos (inseticidas, acaricidas e fungicidas) o que pode ocorrer por meio de teores de resíduos acima do permitido e pelo uso de produtos não autorizados para a cultura.

No âmbito das BPA, na produção convencional, os agrotóxicos utilizados devem ser registrados pelo MAPA observando as dosagens recomendadas, respeitando os períodos de carência e seguindo as recomendações de manipulação dos produtos, durante a preparação da mistura e durante e após a aplicação. O produtor deve realizar o registro constante dos produtos utilizados; prevenir a contaminação dos mananciais e dos solos adjacentes à área de produção; regular os bicos dos aplicadores, após a aplicação, lavá-los para eliminar resíduos; manter os produtos em usas embalagens originais, rotuladas e com instruções de aplicação; usar equipamento de proteção individual (EPI) e possuir treinamento para aplicação de produtos. Para pimenta, existem no MAPA, princípios ativos registrados para controle de pragas (mosca-branca, ácaro), de antracnose e mancha-de-cercospora (doenças).

Resultados de experimentos conduzidos na EPAMIG Sudeste revelaram a eficiência da calda Sulfocálcica na concentração de 1% (30^0 Baumé), para o controle do ácaro-branco em pimenta, ressaltando a importância do uso de concentrações corretas da calda, evitando-se altas concentrações (acima de 1%), para diminuir o impacto negativo do produto sobre organismos benéficos, tais como ácaros-predadores. Além disso, altas concentrações podem causar toxicidade às plantas. A calda Bordalesa, uma mistura de solução de sulfato de cobre com suspensão de cal virgem com ação fungicida e bactericida, proporcionou bom controle de cercóspora causada por *Cercospora capsici* e de oídio causado por *Oidiopsis taurica quando* pulverizadas nas plantas a 1,5%, em comparação com outros produtos testados. A calda Viçosa, uma mistura de sulfato de cobre, óxido de cálcio e micronutrientes tem sido utilizada como fungicidas e adubo foliar.

Os princípios da agricultura ecológica são atendidos pela ação dessas caldas, cujo objetivo não é o de erradicar as pragas e fitopatógenos que atacam as pimenteiras, mas sim o de fortalecer as plantas e ativar seu mecanismo de defesa natural. Outros insumos alternativos indicados

são os extratos vegetais, óleos, leite cru, sais, sabão, urina de vaca os quais apresentam boa eficiência técnica e praticabilidade de uso pelos agricultores. Além da eficiência, esses produtos assim como as caldas sulfocálcica, bordalesa e viçosa, apresentam baixa toxicidade, baixo impacto ambiental, são produzidos com materiais oriundos da propriedade, de fácil aquisição, de custo reduzido e de fácil preparação e aplicação. A recomendação desses produtos deve-se basear em resultados de pesquisas, para que sejam aplicados em concentrações e formulações seguras e eficientes.

No Brasil atualmente, existem 96 produtos biológicos e extratos vegetais registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) a exemplo do bioinseticida criado a partir da bactéria Bti (*Bacillus thuringiensis israelensis*), para defesa de lavouras de hortaliças atacadas por lagartas. Com o lançamento do Programa Nacional de Bioinsumos pelo MAPA, em maio de 2020, a expectativa é ampliação da oferta de produtos no mercado, como o controle biológico. Os produtores rurais já podem consultar pelo celular uma lista de produtos de origem biológica indicados para nutrição, controle de pragas e doenças de diversas culturas agrícolas. O aplicativo Bioinsumos, disponível para plataformas iOS e Android, disponibiliza 265 defensivos biológicos (bioacaricidas, bioinseticidas, biofungicidas e bioformicidas) todos registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa).

Saúde e higiene dos trabalhadores e instalações sanitárias

A saúde, as práticas e a conduta higiênica dos trabalhadores envolvidos no cultivo da pimenta têm importância crítica para a redução da ocorrência de contaminações dos frutos produzidos, por isso, devem ser monitorados com frequência visando a redução da ocorrência de contaminações dos frutos. Trabalhadores com infecção de

ferimentos superficiais, diarreias, gripe e vômitos devem ser afastados, temporariamente, de suas atividades.

O asseio dos trabalhadores, principalmente daqueles que entram em contato direto com as pimentas, deve ser observado. Os trabalhadores devem cortar as unhas, os cabelos, não usar barba e lavar as mãos após a utilização de sanitários, após contato com o solo e após o manuseio de equipamentos sujos, materiais descartáveis, fertilizantes, agrotóxicos, produtos químicos e materiais de limpeza. Cortes ou machucados superficiais devem ser protegidos com ataduras à prova de água, quando for o caso de os trabalhadores continuarem suas atividades.

Hábitos e comportamentos, como fumar e cuspir, enquanto desenvolve suas atividades, ou espirrar sobre o produto, são fontes de contaminação e devem ser evitadas.

Instalações sanitárias devem estar disponíveis próximas dos campos de produção, com banheiros providos com fonte de água limpa, sabão, toalhas descartáveis e soluções sanitizantes. Devem ser projetadas de forma que permitam a retirada periódica de dejetos sem contaminar o ambiente; possibilitem a higiene pessoal dos trabalhadores e sejam mantidas em boas condições de funcionamento e limpeza. Os postos sanitários moveis devem estar localizados, no mínimo, a 400 m, da área de trabalho, estar longe de fonte de águas superficiais, também por, 400 m com papel higiênico; papel toalha, e ter boas condições de higiene. Podem ser construídas fossas sépticas em áreas que não permitam a contaminação do solo, água superficial e lençóis de água subterrâneos para esse fim.

Equipamentos associados com o cultivo e a colheita

Os equipamentos e contentores utilizados no cultivo da pimenta devem ser limpos e sanitizados, desinfestados empregando-se procedimentos corretos, e devem apresentar em bom estado de

conservação. Os contentores para lixo, subprodutos, partes não comestíveis ou substâncias perigosas devem ser identificados.

A colheita das pimentas, realizada de preferência, nos horários mais frescos do dia é realizada manualmente. Os frutos são destacados das plantas com ou sem pedúnculos, dependendo do tipo de pimenta e do mercado de destino. Ainda, no campo, o produtor deve remover aqueles com injurias físicas, podridões ou outros sinais de deterioração e com injurias fisiológicas decorrentes de ataque de pragas e doenças. Para as pimentas destinadas à indústria de molhos e conservas, são retirados os pedúnculos dos frutos, ainda na lavoura ou no ambiente (galpão de manipulação pós-colheita). Cuidados devem ser redobrados para não ocorram danos mecânicos que possam afetar a integridade e a aparência do produto. Todas as sujidades aderidas ao produto após a colheita devem ser removidas

A colheita também requer um bom padrão de higiene no campo, como o uso de embalagens adequadas, em geral, caixas ou bandejas plásticas, limpas, evitando-se o contato da embalagem com o solo e transportadas o mais rápido possível para a casa de embalagem e/ou de processamento. As pimentas colhidas devem ser protegidas de danos mecânicos e o seu acondicionamento em caixas não deve exceder a capacidade permitida.

Manuseio pós-colheita e transporte

Prevenção de contaminação cruzada

Durante a produção, colheita e procedimentos pós-colheita, deve-se prevenir a ocorrência de contaminação cruzada, ou seja, contaminação decorrente do contato de um produto sadio com uma superfície, utensílio ou frutos contaminados. Para a sua prevenção, é necessário não expor os contentores ao contato com solo, fezes de animais, esterco ou outros tipos de sujidades na área de produção, separar os frutos deteriorados,

impróprios para o consumo humano e não transportar agrotóxicos, esterco, lixo e outros produtos nos contentores das pimentas.

Transporte do campo para o local de armazenamento

As unidades de transporte não devem conter sujidades visíveis, partículas de alimento e resíduos de água acumulados e devem ser lavadas e descontaminadas com detergentes e sanitizantes próprios para esse fim. Deve-se evitar o transporte de animais ou substâncias químicas na unidade transportadora das pimentas.

No ambiente de manipulação das pimentas colhidas deve haver bloqueio do acesso de animais domésticos e de outras pragas. Deve ter afastamento adequado de áreas de armazenamento de esterco e de outros resíduos tóxicos.

As áreas adjacentes ao ambiente de manipulação (embalagem) devem ser mantidas em boas condições de limpeza e conservação. Após cada jornada de trabalho deve-se lavar o piso da casa de embalagem. O material de embalagem deve ser armazenado em local limpo, seco e arejado, sem contato direto com o piso.

Limpeza, sanitização e tratamento pós-colheita

A limpeza e a sanitização eficientes dos equipamentos e das instalações de manuseio das pimentas, são pré-requisitos para a sua qualidade e devem ser realizadas imediatamente antes do contato com esses produtos. A limpeza é realizada com água e detergentes com objetivo de remover sujidades e parte considerável dos microrganismos.

A etapa de limpeza é realizada com água e detergentes e tem como objetivo remover sujidades e parte considerável dos microrganismos, enquanto a etapa de sanitização é realizada após a limpeza com objetivo de reduzir a população microbiana das superfícies e dos ambientes a números considerados seguros. Diversos sanitizantes podem ser usados, incluindo produtos à base de amônia quaternária, de cloro, de iodo, de ácido peracético e de peróxido de hidrogênio. Para a eficiência dos

procedimentos de higienização, devem-se empregar produtos registrados na Anvisa, seguindo-se as instruções do fabricante, principalmente, quanto à concentração, temperatura e tempo de contato.

Nos locais de manipulação das pimentas colhidas, a higiene e o controle da temperatura são fatores importantes para evitar contaminação e manter a qualidade dos frutos. As caixas de frutos devem ser colocadas sobre paletes para evitar seu contato direto com o piso, com distância mínima de 20 cm entre os paletes e as paredes e de 10 cm entre os paletes e o piso. Essa distância permite a ventilação adequada e facilita a limpeza e a inspeção da presença de roedores e insetos. Paredes, pisos e tetos devem ser higienizados periodicamente.

É comum o processamento, principalmente na forma de conservas, ocorrer no próprio local de produção, mas em geral, os frutos frescos, após a colheita, são comercializados diretamente pelo produtor ou por meio de atravessadores que repassam para os processadores de agroindústrias. Na propriedade, os frutos são adquiridos a granel ou acondicionados em bombonas plásticas (de 50 L, 100 L ou 200 L) e/ou garrafas PET de refrigerante (de 2,0 L), contendo salmoura ou álcool. Entretanto, a reutilização das garrafas PET é considerada arriscada e carece de segurança para a qualidade das pimentas com relação às questões de contaminação. Esta prática contraria a legislação sanitária, por isso algumas vezes a fiscalização inibe este tipo de comercialização. A legislação promove a utilização de embalagens novas adequadamente limpas e sanitizadas.

Rastreabilidade

A rastreabilidade consiste em realizar anotações atualizadas sobre as práticas de produção, colheita e distribuição das pimentas por produtores. Os principais pontos a ser anotados incluem o local de produção, área de plantio, época de plantio, informações referentes aos insumos usados como sementes, adubos mineral e/ou orgânico, agrotóxicos e/ou produtos

alternativos aplicados e informações sobre doses, grau de toxidez e número de aplicações, tipo de irrigação e informações sobre a qualidade da água, controle de pragas e de doenças, data da colheita, etc. No caso de o próprio produtor realizar a embalagem de seus produtos, todas as informações referentes às práticas de manuseio pós-colheita também devem ser anotadas. Os lotes devem ser identificados, preferencialmente com códigos de barra.

Considerações finais

No Brasil, parte da produção de pimentas é comercializada para consumo na forma de frutos frescos (in natura) e processada em agroindústrias de pequeno, médio e grande portes. É imprescindível considerar as BPA para a obtenção de frutos e derivados da pimenta de boa qualidade. Todos os procedimentos utilizados na produção de pimenta devem ser conduzidos de forma que previnam contaminações ambientais e de todos os envolvidos na cadeia produtiva. As BPA aplicam-se à produção de pimenta com focos principais nos perigos microbiológicos, físicos e químicos durante seu cultivo no campo, ou seja, do plantio à colheita. Para práticas que mantenham a segurança durante a fase de processamento ou comercialização do produto acabado existem normas estabelecidas como as Boas Práticas de Fabricação (BPF), Procedimento Padrão de Higiene Operacional (PPHO) e Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC).

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

Bibliografia consultada

AGROFIT. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Inseticidas e fungicidas registrados para Pimenta.* Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons.> Acesso em: 10 jun.2020.

BETTIOL, W.; MORANDI, M.A.B.; PINTO, Z.V.; PAULA JÚNIOR, T.J.; CORRÊA, E.B.; MOURA, A.B.; LUCON, C.M.M.; COST, J.C.B.; BEZERRA, J.L. *Produtos comerciais à base de agentes de biocontrole de doenças de plantas*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2012. 155p (Embrapa Meio Ambiente, Documentos 88).

BETTIOL, W.; GHINI, R.; MORANDI, M.A.B. Alguns métodos alternativos para o controle de doenças de plantas disponíveis no Brasil. In: VENZON, M.; PAULA JÚNIOR, T.J. de PALLINI, A. *Controle alternativo de pragas e doenças*. Viçosa/MG: EPAMIG/CTZM, 2005. p.163-183.

CEASAMINAS. *Oferta de produtos/variedades*. Belo Horizonte, [2019]. Disponível em:<http://minas1.ceasa.mg.gov.br/detec/ofertas_prd_var/ofertas_prd_var.php>. Acesso em: 07 jun 2020.

FAOSTAT. Rome, 2018. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 28 mai 2020.

FERNANDES, M.C.A.; LEITE, E.C.B.; MOREIRA, V.E. *Defensivos alternativos*. Niterói: Programa Rio Rural, 2008. 17p. (Programa Rio Rural. Manual Técnico, 1). Disponível em: <http://www.pesagro.rj.gov.br/downloads/riorural/01%20Defensivos%20Alternativos.pdf>. Acesso em: 23 jun.2020.

INFORME AGROPECUÁRIO. *Cultivo da pimenta*. Belo Horizonte: EPAMIG, v.27, n.235, 2006. 108p.

MANUAL DE BOAS PRÁTICAS AGRÍCOLAS E SISTEMA APPCC. Brasília: EMBRAPA/SEDE, 2004. 101p. (Qualidade e Segurança dos Alimentos). Projeto PAS campo. Convênio CNI/SENAI/SEBRAE/EMBRAPA.

MAROUELLI, W.A. Fontes de água e práticas de irrigação. In: EMBRAPA INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA. *Elementos de apoio para as boas práticas agrícolas e o sistema APPCC/PAS Campo*. 2.ed. rev. e atual. Brasília, 2006. p.105-121.

MATTOS L.M.; MORETTI, C.L.; MOURA, M.A.; MALDONADE, L.; SILVA, E.Y.Y. Produção segura e rastreabilidade de hortaliças. *Horticultura Brasileira*, v.27, n.4, p.408-413, out. /dez.2009.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA) lança Programa Bioinsumos.mp3. 27 maio 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/centrais-de-conteudo/audios/momento-agro/mapa-lanca-programa-nacional-de-bioinsumos/programa-bioinsumos.mp3/view>. Acesso em: 27 mai.2020.

MANUAL DE BOAS PRÁTICAS AGRÍCOLAS E SISTEMA APPCC. Brasília: EMBRAPA/SEDE, 2004. 101p. (Qualidade e Segurança dos Alimentos). Projeto PAS campo. Convênio CNI/SENAI/SEBRAE/EMBRAPA.

MORETTI, C.L. Boas práticas agrícolas. In: ENCONTRO NACIONAL DO AGRONEGÓCIO PIMENTAS (*CAPSICUM s*pp.), 2; MOSTRA NACIONAL DE PIMENTAS E PRODUTOS DERIVADOS, 2., 2006, Brasília, DF. *Anais*... Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2006. 12 p. CD-ROM.

NEVES, M.C.P. Riscos associados ao histórico do solo. In: EMBRAPA INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA. *Elementos de apoio para as boas práticas agrícolas e o sistema APPCC/PAS Campo*. 2.ed. rev. e atual. Brasília, 2006. p.89-92.

NEVES, M.C.P.; DUARTE, R.L.; PEIXOTO, R.T.G. Riscos associados ao uso de fertilizantes. In: EMBRAPA INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA. *Elementos de apoio para as boas práticas agrícolas e o sistema APPCC/PAS Campo*. 2.ed. rev. e atual. Brasília, 2006. p.93-103..

PAULA JÚNIOR, T.J.; VENZON, M.; TEIXEIRA, J.; BETTIOL, W.; MORANDI, M.A.B.; VILLELA, F.M.F.; CASTRO, M.L.M.P. Regulamentação e uso de produtos à base de agentes biológicos para o controle de doenças de plantas e pragas no Brasil. *Informe Agropecuário* - Defesa vegetal e sustentabilidade do agronegócio, Belo Horizonte, v.34, n.276, p.50-57, 2013.

PENTEADO, S.R. *Controle alternativo de pragas e doenças, com as caldas bordalesa, sulfocálcica* e Viçosa. Campinas: Bueno Mendes, 2000. 95p.

PIMENTA. *Cultivo orgânico. Árvore da vida*. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/pimenta/arvore/CONT000gvauawt502wx7ha0g934vgupqbzy7.html>. Acesso em: 12 jul.2020.

PIMENTA. In: EMATER-MG. *Relatório de saída e acompanhamento de safra 2019*. Belo Horizonte, 2020.

PIMENTAS *CAPSICUM*. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2008. 200p**.**

PINTO, C.M.F.; PINTO, C.L.O.; DONZELES, S.M.L. Boas práticas agrícolas na produção de pimentas. *Informe Agropecuário* - Pimenta: do produtor ao consumidor, Belo Horizonte, v.33, n.267, p.21-31, mar. /abr., 2012.

PINTO, C.M.F.; PINTO, C.L.O.; DONZELES, S.M.L. Pimenta *Capsicum*: propriedades químicas, nutricionais, farmacológicas e medicinais e seu potencial para o agronegócio. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, v.3, p.108-120, 2013.

PINTO, C.M.F.; SANTOS, I.C.; ARAUJO, F.F.; SILVA, T.P. Pepper importance and growth (*Capsicum* spp.). In: RÊGO et al (eds). *Production and breeding of chilli peppers (Capsicum spp.)*. 1.ed. New York: Springer, 2016. p.1-25.

PINTO, C.M.F.; PINTO, C.L.O.; CALIMAN, F.R.B.; MOREIRA, G.R.; VENZON, M.; NEVES, W.S.; PEREIRA, M.L. Pimenta (*Capsicum* spp.). In: PAULA JUNIOR, T.; VENZON, M. *101 culturas, manual de tecnologias agrícolas*. 2.ed. Belo Horizonte: Epamig, 2019. p.729-737.

PINTO, C.M.; MOREIRA, G.R.; CALIMAN, F.R.B.; VENZON, M.; PAULA JUNIOR, T.J. Pimenta (*Capsicum* spp.). In: PAULA JÚNIOR, T.J.; VENZON, M. (Org.). *101 culturas: manual de tecnologias agrícolas*. 1.ed. Belo Horizonte: Epamig, 2007. p.625-632.

REIFSCHNEIDER, F.J.B.; LOPES, C.A. Horticultura Brasileira sustentável Sonho eterno ou possibilidade futura? *Revista de Política Agrícola*, Ano XXIV, n.2, p.90-101, abr./mai./jun., 2015.

VENZON, M.; AMARAL, D.S.S.L.; PEREZ, A.L.; RODRIGUES-CRUZ, F.A.; TOGNI, PO.H.B.; OLIVEIRA, R.M. Estratégias de manejo ecológico de pragas da pimenta. In: VENZON, M. et al. *Identificação e manejo ecológico de pragas da cultura da pimenta*. Viçosa, MG: EPAMIG Zona da Mata, 2011. p.24-37.

11. BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO (BPF) NO PROCESSAMENTO DE PIMENTAS *CAPSICUM* E SUA IMPORTÂNCIA PARA A SUSTENTABILIDADE DA CADEIA PRODUTIVA

Cláudia Lúcia de Oliveira Pinto[1], Cleide Maria Ferreira Pinto[2], Sérgio Maurício Lopes Donzeles[3], Maria Regina de Miranda Souza[3], Maira Christina Marques Fonseca[3], Geicimara Guimarães[4]

[1] *Pesquisadora Aposentada EPAMIG Sudeste, Correio eletrônico:* claudia.epamig@gmail.com
[2] *Pesquisadora EMBRAPA/EPAMIG Sudeste, Caixa Postal 216, CEP 36570-075 Viçosa-MG.*
[3] *Pesquisador EPAMIG Sudeste, Caixa Postal 216, CEP 36570-075 Viçosa-MG.*
[4] *Gestora de Cooperativas. FACEV, Viçosa-MG.*

Introdução

Pimentas do gênero *Capsicum* estão entre as especiarias mais valorizadas e consumidas mundialmente no setor culinário. Fazem parte da riqueza cultural e patrimônio genético da biodiversidade do Brasil com cultivo em todo o território brasileiro. Apresentam uma variação rica de cores, tamanhos, sabores e de pungência ou ardume. Seus pigmentos, aromas e substâncias pungentes (picantes, ardidas) são amplamente usados na indústria de alimentos. Constituem uma fonte importante de vitaminas, fibras, sais minerais e, principalmente, de substâncias antioxidantes. A pimenta possui muitos efeitos benéficos para a saúde humana associados as suas propriedades químicas, nutricionais, farmacológicas e medicinais, por isso é considerada um alimento nutracêutico. Além de consumidas in natura, podem ser processadas e usadas em diversas linhas de produtos na indústria de alimentos incluindo: conservas, molhos, geleias, pápricas, corantes, aromatizantes, oleorresinas e outras. Na forma in natura ou processada, as pimentas permitem agregar valor as preparações culinárias e representam uma ampla oportunidade de mercado. O agronegócio

dessas pimentas está entre os melhores exemplos de integração entre os elos que compõem a cadeia produtiva. Envolve diferentes segmentos incluindo desde pequenas plantações a fábricas artesanais caseiras de conservas até a exportação de páprica por empresas multinacionais que competem no mercado internacional de especiarias e temperos. Assim, é crescente a conquista de espaço nos meios de comunicação considerando a sua aplicabilidade culinária, industrial, ornamental e medicinal.

Desta forma, a qualidade das pimentas e dos produtos derivados tem importância decisiva para o comércio interno e externo sendo a competitividade do mercado associada à atenção dispensada às condições de produção e de apresentação dos produtos, no que se referem às embalagens, rótulos e símbolos, condições de transporte e sistema de comercialização, exigidas pela legislação. A estruturação de um modelo adequado de gestão da qualidade é imprescindível para a obtenção da matéria-prima e de seus derivados inócuos e com alto padrão de qualidade e, assim para atendimento às expectativas do mercado. Independente da forma de consumo de pimentas *Capsicum*, frescas ou processadas, a sua qualidade deve ser preservada ao longo de toda a cadeia produtiva, da produção ao consumo.

Segurança alimentar e Boas Práticas de Fabricação (BPF)

O conceito de segurança alimentar, que antes referia-se apenas ao abastecimento de alimentos em quantidade adequada para a população, passou a incluir aspectos nutricionais e de higiene, por impactarem diretamente a saúde da população, como resultado da I Conferência Nacional de Segurança Alimentar, realizada em Brasília -DF, em 1994. A partir desta alteração novas legislações associadas a qualidade e inocuidade de alimentos foram estabelecidas no Brasil, dentre essas incluem-se legislação sobre Boas Práticas de Fabricação (BPF). Essas práticas são conceituadas como um conjunto de procedimentos adotados na cadeia produtiva de alimentos para garantir a qualidade do produto final.

São fundamentadas na obtenção de produtos livres de contaminações, prevenção de contaminação cruzada e de condições que favoreçam a multiplicação microbiana e/ou produção de toxinas e rastreabilidade do processo e do produto acabado. A sua implementação permite a produção de alimentos e a obtenção de produtos de acordo com padrões de segurança alimentar, e a orientação dos manipuladores envolvidos na cadeia produtiva.

No Brasil e em outros países as BPF seguem as recomendações do *Codex Alimentarius*. Essas práticas devem ser descritas, formalmente, em um Manual de Boas Práticas de Fabricação, específico para cada estabelecimento. Também são exigidos os Procedimentos Operacionais Padronizados (POP), que são requisitos específicos das BPF os quais devem ser detalhados de forma objetiva, com a inclusão de instruções sequenciais para a realização de operações rotineiras e específicas na produção, armazenamento e transporte de alimentos monitorados e, se necessário, corrigidos e verificados.

Ao considerar a alta perecibilidade de frutos de pimenta *Capsicum* após a colheita, o seu processamento é a melhor alternativa para a prevenção de perdas para produtores e empresários. A primeira condição para obter produtos derivados com alta qualidade é o uso de matéria-prima de alta qualidade. Para isto, é imprescindível a implementação das Boas Práticas Agrícola (BPA) na produção e das BPF no processamento. Assim, será possível a redução dos custos gerados por perdas e devoluções e prevenção da ocorrência de casos e surtos de infecções e de intoxicações de origem alimentar. Todos os esforços investidos na adoção dessas práticas contribuem para a inserção dos produtos no mercado e sustentabilidade do agronegócio pimenta.

A falta de adequação e ou a precariedade das instalações de produção estão entre as principais causas da ocorrência de contaminações dos alimentos e, em consequência, da ocorrência de doenças de origem alimentar. Essas doenças são causadas pela ingestão de alimentos e/

ou água contaminados com agentes biológicos (bactérias patogênicas e suas toxinas, vírus, parasitas e protozoários); químicos (resíduos de antibióticos, micotoxinas pesticidas e metais pesados) e físicos (fragmentos de vidros, metal ou madeira). Essas contaminações constituem um entrave considerável do setor alimentício em todo o mundo sendo, uma das principais ameaças à saúde pública e ao desenvolvimento socioeconômico dos países, com alta taxa de morbidade e mortalidade**.** Portanto, os riscos e as consequências das contaminações alimentares constituem uma preocupação mundial. As contaminações dos alimentos são associadas a condições inapropriadas de higiene na produção, transporte e comercialização; instalações, equipamentos e utensílios; hábitos higiênicos inadequados e saúde dos manipuladores; qualidade insatisfatória da água; falta/ineficiência de um programa de controle de pragas e vetores; contaminações cruzadas e ineficiência do seu controle na cadeia produtiva.

Doenças de origem alimentar

Existem mais de 250 tipos de doenças de origem alimentar e, a sua maioria é associada a bactérias e suas toxinas, vírus e parasitas. Outras doenças incluem envenenamentos com toxinas naturais provenientes de cogumelos venenosos, de algas e peixes ou com produtos químicos tóxicos, por exemplo, chumbo, agrotóxicos. Como exemplos de agentes etiológicos pode-se citar norovírus, *Salmonella* spp., *Clostridium perfringens* e *Campylobacter* spp., *Toxoplasma gondii*, *Listeria monocytogene*s. As doenças de origem alimentar podem ser associadas ao consumo de diversos tipos de alimentos contaminados incluindo as especiarias. Existem relatos, em diversos países de surtos associados ao consumo de especiarias contaminadas com microrganismos patogênicos como de especiarias contaminadas *Salmonella e Bacillus* spp. e envolvimento de grande número de pessoas em países desenvolvidos como Estados Unidos, Dinamarca e Alemanha.

Em países em desenvolvimento, a situação é mais grave considerando que, parte da população é mais exposta aos agentes etiológicos das doenças de origem alimentar considerando os fatores: escassez de água potável, condições de armazenamento e transporte de alimentos frequentemente inadequados e falta de conscientização sobre as boas práticas de produção e fabricação. A subnotificação de casos é, ainda, um entrave para estimar o número real das ocorrências. Embora no Brasil tenha tido um avanço na legislação relativa ao controle de doenças de origem alimentar e aos serviços de vigilância sanitária e epidemiológica, as doenças de origem alimentar acometem uma fração considerável da população. Estima-se que o número real dessas ocorrências é bem inferior ao número real em razão da subnotificação. Poucos estados brasileiros têm estatísticas sobre os agentes etiológicos e alimentos mais comuns envolvidos em casos e surtos. As regiões sudeste e sul têm seus serviços de vigilância sanitária e epidem

Fungos filamentosos são contaminantes comuns encontrados em pimentas *Capsicum* incluindo fungos de campo (*Alternaria, Fusarium, Cladosporium, Rhizopus* e *Mucor*). E, os fungos de estocagem, encontrados em produtos processados e armazenados em condições de umidade relativamente baixas (*Aspergillus, Penicillium* e *Eurotium*, *Alternaria, Fusarium, Cladosporium, Rhizopus, Ulocladium, Wallemia* e *Mucor*). Alguns, são produtores potenciais de micotoxinas. A presença de fungos toxigênicos em produtos *Capsicum* é muito comum, embora não implique, necessariamente, na presença de micotoxinas considerando que a sua produção é dependente da capacidade toxigênica da linhagem, de fatores intrínsecos e extrínsecos e não, necessariamente, da população fúngica. Existem centenas de micotoxinas, entretanto, poucas têm importância em segurança alimentar. Por exemplo, na legislação européia encontram-se estabelecidos limites toleráveis para produtos *Capsicum* apenas para aflatoxinas, ocratoxina A com limites de 5µg/kg para aflatoxina B1, 10µg/kg para aflatoxinas e 30µg/kg para ocratoxina A. No Brasil, os limites

toleráveis são 20µg/kg para aflatoxina B1, B2, G1 e G2 e 30µg/kg para ocratoxina A.

Descrição das exigências legais de BPF

Grande parte das adequações às BPF de estabelecimentos processadores de alimentos em geral não exige investimentos dispendiosos e sim, mudanças de hábitos e organização como: aspectos de higiene pessoal, prevenção de contaminações, controle da qualidade da água, organização dos ambientes, entre outros. As adequações referentes à infraestrutura demandam maiores investimentos. Nesse caso, deve-se buscar orientação nos órgãos competentes sobre a existência programas de financiamento e como ter acesso a linhas de crédito para esse fim. Os profissionais responsáveis pela produção e ou industrialização de alimentos devem atuar de forma preventiva na busca da adequação dos processos e instalações para atingir os padrões de qualidade exigidos pela legislação e pelos consumidores. Todos os esforços investidos contribuem para a inserção dos produtos no mercado e sustentabilidade do setor produtivo.

Edificação, instalações, equipamentos, móveis e utensílios

Ao planejar as instalações de um estabelecimento de produção de alimentos faz-se necessária a orientação de profissional especializado e a busca de informações nos órgãos fiscalizadores, nesse caso o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e suas secretarias estaduais ou municipais e Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). O estabelecimento deve situar-se em locais isentos de odores indesejáveis, fumaça, pó ou outros contaminantes; não estar exposto a inundações e ser devidamente cercado e afastado do limite de vias públicas. A edificação e as instalações devem ter o seu projeto aprovado, com previsão de fluxo ordenado e sem cruzamentos em todas as etapas do

preparo de alimentos, e facilitadas às operações de manutenção, limpeza e, quando for o caso, desinfecção. O acesso às instalações deve ser controlado e independente, não comum a outros usos. Outras exigências são apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Itens exigidos para quanto a edificação, instalações, equipamentos, móveis e utensílios

Item	Exigência
Dimensionamento da edificação e das instalações	Compatível com todas as operações
Projeto	Prevenção de contaminação cruzada: separação das áreas, setores de alvenaria ou outro material aprovado por órgãos competentes, com definição de um fluxo de pessoas e alimentos.
Refeitórios, lavabos, vestuários e banheiros do pessoal auxiliar e o local de armazenamento do material de limpeza	Proibição de acesso direto: separação completa dos locais de manipulação de alimento.
Os insumos, matérias-primas e produtos acabados	Estocagem sobre estrados e separados das paredes.
Piso, parede e teto	Íntegros, conservados, livres de rachaduras, trincas, goteiras, vazamentos, infiltrações, bolores, descascamentos, ausência de focos de contaminações: utilização de materiais resistentes ao impacto, revestimento liso, impermeável e lavável.
Portas	Mantidas ajustadas aos batentes e, aquelas da área de preparo e armazenamento de alimentos, devem possuir fechamento automático, de material não absorvente, fácil limpeza, com dobradiças vai-vem e sem maçanetas.
Aberturas externas das áreas de armazenamento e preparo de alimentos, e sistema de exaustão	Uso de telas removíveis de malha milimétrica para impedir o acesso de vetores e pragas urbanas.

Janelas e outras aberturas no ambiente.	Devem ser mantidas ajustadas aos batentes e outras aberturas devem ser construídas de forma a evitar o acúmulo de sujidades. Aquelas que possuíram comunicação com o exterior devem ser providas de proteção de telas anti-pragas, serem de fácil limpeza e possuírem boa conservação. Devem ser projetadas para que propiciem uma boa ventilação e impedir o excesso de sol. O peitoril não deve ser utilizado para depósito ou colocação de plantas e outros objetos.
Paredes	Construídas de alvenaria e revestidas de materiais impermeáveis, laváveis e de cores claras. Devem ser lisas, sem frestas, de fácil limpeza e sanitização, e altura de até 2m. Os ângulos entre as paredes e os pisos e entre as paredes e o teto devem ser abaulados e sem frestas de qualquer espécie, para facilitar a limpeza.
Pé direito, pisos	Deve permitir a instalação adequada de equipamentos, com altura mínima de 3m. Os pisos devem ser de cor clara, de material resistente ao trânsito, impermeáveis, laváveis, antiderrapantes, de fácil limpeza e sanitização, não devem possui frestas. A sua inclinação deve ser eficiente para o escoamento de líquidos em direção aos ralos. Os ralos, do tipo sifão ou similar, devem ser lavados com frequência para evitar o acúmulo de gorduras e a proliferação de pragas.
Os tetos ou forros	Construídos e/ou acabados de modo a facilitar a limpeza e que se impeça o acúmulo de sujeira e minimize ao máximo a condensação e o crescimento de fungos. Deve possuir sistema de vedação contra insetos e outras fontes de contaminação. A junção com a parede deve ser arredondada. As dependências industriais deverão dispor de iluminação natural e/ou artificial que possibilitem a realização das tarefas e não comprometem a higiene dos alimentos.
Fontes de luz artificial	As fontes de luz devem ser suspensas inócuas, protegidas contra rompimentos. A iluminação não deve alterar as cores. As instalações elétricas deverão ser embutidas ou aparentes e, neste caso, estarem protegidas por canos isolantes e, apoiadas nas paredes e tetos, não sendo permitida a presença de cabos pendurados nas áreas de manipulação.

Ventilação	Suficiente para evitar o calor excessivo e a condensação de vapor. A corrente de ar nunca deve fluir de uma área suja para uma área limpa. Aberturas como janelas, portas e outras que permitem a ventilação deverão ser dotadas de dispositivos que protejam contra a entrada de agentes contaminantes.
As escadas, montacargas e estruturas auxiliares, como plataformas, escadas de mão e rampas	Deverão estar localizadas e construídas de forma a não causarem contaminação.
Materiais que dificultem a limpeza e a desinfecção adequadas	Deverá ser evitado o uso de madeira, a menos que a tecnologia empregada torne imprescindível o seu uso, e não constitua uma fonte de contaminação.
Locais refrigerados	Uniformidade da temperatura na conservação das matérias-primas dos produtos e durante os processos industriais: Uso de termômetro de máxima e mínima ou de dispositivos de registro da temperatura.

Nota: BPF – Boas práticas de fabricação.

Instalações sanitárias e vestiários

Os estabelecimentos deverão dispor de vestiários, sanitários e banheiros adequados, situados em locais corretos de acordo com o projeto, o que garante a eliminação higiênica das águas residuais. Os locais devem ser bem iluminados ventilados sem comunicação direta com as áreas onde os alimentos são manipulados. Devem dispor de pias com água fria ou fria e quente, providas de elementos adequados à lavagem das mãos e meios higiênicos convenientes para secá-las Junto aos sanitários, e localizadas de tal maneira que o pessoal tenha que passar junto a elas quando retornar em área de manipulação. Não é permitido o uso de toalhas de pano. Toalhas de papel devem ficar junto aos sanitários bem como perto das áreas de manipulação dos alimentos para que as mãos depois de lavadas sejam secadas. As toalhas de papel deverão ser em quantidade suficiente, adaptadas em porta-toalhas e recipientes

coletores. Devem ser colocados avisos indicando a obrigatoriedade de lavar as mãos após o uso de tais instalações.

Nos casos em que substâncias contaminantes sejam manipuladas, ou quando o tipo de tarefa requerer desinfecção adicional à lavagem deve existir local para a desinfecção das mãos. As instalações deverão estar providas de tubulações sifonadas, que levem as águas residuais aos condutos de escoamento.

Equipamentos

Para a limpeza e a desinfecção dos utensílios e equipamentos de trabalho, devem existir instalações adequadas construídas com materiais resistentes à corrosão e que possam ser limpas com facilidade. São necessários meios adequados para o fornecimento de água fria ou fria e quente, em quantidade suficiente. Os equipamentos, móveis e utensílios que entram em contato direto com os alimentos devem ser de materiais que não transmitam substâncias tóxicas, odores, nem sabores aos alimentos. Além disso, devem apresentar resistência à corrosão, manutenção de bom estado de conservação mesmo com repetidas operações de limpeza e desinfecção. Deve ser realizada manutenção programada e periódica dos equipamentos e utensílios e calibração dos instrumentos ou equipamentos de medição, mantendo registro da realização dessas operações. Os equipamentos fixos deverão ser instalados de modo que permitam fácil acesso e uma limpeza profunda. Deverão ser usados, exclusivamente, para as finalidades sugeridas pelo formato que apresentam.

Os recipientes para colocação de materiais não comestíveis e resíduos deverão ser construídos de metal, ou outro material não absorvente, e resistente, que facilite a limpeza e eliminação do conteúdo. Suas estruturas e vedações terão de garantir que não ocorrerão perdas nem vazamentos. Esses equipamentos deverão ser marcados com a indicação do seu uso e não poderão ser utilizados para produtos comestíveis. As superfícies dos equipamentos, móveis e utensílios utilizados na preparação, embalagem,

armazenamento, transporte e distribuição devem ser lisas, impermeáveis, laváveis e estar isentas de rugosidades, frestas e outras imperfeições que possam comprometer a higienização dos alimentos e ser fonte de contaminação dos alimentos. Toda peça ou equipamento que esteja quebrado deve ser retirado da área de processamento de alimentos até ser consertado ou substituído. Não é permitida a presença de animais nos estabelecimentos de produção e comercialização de alimentos.

Manipuladores - saúde e higiene pessoal

O controle da saúde dos manipuladores deve ser registrado. Os manipuladores com lesões e/ou sintomas de enfermidades, que possam comprometer a qualidade higiênico-sanitária dos alimentos, devem ser afastados da atividade de preparação de alimentos até a sua recuperação. Os manipuladores devem ter asseio pessoal, apresentando-se com uniformes compatíveis à atividade, conservados e limpos. Os uniformes devem ser trocados, no mínimo, diariamente e usados exclusivamente nas dependências internas do estabelecimento. Além disso, devem usar calçados fechados e máscaras laváveis ou descartáveis. As roupas e os objetos pessoais devem ser guardados em locais específicos e, reservados para esse fim. Os manipuladores de alimentos devem lavar as mãos com frequência, com produtos de limpeza autorizados e água potável fria ou quente. As mãos devem ser lavadas antes do início do trabalho, imediatamente após o uso do banheiro, entre a manipulação de alimentos cru e cozidos, após pentear os cabelos, ao entrar na área de preparação dos alimentos, antes de usar os equipamentos ou manipular produtos alimentícios, após: comer, fumar, assuar o nariz, manipular lixo, restos de alimento ou qualquer material contaminante. Devem ser afixados cartazes de orientação aos manipuladores sobre a correta lavagem e anti-sepsia das mãos e demais hábitos de higiene, em locais de fácil visualização, inclusive nas instalações sanitárias e lavatórios. Os manipuladores não devem fumar, falar, cantar, assobiar, espirrar, cuspir, tossir, comer,

manipular dinheiro ou praticar outros atos que possam contaminar o alimento, durante o desempenho das atividades. Devem usar cabelos presos e protegidos por redes, toucas, ou outro acessório apropriado para esse fim. Não é permitido o uso de barba. As unhas devem estar curtas e sem esmalte ou base. Durante a manipulação, devem ser retirados todos os objetos de adorno pessoal como anéis, pulseiras, maquiagem e similares. O uso de luvas não dispensa o funcionário da obrigação de lavar as mãos cuidadosamente. Os visitantes devem cumprir os requisitos de higiene e de saúde estabelecidos para os manipuladores. Os manipuladores de alimentos devem ser supervisionados e capacitados periodicamente em higiene pessoal, em manipulação higiênica dos alimentos e em doenças de origem alimentar. A capacitação deve ser comprovada mediante documentação. Os manipuladores de alimentos devem lavar as mãos com frequência com produtos de limpeza autorizados e água potável fria ou quente. As mãos devem ser lavadas antes do início do trabalho, imediatamente após o uso do banheiro, entre a manipulação de alimentos crus e cozidos, após pentear os cabelos, ao entrar na área de preparação dos alimentos, antes de usar algum equipamento ou manipular qualquer tipo de produto alimentício, após comer, fumar, assuar o nariz, manipular lixo ou restos de alimento, manipulação de qualquer material contaminante.

Qualidade da água

O uso de água de qualidade insatisfatória inviabiliza a obtenção de produtos alimentícios de acordo com os padrões. O abastecimento de água potável deve ser abundante e corrente, e a fonte, canalização e reservatório deverão ser protegidos. O sistema deve dispor de conexões com rede de esgoto ou fossa séptica. Os ralos devem permitir o perfeito escoamento da água de forma a evitar o seu acúmulo no piso. As grelhas devem possuir dispositivo que permitam seu fechamento. É imprescindível o controle frequente da potabilidade da água. O vapor e o gelo usados para contato direto com os alimentos ou com as superfícies

que entrem em contato com estes não deverão conter qualquer substância contaminante, que cause risco à saúde. A água não potável usada na produção de vapor, refrigeração, combate a incêndios e outros fins correlatos, não relacionados com alimentos, deverá ser transportada por meio de tubulações separadas, identificadas, de preferência com cores específicas, sem que haja conexão transversal e sifonada, refluxos ou qualquer outro recurso técnico que a faça com as tubulações que conduzem água potável. As análises para avaliar a qualidade da água indicam suas características sensoriais (cor, sabor, odor e turbidez), riscos à saúde humana (metais pesados, pesticidas, solventes orgânicos, nitratos, nitritos, microrganismos patogênicos), indicadores de depósitos, incrustações e corrosão (cobre, ferro, zinco, cálcio, magnésio, cloretos, sulfatos, sílica, bicarbonatos/ácido carbônico, oxigênio), indicadores de poluição (amônia, nitrito, nitrato) e características microbiológicas.

Limpeza e sanitização

Os prédios, equipamentos e utensílios, e as demais instalações do estabelecimento, incluindo os condutos de escoamento das águas, deverão ser mantidos em bom estado de conservação e funcionamento. As salas da área de produção deverão estar permanentemente limpas, sem vapor, poeira, fumaça e acúmulos de água. Os vestiários, sanitários e banheiros, as vias de acesso e os pátios deverão estar permanentemente limpos.

As áreas de manipulação de alimentos, os equipamentos e utensílios deverão ser limpos e sanitizados com a freqüência necessária e não deverão ser usadas substâncias odorizantes e ou desodorizantes. Os produtos de limpeza e sanitização deverão ter seu uso aprovado por órgão competente e pelo setor de controle de qualidade da empresa e devem ser guardados em local adequado, fora das áreas de manipulação de alimentos. O estabelecimento deve dispor de recipientes adequados, em número e capacidade, necessários para depósitos de dejetos e/ou materiais não-comestíveis. Os resíduos de detergentes e desinfetantes

devem ser eliminados mediante lavagem minuciosa, com água potável, antes que as áreas e os equipamentos voltem a serem utilizados para a manipulação de alimentos.

Precauções adequadas, quanto à limpeza e sanitização, devem ser tomadas, quando forem realizadas operações de manutenção geral e/ou específica de equipamentos, utensílios ou qualquer elemento que possa contaminar o alimento. Imediatamente após o término da jornada de trabalho, ou quantas vezes sejam necessários, o chão, os condutos de escoamento de água, as estruturas de apoio e as paredes das áreas de manipulação de alimentos deverão ser rigorosamente limpos. Os manipuladores devem ter conhecimento da importância dos riscos das contaminações e da prevenção e controle. Devem possuir também capacitação em técnicas de limpeza e sanitização.

Os equipamentos e os utensílios devem ser construídos com materiais que não transmitam substâncias tóxicas, odores e sabores aos alimentos. Além disso, devem possuir características não absorventes, resistência à corrosão e a repetidas operações de limpeza e sanitização. As superfícies deverão ser lisas e isentas de imperfeições, incluindo fendas, amassaduras, entre outras. O uso de madeira e de outros materiais deve ser evitado. A natureza do material empregado para construção e desenho dos equipamentos é tão importante quanto o das instalações. O aço inoxidável é o material mais empregado na fabricação de equipamentos e utensílios. Esse material, apesar de ser mais resistente, pode ser danificado pelo contato com soluções de salmoura e soluções de higienização em função da temperatura, concentração, velocidade de fluxo e pH.

Prevenção de contaminações cruzadas

Contaminação é a presença não intencional de qualquer material estranho nos alimentos, de origem química, física ou biológica que os tornam inadequado para o consumo humano. Contaminação cruzada é a transferência de substâncias ou microrganismos prejudiciais à saúde

humana, de uma fonte contaminada para o alimento não contaminado ou pronto a ser consumido. Exemplos podem ser ilustrados como o fatiamento de carnes prontas para o consumo com faca anteriormente utilizada para cortar carnes cruas, circulação de pessoas que trabalham na recepção de leite em áreas de produtos processados.

Medidas eficazes devem ser tomadas para evitar contaminações, nas etapas iniciais do preparo dos alimentos, por contato direto ou indireto, com o material contaminado. As mãos devem ser cuidadosamente lavadas entre uma e outra manipulação de produtos nas diversas fases do processo. Todos os equipamentos e utensílios que tenham entrado em contato com matérias-primas ou com material contaminado devem ser limpos e sanitizados cuidadosamente antes de ser utilizado em produtos acabados. As matérias-primas devem ser protegidas de possíveis contaminações, por contato com lixos ou sujidades de origem animal, doméstica, industrial ou agrícola que possam causar risco à saúde. Recomenda-se, como medida preventiva de contaminações dos alimentos, não cultivar, produzir, ou extrair alimentos ou criar animais destinados à alimentação humana, em áreas em que a água usada nos diversos processos produtivos seja de qualidade insatisfatória. Ao usar substâncias tóxicas nos recipientes, estes deverão ser descartados com o objetivo de evitar possíveis contaminações nos alimentos. As matérias-primas inadequadas para consumo humano devem ser separadas durante os processos produtivos para prevenir a contaminação dos alimentos, água e ambiente. Medidas de proteção contra a contaminação das matérias primas e danos à saúde pública devem ser tomadas para evitar contaminações químicas, físicas ou microbiológicas ou por outras substâncias indesejáveis além de medidas quanto à prevenção de possíveis danos. Os meios para transportar as matérias-primas dos locais de produção ou armazenamento, devem ser adequados para a finalidade a que se destinam e construídos de materiais que permitam a limpeza, desinfecção e desinfestação fáceis e completas.

Controle integrado de pragas e vetores

O controle Integrado de Pragas (CIP) compreende o tratamento com agentes químicos, biológicos ou físicos com o objetivo de aperfeiçoar o controle de pragas e minimizar os riscos de contaminações. Deve ser realizado apenas sob a supervisão direta do pessoal que conheça os perigos potenciais que representam para a saúde. Uma forma ativa de contaminação dos alimentos é o seu contato com insetos e ou roedores que atuam como vetores de diversas doenças. O armazenamento dos produtos deve ser feito em locais cujo controle garanta a proteção contra a contaminação e reduza ao mínimo as perdas da qualidade nutricional ou deteriorações. Os equipamentos e os recipientes não devem constituir um risco à saúde, devendo ser lavados e sanitizados. Além do conhecimento das pragas existentes, é essencial, o conhecimento do local, da região onde está localizada a empresa, *layout* e identificação de pontos críticos. O CIP minimiza o uso de inseticidas no ambiente, com o emprego de barreiras físicas visando menor exposição das pessoas e/ou animais aos produtos. Os procedimentos devem contemplar as medidas preventivas e corretivas destinadas a impedir a atração, o abrigo, o acesso e ou proliferação de vetores e pragas urbanas. No caso do controle químico, o estabelecimento deve apresentar comprovante de realização do serviço fornecido pela empresa especializada contratada. As agroindústrias de alimentos apresentam diversos locais propícios à infestação de insetos e roedores. Nessas áreas, o controle de pragas só pode ser realizado por profissionais treinados e legalizados. É vetada a prática doméstica e os produtos devem ser de uso profissional com registros no Ministério da Saúde para essa finalidade, exclusivamente.

Manejo de resíduos

O estabelecimento deve dispor de recipientes identificados e íntegros, de fácil higienização e transporte, em número e capacidade suficientes para conter os resíduos. Os coletores utilizados para deposição

dos resíduos das áreas de preparação e armazenamento de alimentos devem ser dotados de tampas acionadas sem contato manual. Os resíduos devem ser frequentemente coletados e estocados em local fechado e isolado da área de preparação e armazenamento dos alimentos, a fim de evitar focos de contaminação e atração de vetores e pragas urbanas. Imediatamente após a retirada dos resíduos dos recipientes utilizados para o armazenamento, todos os equipamentos que tenham entrado em contato com eles deverão ser limpos e desinfetados. A área de armazenamento de resíduos deverá ser limpa e desinfetada.

Recepção de matérias-primas

As recomendações incluem a inspeção de todos os ingredientes, embalagens de produto, itens descartáveis, roupas lavadas, estrados e documentos de entrada quanto a evidências de contaminação. Não devem ser aceitas matéria prima ou ingrediente que contenha parasitas, microrganismos ou substâncias tóxicas, decompostas ou estranhas, que não possam ser reduzidas a concentrações aceitáveis, pelos procedimentos normais de classificação e/ou preparação ou elaboração. Recomenda-se inspeção e classificação de matérias-primas ou ingredientes, antes de serem introduzidos na linha de fabricação/elaboração, se necessário, deverão ser submetidos a controles laboratoriais. Para a elaboração dos produtos, somente matérias-primas ou ingredientes limpos e em boas condições deverão ser usados. As matérias-primas ou ingredientes armazenados nas dependências do estabelecimento deverão ser mantidos em condições que evitem a sua deterioração, que sejam protegidos contra a contaminação, a fim de reduzir as perdas ao mínimo. Deverá ser assegurada a rotatividade adequada dos estoques de matérias-primas e ingredientes.

Armazenamento de produtos e matérias-primas

** Itens secos, refrigerados e congelados*

Devem ser mantidos em áreas limpas e organizadas, pelo menos com 15 cm acima do piso, sobre prateleiras, estrados ou bandejas

limpas, dispostos na ordem adequada para a rotação "Primeiro que entra primeiro que sai" (Peps). Os produtos ou ingredientes mais recentes devem ser colocados atrás ou embaixo daqueles mais antigos para evitar a contaminação cruzada. Os produtos que possam vazar ou gotejar devem ser armazenados abaixo dos demais em recipientes limpos, tampados e rotulados, se tiverem sido retirados dos recipientes originais.

Evitar armazenar os produtos e matérias-primas sob tubulações de esgoto, de água ou de refrigeração, onde possam existir condensação acumulada ou evidência de vazamento, nem em banheiros, vestiários, locais de refugo ou de recuperação ou salas de equipamentos mecânicos. Não devem ser colocados diretamente sobre o piso ou encostados nas paredes e em locais muito cheios.

** Armazenamento a seco*

Os recipientes devem ser mantidos fechados até o momento do uso. Quando for usada apenas uma porção do conteúdo de uma embalagem ou um recipiente, o restante deve ser transferido para recipientes plásticos ou metálicos limpos, sanitizados, tampados e rotulados. Os produtos críticos como os pós de base láctea, sementes, açúcar e produtos aromatizantes, entre outros devem ser examinados com frequência, a fim de detectar presença de sinais de infestação por pragas. Um espaço de pelo menos 45 cm deve ser deixado entre as pilhas de produtos e entre estas e as paredes. Os utensílios de limpeza e os suprimentos de embalagem e descartáveis devem ser armazenados bem fechados sob as mesmas condições sanitárias que as matérias–primas. Os agentes de limpeza e sanitizantes não devem ser armazenados acima ou próximo dos ingredientes, suprimentos de embalagem, itens descartáveis e itens que entrem em contato com os produtos. Os produtos inseticidas e os outros materiais tóxicos devem ser armazenados trancados em uma área separada daquela usada para o armazenamento dos agentes de limpeza, sanitizantes e dos produtos.

** Armazenamento em temperatura controlada*

A temperatura do congelador deve ser verificada pelo menos duas vezes por dia. Os itens congelados devem ser mantidos a -17°C ou menos, e os itens refrigerados a +4,4°C ou menos.

** Desinfecção das matérias-primas*

Na sanitização da matéria-prima são usados agentes com atividades antimicrobianas, sendo que a legislação brasileira recomenda o uso de substâncias cloradas.

** Armazenamento e transporte do alimento pronto para o consumo*

As matérias-primas e os produtos acabados deverão ser armazenados e transportados em condições que impeçam a contaminação e/ou a multiplicação de microorganismos e protejam contra a alteração do produto e danos aos recipientes ou embalagens. Durante o armazenamento, deverá ser feita uma inspeção periódica dos produtos acabados, com o objetivo de que só sejam liberados alimentos aptos para o consumo humano e cumprir as especificações aplicáveis aos produtos acabados. Os veículos de transporte próprios ou contratados deverão estar autorizados pelo órgão competente. Os veículos de transporte deverão realizar as operações de carga e descarga fora dos locais de elaboração dos alimentos, evitando, assim, a contaminação destes alimentos e do ar pelos gases de combustão. Os veículos destinados ao transporte de alimentos refrigerados devem dispor de meios que permitam verificar a umidade, quando necessário, e a temperatura, que deve ser mantida dentro das faixas adequadas.

Os alimentos perecíveis, principalmente os de alto risco, que deterioram facilmente, necessitam de maior atenção como os produtos à base de leite, cremes e outros. O controle da temperatura é importante para impedir o crescimento das bactérias, e produção de suas toxinas. A área de armazenamento de alimentos congelados deve ser seca, limpa e bem ventilada. O freezer deve estar funcionando na temperatura correta, a

-18 ºC, os alimentos não devem ser armazenados acima da linha de carga do freezer. Os prazos de validade devem ser frequentemente verificados. Os alimentos descongelados não devem ser re-congelados. Os alimentos devem ser embalados corretamente.

Embalagem

As embalagens devem ser armazenadas em condições higiênico-sanitárias, em local destinado para este fim sendo que o material deve ser seguro e apropriado ao produto acabado. As condições previstas de armazenamento não devem permitir que sejam transferidas para produto final substâncias indesejáveis, que excedam os limites aceitáveis pelo órgão competente. Conferir uma proteção apropriada contra as contaminações. Não devem ter sido anteriormente utilizadas para nenhuma outra finalidade que não seja o acondicionamento do produto acabado. Devem ser inspecionadas imediatamente antes do uso, para verificar sua segurança. Em casos específicos, devem ser limpas e/ou desinfetadas e, se necessário devem ser secas antes do uso. Na área de envase e de embalagem, devem permanecer apenas as embalagens necessárias para uso imediato. O ato de embalar deve ser feito em condições que excluam as possibilidades de contaminação do produto.

Rotulagem e apresentação

Todos os alimentos adquiridos de fornecedores e expostos à venda devem apresentar rotulagem completa e legível o que possibilita identificar a procedência e o registro do produto nos Serviços de Inspeção Municipal (SIM), Serviço de Inspeção Estadual (SIE), ou Serviço de Inspeção Federal (SIF). O rótulo deve conter as informações: nome e marca do alimento, nome do fabricante ou produtor, número de registro no órgão competente, identificação dos aditivos, ingredientes do produto, data de fabricação, data de validade, carimbo de inspeção para produtos de origem animal e seus derivados, peso e volume, temperatura de armazenamento e condições de estocagem e informação nutricional.

Documentação e registro

As agroindústrias devem dispor de Manual de BPF e a descrição de Procedimentos Operacionais Padronizados. Esses documentos devem estar acessíveis aos manipuladores envolvidos e disponíveis à autoridade sanitária. Devem ser aprovados, datados e assinados pelo responsável do estabelecimento. Os registros devem ser mantidos por período mínimo de 01 (um) ano e deve ser mantido em local de fácil acesso e ser de fácil disponibilidade ao serviço de fiscalização. O Manual de BP é um documento com descrição das atividades realizadas pela empresa para produção de alimentos dentro dos padrões legais de qualidade

Rastreabilidade

A documentação permite ao produtor aumentar a credibilidade com os seus clientes e, em consequência, a melhoria do mercado para os produtos. A adoção das práticas que permitem a rastreabilidade do processo tem impacto positivo sobre o cliente, por indicar a preocupação da empresa com o bem-estar do consumidor. As anotações sobre as práticas de produção, colheita e distribuição de seus produtos devem ser atualizadas com frequência. Os dados devem ser arquivados por período superior ao período de comercialização ou de vida útil dos produtos. Por exemplo, para os produtos de origem vegetal as principais anotações são o local de produção, área de plantio, época de plantio, informações dos insumos, como adubos mineral ou orgânico, agrotóxicos aplicados e informações sobre doses, grau de toxicidade e número de aplicações, tipo de irrigação, informações sobre a qualidade da água, controle de pragas e data de colheita. Todas as informações de práticas de manuseio pós-colheita também devem ser anotadas. Os lotes devem ser devidamente identificados, preferencialmente com código de barras. A sistematização dessas informações possibilita ao produtor a implementação de sistemas de garantia da qualidade, como a Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC).

Conclusões

A garantia da qualidade dos frutos de pimentas *Capsicum* e de seus derivados refere-se ao atendimento das especificações, padrões legais e características do produto. E a garantia da produção é conferida pela análise de todo o processo com a inclusão de práticas de prevenção e de controle de contaminações de natureza física, química ou microbiológica que comprometer a saúde do consumidor.

Além das BPF deve-se considerar todas as etapas envolvidas no processamento do produto que se pretende produzir com: seleção adequada da matéria-prima, as recomendações técnicas para o processamento e pós-processamento de acordo com o produto.

Os trabalhos de extensão realizados por Empresas de Extensão e Pesquisa, Universidades, Institutos Federais entre outras instituições são de extrema importância para orientação de processadores de *Pimentas Capsicum* sobre a BPF e sua implementação em agroindústrias processadoras.

Ressalta-se que as BPF são pré-requisitos para a implantação de sistemas de garantia de qualidade como o sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) e para a certificação de processos e produtos pois contribui para assegurar que os seus produtos sejam, consistentemente, processados e controlados de acordo com as normas de qualidade. São práticas direcionadas, principalmente, a redução dos riscos inerentes a qualquer produção alimentícia e proteção da saúde. Assim, possui grande importância para a sustentabilidade do setor alimentício associada à conquista de novos mercados e acesso a produtos de alta qualidade, de acordo com padrões nacionais e internacionais.

Agradecimentos

Aos coordenadores do SIMBRAS 2020 pela oportunidade de contribuir no ciclo de palestras do evento.

Bibliografia consultada

ANDRADE, N.J.; MACÊDO, J.A.B. *Higienização na indústria de alimentos*. São Paulo: Editora Varela, 1996. 182p.

ANDRADE, N.J.; PINTO, C.L.O. Higienização na Indústria de Laticínios. In: SOCORRO, M.S.R.B. *Ferramentas da ciência e tecnologia para a segurança dos alimentos*. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, Banco do Nordeste do Brasil, p.41-68, 2008.

ANTUNES, M.A. et al. Controle de qualidade de produtos à base de pimenta. Boas Práticas Agrícolas na produção de pimentas. *Informe Agropecuário*. Pimenta: do produtor ao consumidor, Belo Horizonte, v.33, n.267, p.41-51, mar./abr., 2012.

ANVISA. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos de alimentos. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, 10 jan. 2001. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/e-legis/ >. Acesso: mai. 2020.

_____. Resolução - RDC nº 259, de 20 de setembro de 2002. Aprova o regulamento técnico sobre rotulagem de alimentos embalados. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 23 set. 2002a.

_____. Resolução - RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002. Dispõe sobre o regulamento técnico de procedimentos operacionais padronizados aplicados aos estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos e a lista de verificação das boas práticas de fabricação em estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 06 nov. 2002b.

_____. R Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) do Ministério da Saúde. Resolução RDC n.14, de 28 de março de 2014. Dispõe sobre matérias estranhas macroscópicas e microscópicas em alimentos e bebidas, seus limites de tolerância e

dá outras providências. Ministério da saúde agência nacional de vigilância sanitária diretoria colegiada. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 28 de março. 2014.

_____. ANVISA. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde - SVS. *Dados Epidemiológicos - DTA - Período de 2001 a 2011*. Disponível em: <http://www.saude.gov.br/svs>. Acesso: jun.2020.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde - SVS. *Dados Epidemiológicos - DTA - Período de 2000 a 2013*. Disponível em:< www.saude.gov.br/svs>. Acesso: jul. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR ISO 22000: Sistemas de gestão da segurança de alimentos – requisitos para qualquer organização da cadeia produtiva de alimentos*. Rio de Janeiro, 2006.

BRASIL, Ministério da Agricultura. Portaria n.368, de 4 de setembro de 1997. Aprova o regulamento técnico sobre as condições higiênico-sanitárias e de boas práticas de fabricação para estabelecimentos elaboradores/industrializadores de alimentos. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, 8 set. 1997a. Seção 1, p.19697.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n.46, de 10 de fevereiro de 1998. Institui o sistema de análise de perigos e pontos críticos de controle - APPCC a ser implantado, gradativamente, nas indústrias de produtos de origem animal sob o regime do serviço de inspeção federal - SIF, de acordo com o manual genérico de procedimentos. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 16 mar. 1998, Seção I, p. 24.

_____. Resolução n.10, de 22 de maio de 2003. Institui o Programa Genérico de Procedimentos - Padrão de Higiene Operacional - PPHO, a ser utilizado nos estabelecimentos, de leite e derivados, que funcionam sob o regime de Inspeção Federal, como etapa preliminar e essencial dos Programas de Segurança Alimentar do tipo APPCC (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle). *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, 28 maio. 2003, Seção I, p. 04.

_____. Ministério da Saúde. Portaria n.326, de 30 de julho de 1997. Aprova o regulamento técnico: condições higiênico-sanitárias e de boas práticas de fabricação para estabelecimento produtores/industrializadores de alimentos, conforme anexo l. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 01 de agosto de 1997b.

CARMO, A.P.; PINTO, C.L.O.; MARTINS, M.L. Queijos artesanais: Necessidade de adequação às boas práticas de produção e de comercialização. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, Juiz de Fora, v.58, n.333, p.178-180, jul./ago. 2003. Anais do XX Congresso Nacional de Laticínios.

CENTERS OF DISEASE CONTROL AND PREVENTION. *How many cases of foodborne disease are there in the in United States*. Atlanta, 2020. Disponível em: <http://www.cdc.gov/foodborneburden/index.html>. Acesso em 31 mar. 2020.

FURTADO, A.A.L. SILVA, F.T. *Manual de processamento de conserva de pimenta*. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2005. 18p.

GELLI, D. et al. Avanços da segurança de alimentos no Brasil (Advances in food safety in Brazil). *Vigilância Sanitária em Debate*, v.3, n.2, p.122-130, 2015.

MACEDO, A**.** *Pimentas Capsicum: uma história de sucesso na cadeia produtiva de hortaliças.* Brasília-DF, ano IV, n.18, p.9, 2015.

McLINDEN, T. et al. *Component costs of foodborne illness: a scoping review*. BMC Public Health, v.1, p.509, 2014.

PINTO, C.L.O. et al. Análise de condições de comercialização de produtos da agroindústria familiar no Território da Serra do Brigadeiro. *Revista Brasileira de Agroecologia*, Porto Alegre, v.2, n.2, 2007. Disponível em: <http://www6.ufrgs.br/seeragroecologia/ojs/viewarticle.php?id=1745>. Acesso: jul.2020.

PINTO, C.L.O. et al. Produção e processamento de origem vegetal na agricultura familiar: boas práticas agrícolas e de fabricação. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.31, n.254, p.84-93, jan/fev. 2010.

PINTO, C.L.O. et al. Produção de alimentos na agroindústria familiar: a higiene em foco. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.31, n.256, p.26-35, maio/jun. 2010.

PINTO, C.M.F.; PINTO, C.L.O.; LOPES, S.M. Pimenta *Capsicum*: Propriedades químicas, nutricionais, farmacológicas e medicinais e seu potencial para o agronegócio. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, v.3, n.2, 30 dez. 2013.

PINTO, C.M.F. et al. Pimenta (*Capsicum* spp.). In: PAULA JUNIOR, T.; VENZON, M. *101 culturas, manual de tecnologias agrícolas*. 2.ed. Belo Horizonte: Epamig, 2019. p.729-737.

RIBEIRO, C.S.C. *Pimentas Capsicum*. Embrapa Hortaliças, 2008. 200p.

RITTER et al. Foodborne illnesses in Brazil. *Journal of Infection in Developing Countries*, v.8, n.3, p.254-257, 2014.

SCALLAN E.H. et al. Foodborne illness acquired in the United States - major pathogens. *Emerging Infectious Diseases Journal,* v.17, n.17, p.7-15, 2011.

SCHMIDT, R.H. *Basic elements of equipment cleaning and sanitizing in food processing and handling operations*. Gainesville: University of Florida - Institute of Food and Agricultural Sciences, 2003. Disponível em: < http://edis.ifas.ufl.edu/FS077>. Acesso em: 14 mar. 2015.

SILVA, F.T. Boas práticas de fabricação. In: II Encontro Nacional do Agronegócio Pimentas (*Capsicum* spp.), 2. Mostra Nacional de Pimentas e Produtos derivados, 2. 2006, Brasília, DF. *Anais...* Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2006. 12p. CD-ROM.

PAIXÃO, M.G. et al. Impacto econômico da implantação das boas práticas agropecuárias relacionadas com a qualidade do leite. *Revista Ceres*, Viçosa, v.61, n.5, p.612-621, 2014.

EFSA JOURNAL. *The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2010*, v.10, p.2597, 2012.

12. TECNOLOGIA E SUSTENTABILIDADE NA CADEIA AVÍCOLA BRASILEIRA

Christiane Silva Souza[1], Flávio Medeiros Vieites[2], Jaime Fabián Cruz Uribe[3], Ricardo Vianna Nunes[4], Cristina Amorim Ribeiro de Lima[5]

[1]Pós-Doutoranda em Zootecnia (PNPD/CAPES), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, Seropédica-RJ, Brasil.
[2]Docente da Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora-MG, Brasil.
[3]Docente da Universidad Antonio Nariño, Colômbia.
[4]Docente da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon-PR, Brasil.
[5]Docente da UFRRJ, Seropédica-RJ, Brasil.

RESUMO – A avicultura constitui importante setor do agronegócio no Brasil, gerador de empregos e renda, bem como fornecedor de importantes produtos (carne e ovos) à população. Dentre os fatores que contribuíram para o avanço da atividade avícola no país, destacam-se: manejo, nutrição, genética, sanidade, instalações e a tecnologia. Objetivou-se descrever as principais tecnologias aplicadas à cadeia avícola. A metodologia adotada foi o estudo bibliográfico, sendo as informações obtidas em fontes documentais. Verificou-se que os avanços tecnológicos impactaram positivamente na avicultura, tendo em vista que permitiram maior controle do ambiente interno, principalmente no monitoramento da temperatura e da iluminação. Ainda, mostraram-se viáveis técnico e economicamente, possibilitaram otimizar o uso de mão de obra, promover melhores condições produtivas, bem-estar para aves e consequentemente melhores resultados zootécnicos e econômicos.

Palavras chave: avicultura de precisão, inovação, meio ambiente.

TECHNOLOGY AND SUSTAINABILITY IN BRAZILIAN POULTRY FARM CHAIN

ABSTRACT – Poultry farming is an important agribusiness sector in Brazil, generating jobs and income, as well as providing important products (meat and eggs) to the population. Among the factors that contributed to the advancement of poultry activity in the country, the following stand out: management, nutrition, genetics, health, facilities and technology. The review objective was to describe the main technologies applied

to the poultry chain. The methodology adopted was the bibliographic study, and the information was obtained from documentary sources. It was found that technological advances had a positive impact on poultry farming, given that they allowed greater control of the internal environment, mainly in monitoring temperature and lighting. Still, they proved to be technically and economically viable, made it possible to optimize the use of labor, promote better productive conditions, welfare for birds and, consequently, better zootechnical and economic results.

Keywords: environment, innovation, precision poultry farming.

Introdução

A avicultura consiste num importante segmento do agronegócio do Brasil. Segundo a Associação Brasileira de Proteína Animal – ABPA (2020), produzir alimentos constitui um talento natural do país, de modo que a oferta abundante de grãos e o clima favorável impulsionaram a agropecuária, antes mesmo da utilização de alta tecnologia. Em 2019, a produção de ovos ultrapassou 49 bilhões de unidades, a de carne de frango foi de 13,24 milhões de toneladas, o que manteve o Brasil na posição de maior exportador e terceiro maior produtor mundial. O consumo per capita de carne de frango foi de 42,84 kg e de ovos foi de 230 unidades (ABPA, 2020).

Dentre os fatores ligados ao crescimento da atividade avícola no Brasil tem-se o uso de sistemas modernos de planejamento, organização, coordenação, técnicas gerenciais (Sartin et al., 2018; Schmidt & Silva, 2018) e novas tecnologias nas áreas de genética, nutrição, manejo, sanidade, instalações e equipamentos (Vasconcelos et al., 2015; Guareski et al., 2019). Ainda, o bom desempenho desse setor pode ser atribuído pela capacidade de adaptação de toda cadeia produtiva às exigências dos diferentes mercados (Zanella et al., 2016).

O progresso da avicultura se associou fortemente ao sistema de integração entre agroindústrias e produtores, que se desenvolveu de forma intensa e possibilitou o incremento de tecnologia, com ganhos de produtividade (Pereira et al., 2019). Na integração, a agroindústria

coordena as atividades desde a produção de matrizes, incubação de ovos, rações, serviços técnicos, abate e processamento das aves até a distribuição, além do sistema produtor de aves, realizado por avicultores integrados via contrato de parceria (Zanella et al., 2016). Diferentemente da avicultura de corte, na postura brasileira a integração é pouco usada, com predomínio de produção verticalizada, na qual o avicultor também processa os seus ovos (Amaral et al., 2016).

Nos últimos anos, aumentou a preocupação dos consumidores no que tange as características dos processos de obtenção dos alimentos, especialmente para as práticas adotadas, que devem ser sustentáveis, com menor impacto ao meio ambiente e à saúde humana e animal (Ghazal et al., 2017; Vinholis et al., 2019). Inclusive, os indicadores de sustentabilidade nas cadeias produtivas tornaram-se uma realidade, em função da crescente exigência dos consumidores por informações, antes não consideradas na escolha de um alimento, tais como as implicações éticas e ambientais ligadas ao processo produtivo (Cardoso & Santana, 2018). Diante deste contexto, objetivou-se descrever as principais tecnologias e ações de sustentabilidade aplicadas à cadeia avícola.

Cadeia avícola brasileira

No Brasil, a avicultura industrial iniciou-se na década de 1960, com pequenas empresas produtoras, de modo que muitas delas comercializavam frangos vivos, para serem abatidos em abatedouros que atendiam mercados locais e regionais. Em 1970, estabeleceu-se o sistema de integração, no estado de Santa Catarina (Mendes, 2014). A partir dos anos 2000 houve a expansão da atividade avícola no Brasil, decorrente de novas dinâmicas dos espaços rurais, que por sua vez, foram influenciadas pelas demandas comerciais e produtivas (Procópio & Lima, 2020).

A integração vertical constitui-se pelo acordo de parceria que estabelece um sistema de colaboração mútua entre a empresa e o avicultor. A empresa integradora fornece pintos, ração, medicamentos,

vacinas, assistência técnica, transporte dos frangos, abate das aves e comercialização dos produtos obtidos. O avicultor integrado obtém a remuneração conforme o resultado zootécnico obtido pelo lote, sendo o responsável pelos investimentos em instalações e equipamentos (Mendes, 2014).

A cadeia produtiva coordenada verticalmente garante reduzir custos, adotar melhores tecnologias, maior qualidade e inovações nos processos produtivos, rigoroso controle sanitário, capacidade de adaptação em relação à demanda, rastrear todo processo produtivo até o mercado consumidor e segurança alimentar para os mercados interno e externo (Giarola & Carvalho Júnior, 2020).

Cardoso & Santana (2018) descreveram que a produção de aves no Brasil em sistema intensivo relaciona-se com a oferta de commodities, principalmente milho e farelo de soja, ingredientes utilizados nas rações. E com os custos competitivos, que apresentam relativa vantagem, devido as condições climáticas favoráveis, extensas áreas territoriais, insumos alimentares, emprego de recursos tecnológicos, genética dos animais, dentre outros. Tais características possibilitam a geração de empregos, riquezas ao país e contribuem para o aumento do Produto Interno Bruto nacional.

De acordo com Bassi et al. (2013), Vasconcelos et al. (2015), Vasconcelos et al. (2016) e Schmidt & Silva (2018), os pilares do desenvolvimento avícola foram assentados na utilização de genética avançada, modernas técnicas de manejo, sanidade, alimentação e instalações (Tabela 1).

Tabela 1 - Eventos no segmento avícola brasileiro

Período (ano)	Natureza	Evento
1950-1960	Genética	Cruzamentos híbridos
1960-1970	Sanidade	Higiene / Profilaxia / Vacinas
1970-1980	Nutrição	Programação linear
1980-1990	Manejo	Instalações e equipamentos
1990-2000	Meio Ambiente	Controle e climatização

Fonte: Bassi et al. (2013); Vasconcelos et al. (2015); Vasconcelos et al. (2016); Schmidt & Silva (2018).

Schmidt & Silva (2018) evidenciaram que nos anos 1960, os programas de melhoramento genético avaliaram o número de ovos incubáveis e a taxa de eclosão; e nas décadas de 1970 e 1980, a conversão alimentar. De 1990 em diante, as pesquisas englobaram as instalações e equipamentos, o que expressou a preocupação com o bem-estar animal, além da redução de mão de obra. Tais características ganharam importância com o aumento das exigências sanitárias e as novas normativas voltadas para a preservação do meio ambiente. Na atualidade, conforme os pesquisadores mencionados, verifica-se uma forte tendência mundial de alterar os sistemas produtivos, bem como abolir o uso de antibióticos, utilizados como promotores de crescimento. As modificações desejadas e necessárias ligam-se à cobrança dos consumidores por alimentos seguros e pelo bem-estar animal.

O desenvolvimento das aves sustenta-se pela genética, nutrição, ambiência, manejo e sanidade (Sartin et al., 2018). Dessa maneira, o desempenho zootécnico relaciona-se diretamente com o manejo e controle dos aspectos ambientais (Sartin et al., 2018). Segundo Vasconcelos et al. (2016), as instalações e os equipamentos passaram por inúmeras modificações, com o objetivo de melhorar a produtividade e o bem-estar dos animais. Assim, surgiram aviários climatizados, com equipamentos mais tecnificados, comedouros automáticos, ventilação

negativa (exaustores), e nebulizadores, auxiliando no resfriamento da temperatura e umidade.

Rosa et al. (2020) ressaltaram que os avanços tecnológicos impactaram positivamente as instalações avícolas, por exemplo, os aviários *dark house*, permitiram maior controle do ambiente interno, principalmente no monitoramento da temperatura e da iluminação. Todavia, os referidos avanços demandam investimentos financeiros nos processos produtivos, principalmente na modernização das estruturas existentes. A inovação pode ser gerada e/ou aplicada nos diferentes elos da cadeia da avicultura, tanto a de corte como a de postura (Pimentel et al., 2016). A seguir, foram realizadas considerações acerca das inovações ocorridas no setor avícola do Brasil.

Inovações nos sistemas produtivos de carne de frango e de ovos

Para 2050, estima-se que a população mundial atingirá 9,7 bilhões de pessoas (Organização das Nações Unidas – ONU, 2019), entretanto, os recursos para a produção de alimentos, como terra e água são limitados (Souza, 2019). Diante deste contexto, a avicultura deve continuar a sua trajetória, produzindo proteína animal a baixo custo, aplicando boas práticas de bem-estar animal e minimizando o impacto ambiental (Souza, 2019) advindo da atividade. A evolução da indústria avícola nos últimos 100 anos foi impressionante, em todas áreas: saúde (vacinas e medicamentos), nutrição (exigências nutricionais e dietas balanceadas), equipamentos (incubatórios, granjas e abatedouros), técnicas de manejo e genética (Souza, 2019), conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Mudanças tecnológicas ocorridas na cadeia avícola

Segmento	Mudança tecnológica no produto	Mudança tecnológica no processo
Genética	Conversão alimentar; Rendimento de carne de peito; Menor teor de gordura; Resistência a doenças; Conformidade; Empenamento.	Seleção assistida por marcadores; Genética quantitativa, ultrassonografias, raio-x; Técnicas na reprodução e criação; Controle de temperatura de incubatórios; Controle de ratos em granjas; Controle de luz, temperatura e umidade em granjas.
Nutrição	Substituição de componentes; Rações sem subprodutos de carne; Produtos minerais na forma orgânica; Mudanças em embalagem: *layout* e substituição do papel pelo plástico;	Automatização de funções produtivas: recebimento de matéria-prima e dosagem; Balanças de precisão; Moinhos; Misturadores; Máquinas de peletizar; Ensaque; Adoção de agente de fluidez.
Medicamentos	Lançamento de antibióticos para uso isolado e combinados à ração; Ectoparasiticidas; Aditivos naturais para inserção nas rações; vacina contra micoplasmose; probióticos; Mudanças nas formulações; Redução no tamanho de pastilhas Troca de embalagem de papel por plástico	Automatização de processos: Osmose reversa em água; Destilação de líquidos; Envase; Liofilizador; Fermentadores; Balanças de precisão; Cromatográfos.
Processamento	Embutidos fatiados em menores embalagens; Cortes temperados; Cortes de bandeja; Ampliação da linha de pratos prontos; Troca de design das embalagens.	Implantação de sistemas automáticos de: depenagem e escaldagem; Evisceração; Processos de resfriamento; Classificação e pesagem; Túneis de congelamento.

Fonte: Santini, p.198 (2006); Vasconcelos et al., p.19 (2015).

Paganela (2019) enfatizou que os avanços ocorridos na cadeia produtiva de frangos de corte podem ser percebidos pela modificação dos índices zootécnicos (Tabela 3). Verificou-se que o ciclo produtivo, a mortalidade e a conversão alimentar reduziram no decorrer das décadas, enquanto o peso da ave aumentou. Na avicultura de postura, os resultados também foram excepcionais, de forma que, os índices produtivos ultrapassam 340 ovos em 80 semanas de idade, isto, equivale a mais que o dobro do valor obtido na década de 1940, quando uma ave alojada com 70 semanas produzia 134 ovos (ESPÍNDOLA, 2012).

Tabela 3 - Variáveis zootécnicas de frangos de corte ao longo das décadas

Ano	Peso vivo (kg)	Conversão alimentar	Mortalidade (%)	Ciclo produtivo (dias)
1925	1,0	4,7	1,8	112
1945	1,4	4,0	10	84
1965	1,6	2,4	6,0	63
1985	1,9	2,0	5,0	49
2005	2,4	1,7	4,0	42
2019	2,35	1,65	3,5	42

Fonte: Espíndola, p.92 (2012); Schmidt & Silva, p.471 (2018); Paganela, p.74 (2019).

De acordo com Schmidt & Silva (2018), a genética, o manejo e a nutrição foram os principais responsáveis pelos ganhos em produtividade na avicultura. As formulações de rações foram ajustadas às exigências nutricionais das aves, cujas curvas de crescimento também foram alteradas. O surgimento de aminoácidos industriais a preços acessíveis, permitiu elaborar rações com base no conceito de proteína ideal, cujo objetivo consiste em reduzir o teor de proteína bruta das rações, fornecer um perfil de aminoácidos mais próximo às necessidades das aves, com maior o aproveitamento de nutrientes e diminuir a excreção de nitrogênio dietético no ambiente (Martins & Assunção, 2018).

Outra questão referiu-se à proibição do uso de antibióticos, principalmente na União Europeia, o que fez com que a indústria de nutrição animal direcionasse as suas ações para elaboração de novos produtos (aditivos); com o objetivo de incrementar a digestibilidade dos nutrientes da ração ou diminuir os efeitos de antinutricionais (Schmidt & Silva 2018), ou seja, promover a saúde o melhor desempenho produtivo dos animais.

Souza (2019) destacou que o impacto econômico e a sustentabilidade referem-se a fatores de grande importância no processo produtivo. No que concerne à sustentabilidade, a melhora na conversão alimentar, permite produzir a mesma quantidade de carne com menor quantidade de alimento. Tal fato, tem implicação no montante de matéria-prima utilizado nas rações, ou seja, há menor necessidade de terras agriculturáveis para produção de ingredientes (soja e milho, por exemplo), menor uso de água e menor produção de rejeitos – CO_2, N_2O, CH_4, NO_3, PO_4, NH_3, SO_2, dentre outros. Outra forma de olhar o benefício da melhoria na conversão alimentar, refere-se à possibilidade de produzir mais carne sem requerer maior consumo de ração, água e rejeitos (Souza, 2019).

A produção de aves envolve muitos aspectos, interdependentes entre si, assim, inúmeros e constantes são os desafios nesse segmento. A crescente demanda pelos produtos avícolas e as exigências dos mercados têm levado à uma intensa pressão em todos os setores da cadeia para aumentar a taxa de crescimento, a eficiência alimentar, o status sanitário e a sustentabilidade da cadeia (Bassi & Silva, 2017). Na atualidade, verifica-se a ocorrência de problemas relacionados com o estresse gerado sobre aves, decorrentes de causas genéticas, de manejo e de nutrição, tais como: osteocondrose da cabeça do fêmur, discondroplasia tibial, distúrbios do músculo peitoral, como White strips (peito amadeirado), peito com lesões esverdeadas, além do mal da morte súbita e ascite (Bassi & Silva, 2017).

Pandorfi et al. (2012) relataram que o futuro do comércio de proteína animal, depende de como a indústria conduz os seguintes princípios:

honestidade, disponibilidade de informações, rastreabilidade, segurança, qualidade e flexibilidade para as mudanças. E nesse cenário surgiu o conceito de "produção animal de precisão" ou "zootecnia de precisão". Segundo os pesquisadores mencionados, a efetiva ajuda da zootecnia de precisão consiste em fornecer meios de monitorar os empreendimentos de forma prática, e alcançar índices produtivos com base em informações geradas por sistemas especialistas. Todavia, para que isso ocorra, faz-se necessário o emprego de ferramentas tecnológicas que diminuam as perdas e possibilitem o controle mais rígido do sistema produtivo, de modo a tornar a cadeia produtiva mais competitiva e empreendedora.

Os distintos setores da agropecuária, incluindo a avicultura de corte e de postura apresentam eficiências diferentes, de acordo com o modelo produtivo adotado e o uso das ferramentas técnicas, gerenciais e tecnológicas. Nesse sentido, a busca por otimização dos processos produtivos, impulsionou pesquisas sobre a utilização de sensores biocompatíveis, protocolos, sistemas de informações gerenciais, ferramentas de controle comportamental menos invasivas e desenvolvimento de novos aplicativos de hardware e software para apoiar a tomada de decisão (Mollo et al., 2009).

Os dados de diversas fontes podem ser coletados através de sensores inteligentes e compilados num banco de dados central, onde serão analisados, a posteri, para criar um gerenciamento automático, sendo o monitoramento em tempo real para controlar o desempenho, a saúde e o bem-estar dos animais (Sassi et al., 2016). O sistema de precisão deve ser capaz de gerenciar a exploração avícola e seus equipamentos (alimentadores, ventiladores, sistemas de aquecimento e aspersores), com base nas informações coletadas (Sassi et al., 2016).

Rowe et al. (2019) sugeriram que o desenvolvimento da produção pecuária de precisão na avicultura concentrou-se na melhoria da saúde e bem-estar animal, mais do que no aumento de produção. Apesar do interesse na pesquisa na avicultura de precisão em todo o mundo,

especialmente nos EUA, China e Bélgica, da maior parte da tecnologia desenvolvida (protótipos), apenas alguns modelos estão disponíveis para os avicultores comprarem e usarem. Desse modo, o trabalho futuro deve concentrar-se na disponibilização comercial dessas tecnologias.

A produção animal de precisão denota como a tecnologia pode ser usada para fornecer feedback ao criador acerca do funcionamento do sistema e permitir ajustes (Corkery et al., 2013). Ao utilizar melhores animais, com melhor alimentação e uso dos nutrientes, benefícios como maiores rendimentos econômicos, proteção ambiental e produtos com alta qualidade podem ser alcançados (Hocquette & Chatellier, 2011).

Na pecuária de precisão, o foco consiste em monitorar os animais, por meio do desenvolvimento e validação de várias técnicas, com o objetivo de ter um sistema que forneça informações em tempo real sobre os animais e seu ambiente (Corkery et al., 2013). O uso desse tipo produtivo pode transformar a atividade agropecuária, através da gestão eficiente de recursos, alerta precoce aos riscos à saúde (humana e animal) e redução das emissões de poluentes.

Ghazal et al. (2017) explicaram que na pecuária de precisão ocorre coleta de dados acerca dos animais e seu ambiente por técnicas inovadoras, simples e de baixo custo, seguida pela avaliação de dados usando modelos de computador, baseados no conhecimento. O sistema de automação interpreta as medições, identifica os pontos críticos e executa os ajustes necessários. Especificamente para a avicultura, objetiva-se melhorar o bem-estar das aves, pesos, crescimento, produção de ovos, controle de doenças, conversão alimentar e lucro, monitorar o comportamento das aves, bem como microambiente e a emissão de poluentes gasosos (Ghazal et al., 2017).

A exploração avícola inteligente deve ser projetada de forma com que o clima possa ser alterado (uso de ventiladores, exaustores, etc); e parâmetros como temperatura, umidade, luminosidade, gás amônia e nível de água devem ser monitorados e controlados com a

ajuda de microcomputador PIC. Os valores verificados pelos sensores são carregados em página da Web, para que a pessoa responsável possa conhecer o ambiente interno do galpão. Portanto, o gestor pode obter todos os detalhes acerca da produção avícola a qualquer momento e em qualquer lugar (Ayyappan et al., 2017); e reduzir custos, tempo e trabalho (Mitkari et al., 2019).

Santos et al. (2018) analisaram os efeitos da tecnologia de automação em dois aviários (manual e automatizado, produtores de ovos férteis) integrados a uma empresa do ramo avícola no Brasil. Os resultados dos pesquisadores apontaram que, mesmo com o elevado investimento inicial do aviário automatizado, os lucros obtidos foram significativamente maiores (55,62%) que os alcançados pelo aviário manual (18,15%). A inovação dos equipamentos utilizados no aviário automatizado trouxe às aves conforto, aumento da produção e de qualidade dos ovos incubáveis. O estudo concluiu que o investimento em tecnologia contribui para a melhoria da qualidade dos ovos e, consequentemente, possibilita obter melhores resultados econômicos.

Sartin et al. (2018) avaliaram o desempenho produtivo de avicultores de corte integrados do estado Goiás, Brasil. A pesquisa consistiu na estimativa de modelos empíricos, construídos para quantificar os efeitos da tecnologia (dark blue e dark house x convencional) sobre os critérios geradores de eficiência produtiva. A tecnologia dark house objetiva maior controle das condições térmicas e de iluminação no ambiente interno do aviário. O sistema dark blue utiliza pressão negativa aliada a um sistema de isolamento para evitar perdas térmicas ao longo do aviário. Os avicultores que adotaram tecnologias tenderam a receber um preço maior pelo frango em relação àqueles com sistemas convencionais. Os autores inferiram que o tipo de tecnologia utilizado na avicultura permite obter melhor desempenho produtivo e consequente melhor valorização de seu produto.

O sistema dark house teve início em 2000, considerado um método inovador para a criação de frangos de corte (Rodrigues et al., 2018). Os entraves para implantação do sistema referem-se aos altos custos de investimentos, que podem ser até dez vezes maiores do que o sistema convencional. Rodrigues et al. (2018) descreveram que com o dark house é possível minimizar os impactos ao meio ambiente, adotar adequações necessárias a cada ecossistema onde está implantado.

O uso de tecnologia em aviários com ambiente controlado mostra-se viável técnica e economicamente, tendo em vista que otimiza o uso de mão de obra, maior bem-estar para aves, o que resulta em maior ganho de peso, melhor conversão alimentar e qualidade de carcaça e menor mortalidade (Andreazzi et al., 2018). Tais pontos positivos possibilitam maior lucratividade, economia de água, ração, energia elétrica e combustível e maior produção por área (Andreazzi et al., 2018).

A inovação tecnológica na avicultura de postura brasileira foi estudada por Pimentel et al. (2016). Os pesquisadores evidenciaram que a cadeia produtiva de ovos se apresenta em dois segmentos: 1) tecnificado, principalmente com produção de alta escala, avanços tecnológicos nas áreas de genética, nutrição, sanidade, biossegurança, estrutura física de produção, logística e bem-estar animal e 2) alternativo ou convencional, cujas características referem-se ao baixo nível de automação, administração familiar e produção voltada ao comércio local. Os achados dos autores foram que as melhorias tecnológicas em processo, aumentam a produtividade na avicultura de postura, uma vez que é possível acomodar maior quantidade de aves por galpão. Ainda, outro benefício refere-se a menor demanda por mão de obra, devido à automatização dos equipamentos, e a qualidade dos ovos, pois, como os ovos postos são imediatamente levados para o processamento, não há interferência humana até que os ovos cheguem à linha de produção. No que concerne ao sistema produtivo, o convencional, refere-se ao mais difundido e utilizado no Brasil, devido ao baixo investimento, facilidade

de manuseio e produtividade aceitável (Pimentel et al., 2016; Rodrigues et al., 2018).

Paulino et al. (2019) destacaram que as condições climáticas constituem os principais fatores limitantes a criação animal, de modo que, um ambiente considerado propício refere-se àquele no qual a ave expresse todo o seu potencial genético. Desta forma, os sistemas de produção e tipos de aviários (Figura 1) interferem diretamente na produção de aves.

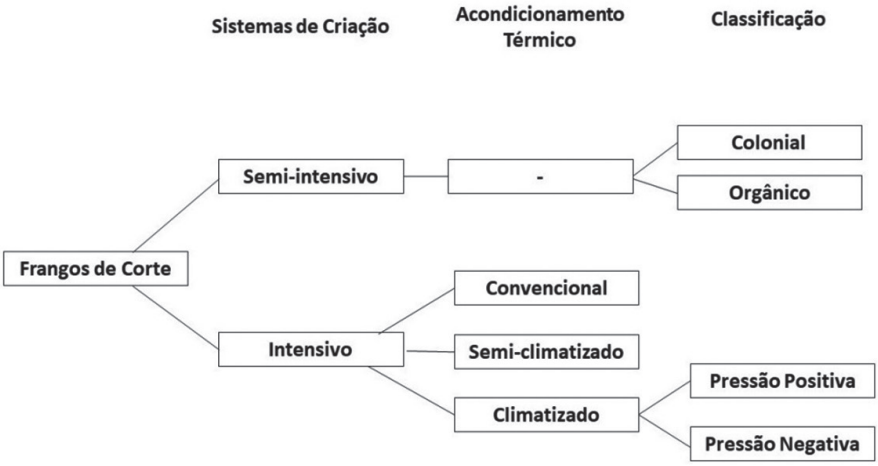

Figura 1 - Principais sistemas de criação de frangos de corte no Brasil.
Fonte: Adaptação de Paulino et al., p.06 (2019).

O sistema intensivo de criação de frangos de corte garante a acomodação de maior quantidade de animais por área, sendo interessante para o produtor devido a possibilidade de maior retorno financeiro (Paulino et al., 2019). Quanto ao acondicionamento térmico do sistema intensivo (Tabela 4), têm-se:

I. Convencional: sistema simples; condicionamento térmico natural, com ou sem ventiladores e forro; sem a utilização de

meios artificiais de controle de temperatura; instalações contêm cortinas (ráfia amarela, azul ou branca);

II. Semi-climatizado: possui forro, cortinas e ventiladores, entretanto, não há controle sobre a entrada de ar dentro do aviário, o que pode acarretar dissipação do calor dentro da instalação;

III. Climatizado: maior controle de condições térmicas e ambientais; a pressão exercida no ar e sua movimentação no interior do galpão vão depender do tipo de equipamento usado (Tabela 4). Nas instalações climatizadas por pressão positiva, os ventiladores são dispostos na longitudinal ou na transversal; naqueles por pressão negativa, faz-se necessários exaustores, utilizados na entrada do ar por placas evaporativas (Paulino et al., 2019).

Tabela 4 - Características do tipo de acondicionamento térmico para frangos de corte criados em sistema intensivo

Características	Convencional	Semi-climatizado	Climatizado	
			Pressão Positiva	Pressão Negativa
Tamanho (m)	100x12	125x12	125x12	125x12
Capacidade (aves/m²)	10,8	14,5	17	17
Entrada de ar	Sem controle	Sem controle	Controlado	Controlado
Forro	-	Possui	Possui	Possui
Cortinas	Possui	Possui	Possui (fechadas ou abertas)	Possui (fechadas)
Ventiladores	-	Possui	Possui	-
Exaustores	-	-		
Resfriamento Evaporativo	-	-	Nebulizadores	Placas evaporativas / nebulizadores

Fonte: Paulino et al., p.08 (2019).

Em relação aos tipos de produção de ovos no Brasil, duas modalidades destacam-se: convencional e automatizada. A convencional caracteriza-se pela disposição das poedeiras em gaiolas suspensas, no máximo em

três níveis. Esse tipo minimiza as perdas com ovos quebrados e sujos, facilita o manejo das aves e elimina a necessidade da cama de frango. Na modalidade automatizada, têm-se maior adensamento de aves, a partir do uso de gaiolas suspensas entre quatro e oito níveis (andares), com ganhos de eficiência da coleta de ovos e no recolhimento dos dejetos sólidos das aves (Delgado et al., 2016).

Ainda, na avicultura de postura, o sistema intensivo (com uso de gaiolas convencionais e galpões abertos) predomina, sobretudo em granjas verticalizadas (Amaral et al., 2016). A preferência pelo uso de galpões abertos, de menor custo, favoreceu o desenvolvimento do setor em regiões de clima ameno do país. O uso predominante de galpões abertos, beneficiando-se de ventilação natural, tem provocado, eventualmente, grandes perdas aos produtos, em função da elevação média de temperatura decorrente do aquecimento global. Por essa razão, muitas empresas têm buscado investir na climatização de seus aviários, ainda que tenham que arcar com custos maiores (Amaral et al., 2016).

Os desafios aos quais os animais são submetidos quando criados num ambiente insatisfatório, podem comprometer o desempenho produtivo e aumentar a mortalidade. Dessa maneira, medidas relacionadas ao manejo das aves e das instalações constituem alvos constantes na busca por mecanismos mais eficientes e sustentáveis (Cardoso & Santana, 2018).

A atividade avícola passou por inúmeras transformações e alcançou excelentes índices produtivos, tendo se tornado um segmento altamente tecnificado / automatizado e cada vez mais eficiente (Cardoso & Santana, 2018). Outra consequência da intensificação da produção avícola foi o aumento do uso de aditivos antimicrobianos na alimentação animal, cujos riscos potenciais incluem desde reações de hipersensibilidade até propriedades cancerígenas (Demattê Filho & Marques, 2011). Em 2006, a União Europeia, por precaução, vetou o uso de antibióticos como promotores de crescimento na alimentação dos animais de produção e essa proibição fez com que muitos países, incluindo o Brasil, se adaptassem

à nova legislação para continuar exportando a esse bloco econômico (Bezerra et al., 2017).

Demattê Filho & Marques (2011) relataram que uma parte significativa da população brasileira já valoriza alimentos produzidos por processos fundamentados em valores sociais e ambientais sustentáveis; e nesse caso, faz-se necessário garantir atributos específicos, como ausência de resíduos agrotóxicos ou antibióticos e bem-estar dos animais de produção. A sociedade passou a exigir melhor qualidade nos processos e nos produtos gerados, com ênfase na manutenção dos recursos ambientais, segurança dos alimentos e garantia de produção (Cardoso & Santana, 2018).

Bassi & Silva (2017) evidenciaram que devido aos impactos sociais e ambientais inerentes à atividade avícola, em médio e curto prazo, a cadeia será cada vez mais cobrada pelos novos consumidores sustentáveis, caracterizados pela preocupação com as questões voltadas ao bem-estar animal, a segurança alimentar e aos impactos ambientais. Dessa forma, as principais tendências tecnológicas (Tabela **5**) da cadeia estão voltadas para melhor uso da água, bem-estar animal e produção em sistemas orgânicos ou agroecológicos, sem promotores de crescimento, contudo, com uso de alimentos nutracêuticos e/ou aditivos alternativos aos antimicrobianos.

Tabela 5 - Demandas, tendências, oportunidades e desafios à cadeia avícola (Parte 1/2)

Área	Demandas/ Tendências	Oportunidades/Desafios
Meio Ambiente	Sustentabilidade	Novas tecnologias que promovam redução de perdas e aumentem a produtividade com o mínimo possível de impacto ambiental; uso racional da água e técnicas de reutilização da água de limpeza.
	Normativas ambientais mais rigorosas	Identificação de critérios técnicos validados para adoção de tecnologias de gestão da água e de tratamento de reciclagem dos resíduos gerados; Técnicas de aproveitamentos dos resíduos da produção animal para a produção de grãos, forragem e biomassa ou para geração de coprodutos com maior valor agregado; Uso de informática, sensoriamento remoto e da tecnologia da informação para automação de equipamentos, práticas e processos empregados na gestão ambiental da atividade.
Genética / Genômica	Melhoramento genético	Edição gênica para consertar os defeitos genéticos de linhagens comerciais e melhorar a adaptabilidade das mesmas aos sistemas de produção; Apoio aos programas nacionais de melhoramento genético, para diminuir a dependência estrangeira; Tecnologias de criopreservação de material genético; Ajustes genéticos para melhoria de carne para produção industrial e in natura; Uso potencial de aves como biorreatores para proteínas de interesse para saúde animal e humana; Desenvolvimento de genótipos mais adaptados às condições de ambiência disponíveis, com maior resistência genética às anomalias e distúrbios esqueléticos e de conformação, ganho de peso, em eficiência alimentar, em rendimento e qualidade de carne, em reprodução e eclodibilidade; Uso da bioinformática para determinar e analisar as sequências genômicas para determinar infecção de granjas avícolas por vírus.
	Produtos diferenciados	Identificação de genótipos específicos para produção de frangos coloniais / orgânicos e para frangos de corte, tipo industrial; Associação entre salubridade da carne de aves com a salubridade dos vegetais.

Fonte: Bassi & Silva, p. 6-7 (2017).

Tabela 5 - Demandas, tendências, oportunidades e desafios à cadeia avícola (Parte 2/2)

Área	Demandas/Tendências	Oportunidades/Desafios
Manejo e Ambiência	Bem-estar animal	Métodos e equipamentos de apanha de aves, visando reduzir perdas com descarte de carcaças; Novas técnicas de carregamento e transporte; Técnicas de redução da competitividade entre os frangos, reduzindo o estresse e a refugagem.
	Automação do processo de criação de aves	Uso de plasticultura (aviários versáteis, transportáveis e de baixo custo), sistemas modulares para lotes menores, construção de aviários biosseguros e autossustentáveis, com uso de computadores para monitoramento e avaliação em tempo real das aves.
Sanidade	Redução / retirada de antibióticos na produção	Alternativas ao uso de antibióticos; Detecção de possíveis problemas na produção de aves sem uso de antibióticos como melhoradores de desempenho; Entrega de nutrientes por meio de nanotecnologia.
	Saúde Intestinal	Estudo do microbioma intestinal; Pesquisa de patógenos negligenciados em aves.
	Controle biológico de pragas	Alternativa ao uso de inseticidas químicos; Controle de roedores.
Nutrição	Ingredientes alternativos para rações	Ingredientes substitutivos do milho e soja; Incremento do uso de ingredientes naturais, tais como enzimas, ácidos orgânicos, antioxidantes.
	Aumento da Produção	Nutrigenômica; Alimentos nutracêuticos; Nutrição *in-ovo*, com intervenção e modulação ainda na fase embrionária; Imunonutrição e a nutrição de reprodutores, utilizando-se de mensurações seminais; Metagenômica, metatranscriptômica e metabolômica.

Fonte: Bassi & Silva, p. 6-7 (2017).

De acordo com Vinholis et al. (2019), produzir e comercializar produtos com características de sustentabilidade é uma estratégia possível para a diferenciação da qualidade. A cadeia produtiva como um todo pode

se beneficiar do desenvolvimento de campanhas de informação com foco nos aspectos ambientais, sociais e econômicos da sustentabilidade.

Considerações acerca da sustentabilidade na produção avícola

A sociedade está cada vez mais preocupada com a sustentabilidade do planeta, principalmente com os impactos ambientais gerados pelas diferentes atividades econômicas, com destaque para a agropecuária. Em 1987, a Comissão Burtland definiu o desenvolvimento sustentável como sendo "aquele que atende às necessidades das gerações atuais, sem comprometer às necessidades das gerações futuras" (Penz Júnior, 2019). Entretanto, o que tornou esta definição mais complexa é que ela prevê que os processos devem ser avaliados, dando atenção às sustentabilidades ambiental, econômica e social das atividades produtivas, simultaneamente (Penz Júnior, 2019).

Em 2015, a Organização das Nações Unidas estabeleceu 17 objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) do planeta, que deverão ser alcançados até 2030 (ONU, 2015). Especificamente, a avicultura contribui para o alcance de seis objetivos (Gunnarsson et al., 2020): fome zero (ODS2) – gerar produtos de alta qualidade, baixo custo à população; boa saúde e bem-estar (ODS3) – boas práticas de produção, vislumbrando o bem-estar animal; educação de qualidade (ODS4) – capacitar para garantir alta qualidade e produção sustentável; indústria, inovação e infraestrutura (ODS9) – apoiar a industrialização inovadora e sustentável; ação climática (ODS13) – redução de gases de efeito estufa e outras emissões; vida na Terra (ODS15). Os principais desafios da moderna produção avícola, de âmbito sustentável, consistem na emissão de gases de efeito estufa, perda de biodiversidade e esgotamento de recursos naturais finito (Gunnarsson et al., 2020). Para produzir aves de modo sustentável, tais desafios devem ser superados.

Na produção de matérias-primas (grãos) para a alimentação animal, no transporte de ingredientes e no processo produtivo nas fábricas de rações são utilizados recursos naturais e emitidos CO_2 para a atmosfera, o que provoca impactos em diversas categorias de indicadores ambientais, como a transformações de terras naturais, depleção da camada de ozônio, ecotoxidade, dentre outros (Pacheco et al., 2018).

Pacheco Neto et al. (2018) avaliaram os impactos ambientais da avicultura, em Pinhal da Serra-RS, Brasil. Os pesquisadores relataram o consumo de água por dessedentação animal e para demais usos, bem como o consumo de energia, para a climatização do aviário foram atividades impactantes, possíveis geradoras de redução de recurso natural, sendo de grande importância ambiental. A poluição sonora, as contaminações do solo e da água foram consideradas de pequena significância e a poluição do ar, como de média significância ambiental pelos autores.

Dacroce (2017) sugeriu que o sistema de captação de água de chuva, sistema de geração de energia fotovoltaica e gerenciamento de resíduos sólidos constituem mecanismos que podem ajudar a reduzir os impactos ambientais causados pelo processo produtivo avícola e promover o desenvolvimento rural sustentável.

Palhares & Kunz (2011) apontaram as principais ações que devem ser conduzidas e que provocarão a evolução ambiental da avicultura:

- ✓ Utilizar estratégicas nutricionais que possuam benefícios ambientais, reduzindo o volume e o potencial poluidor dos resíduos, principalmente quanto à excreção de nitrogênio, fósforo e metais;
- ✓ Implementar sistemas de tratamento de resíduos, principalmente em territórios e bacias hidrográficas de elevada lotação de unidades animais;
- ✓ Utilizar práticas de manejo que diminuam a emissão de odores, poeiras e barulhos;

- ✓ Capacitar técnicos e produtores em manejo ambiental disponibilizando programas constantes;
- ✓ Documentar todas as informações sobre manejo ambiental da propriedade e dos resíduos;
- ✓ Desenvolver indicadores a fim de caracterizar o desempenho ambiental da atividade;
- ✓ Internalizar o conceito de boas práticas ambientais de produção; e
- ✓ Conhecer o custo econômico das adequações ambientais e inserir o custo ambiental no custo de produção no valor de remuneração aos produtores (Palhares & Kunz, 2011).

No que concerne a sustentabilidade na produção avícola, Vaarst et al. (2015) pontuaram que um grande desafio consiste no complexo sistema envolvido na cadeia (com muitos elos), uma vez que a avicultura não pode ser classificada como sustentável, se um ou mais participantes de seu subsistema apresentar desafios insustentáveis (alimentação produzida em condições ambientais e socialmente críticas; desperdícios de alimentos). Os pesquisadores citados deram alguns exemplos de conflitos que podem surgir na busca de soluções sustentáveis: 1) sistemas de produção orgânicos e não orgânicos possuem objetivos diferentes, desse modo, difíceis de serem comparados. Contudo, a modalidade orgânica, devido a taxas de crescimento mais lentas e menor densidade animal, pode ser vista como insustentável, uma vez que produz menos alimento humano usando mais recursos; 2) A alimentação refere-se a um fator causador de maior impacto ambiental na produção orgânica de ovos e de carne, em comparação com outros sistemas produtivos, devido ao maior consumo de ração e menor eficiência alimentar. Ainda, alguns ingredientes da ração convencional têm alto impacto ambiental, como o uso de soja não orgânica, óleo de palma, aminoácidos puros.

Penz Júnior (2019) descreveu que a sustentabilidade de um processo produtivo se traduz na eficiência com que os animais são produzidos.

Os animais em condições adequadas de produção, expressam suas potencialidades genéticas e com menor variabilidade. Nestas condições, os animais devem estar num ambiente de bem-estar apropriado.

Considerações Finais

A preocupação com as práticas e características dos processos de obtenção de alimentos tem aumentado. Almeja-se ações sustentáveis, com menor impacto possível ao meio ambiente e a saúde humana e animal, ainda que os produtos gerados (carne e ovos) sejam seguros.

Inúmeras modificações ocorreram na avicultura de corte e de postura, equipamentos e instalações foram alterados com o advento da tecnologia. Tal fato, propiciou condições favoráveis a criação das aves, alterou os índices zootécnicos, permitiu promover maior bem-estar animal, que por sua vez, melhorou a produtividade e consequentemente os resultados econômicos da atividade.

Os sistemas produtivos também passaram por transformações, e nesse cenário surgiu a zootecnia de precisão, que forneceu meios de monitorar e gerir os empreendimentos agropecuários de forma prática e tecnológica. As tendências atuais consistem na utilização de sensores inteligentes, biocompatíveis, protocolos, sistemas de informações gerenciais, dentre outros instrumentos modernos aplicados à produção animal. Diante deste contexto, inúmeras pesquisas estão sendo realizadas para que o quanto antes essas ferramentas sejam disponibilizadas e utilizadas comercialmente.

A sustentabilidade na cadeia avícola constitui num grande desafio, pois todos os elos participantes devem realizar ações sustentáveis, ou seja, produzir de modo a conservar os recursos naturais, promover o bem-estar e a saúde animal, bem como sustentar a rentabilidade econômica e técnica, de forma equilibrada.

Literatura citada

AMARAL, G.; GUIMARÃES, D.; NASCIMENTO, J.C.; CUSTODIO, S. Avicultura de postura: estrutura da cadeia produtiva, panorama do setor no Brasil e no mundo e o apoio do BNDES. *BNDES Setorial*, 43, p.167-207, 2016.

ANDREAZZI, M.A.; PINTO, J.S.; SANTOS, J.M.G.; CAVALIERI, F.L.B.; MATOS, N.C.S.; BARBIERI, I.O. Desempenho de frangos de corte criados em aviário convencional e *dark-house*. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde*, v.16, n.1, p.01-06, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL – ABPA. *Relatório anual 2020.* São Paulo-SP: ABPA, 2020. 160p.

AYYAPPAN, V.; DEEPIKA, T.; DIVYA D.S.; ELAYARAJA, M.; SHANMUGASUNDARAM, R. IOT Based Smart Poultry Farm. *South Asian Journal of Engineering and Technology*, v.3, n.2, p.77-84, 2017.

BASSI, N.S.S.; SILVA, C.L.; SANTOYO, A. Inovação, pesquisa e desenvolvimento na agroindústria brasileira. Estudos Sociedade e Agricultura, v.21, n.2, p.392-417, 2013.

BASSI, N.S.S.; SILVA, C.L. Oportunidades e desafios em PD&I na cadeia produtiva de frangos de corte. *Avicultura Industrial*, ed.1271, ano 109, n.10, p.16-21, 2017.

BEZERRA, W.G.A.; HORN, R.H.; SILVA, I.N.G.; TEIXEIRA, R.S.C.; LOPES, E.S.; ALBUQUERQUE, Á.H.; CARDOSO, W.C. Antibióticos no setor avícola: uma revisão sobre a resistência microbiana. *Archivos de Zootecnia*, v.66, n.254, p.301-307, 2017.

CARDOSO, D.M.; SANTANA, R.A.V. Sustentabilidade na produção de aves e suínos no Brasil. In: BORGES JÚNIOR, A.; CAMPOS, R.C.; LEITE, R.A. *Perspectivas para agropecuária*. Goiânia-GO: Kelps, 2018. 524p.

CORKERY, G.; WARD, S.; KENNY, C.; HEMMINGWAY, P. Incorporating smart sensing technologies into the poultry industry. *Journal of World's Poultry Research*, v.3, n.4, p.106-128, 2013.

DACROCE, N.P.D. *Aviário sustentável: um estudo de caso aplicado em uma pequena propriedade rural familiar*. Dissertação [Mestrado em Administração] Cascavel-PR: UNIOESTE, 2017. 154p.

DELGADO, M.F.; PIACENTE, F.J.; SILVA, V.C. *Diagnóstico ambiental da produção avícola de postura: estudo sobre os dois principais sistemas de produção sob a ótica dos seus resíduos sólidos.* In: XVIII Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente – ENGEMA, 2016. Disponível em: <http://engemausp.submissao.com.br/18/anais/arquivos/411.pdf> Acessado em: 09 jul. 2020 as 22:00:00.

DEMATTÊ FILHO, L.C.; MARQUES, P.E.M. Dinâmica tecnológica da cadeia industrial da avicultura alternativa: multifuncionalidade, desenvolvimento territorial e sustentabilidade. *Segurança Alimentar e Nutricional*, v.18, n.2, p.1-11, 2011.

ESPÍNDOLA, C.J. Trajetórias do progresso técnico na cadeia produtiva de carne de frango do Brasil. **Geosul**, v.27, n.53, p.89-113, 2012.

GHAZAL, B.; AL-KHATIB, K.; CHAHINE, K. A poultry farming control system using a ZigBee-based wireless sensor. *International Journal of Control and Automation*, v.10, n.9, p.191-198, 2017.

GIAROLA, P.C.M.; CARVALHO JÚNIOR, L.C. Um retrato da cadeia produtiva de carne avícola em Santa Catarina e no Brasil no início do século XXI. *Revista Americana de Empreendedorismo e Inovação*, v.2, n.2, p.141-150, 2020.

GUARESKI, A.H.P.; ZACHOW, M.; FACHIN, G.; RIBEIRO, W. Sistema contratual de integração: vantagens e desvantagens percebidas pelos produtores de frangos de corte na região de Cafelândia - Paraná. Revista de Gestão e Organizações Cooperativas, v.6, n.11, p.43-60, 2019.

GUNNARSSON, S.; SEGERKVIST, K.A.; GÖRANSSON, L.; HANSSON, H.; SONESSON, U. Systematic mapping of research on farm-level sustainability in egg and chicken meat production. *Sustainability*, 12, 3033, 2020. DOI:10.3390/su12073033.

HOCQUETTE, JF.; CHATELLIER, V. Prospects for the European beef sector over the next 30 years. Animal Frontiers, v.1, n.2, p.20-28, 2011.

MARTINS, R.A.; ASSUNÇÃO, A.S.A. Importância dos aminoácidos na nutrição de frangos de corte. Revisão de Literatura. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*, v.12, n.4, p.539-554, 2018.

MENDES, A.A. A cadeia avícola brasileira. In: MACARI, M.; MENDES, A.A.; MENTEN, J.F.; NÄÄS, I.A. Produção de frangos de corte. 2.ed. Campinas: FACTA, 2014, 565p.

MITKARI, S.; PINGLE, A.; SONAWANE, Y.; WALUNJ, S.; SHIRSATH, A. IOT based smart poultry farm. *International Research Journal of Engineering and Technology*, v.6, n.3, p.2380-2384, 2019.

MOLLO, M.N.; VENDRAMETTO, O.; OKANO, M.T. Precision livestock tools to improve products and processes in broiler production: a review. *Brazilian Journal of Poultry Science*, v.11, n.4, p.211-218, 2009.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. *Agenda 2030.* Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>Acessado em: 09 jul. 2020 as 18:58:00.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. *População mundial deve chegar a 9,7 bilhões de pessoas em 2050, diz relatório da ONU.* Disponível em: <https://nacoesunidas.org/populacao-mundial-deve-chegar-a-97-bilhoes-de-pessoas-em-2050-diz-relatorio-da-onu/> Acessado em: 02 jul. 2020 as 15:19:00.

PACHECO, J.C.; MOITA NETO, J.M.; SILVA, E.A. Impactos ambientais e formulação de ração para frango de corte. *Revista Latino-Americana em Avaliação do Ciclo de Vida,* n.2, p.97-109, 2018.

PACHECO NETO, G.; BUS, T.O.L.; AGUIAR, J.T.; SCHNEIDER, C.R.; KANIESKI, M.R.; ALMEIDA, A.N. Avaliação dos impactos ambientais de atividade avicultora em Pinhal da Serra, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, v.5, n.9, p.41-48, 2018.

PAGANELA, V.M. *A inovação na cadeia produtiva avícola brasileira.* Monografia [Graduação em Ciências Econômicas]. Florianópolis-SC: Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 2019. 82p. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/200888> Acessado em: 02 jul. 2020 as 08:14:00.

PALHARES, J.C.P.; KUNZ, A. *Manejo ambiental na avicultura.* Concórdia-SC: Embrapa Suínos e Aves, 2011. 221p.

PANDORFI, H.; ALMEIDA, G.L.P.; GUISELINI, C. Zootecnia de precisão: princípios básicos e atualidades na suinocultura. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.13, n.2, p.558-568, 2012.

PAULINO, M.T.F.; OLIVEIRA, E.M.; GRIESER, D.O.; TOLEDO, J.B. Criação de frangos de corte e acondicionamento térmico em suas instalações: revisão. *PUBVET*, v.13, n.2, a280, p.1-14, 2019.

PENZ JÚNIOR, A.M. *Sustentabilidade na produção avícola.* Feed & Food, Avicultura 01/10/2019. Disponível em: <http://www.feedfood.com.br/pt/network/5/sustentabilidade -na-producao-avicola> Acessado em 09 jul. as 17:00:00.

PEREIRA, J.B.; CASTRO, A.M.G.; DEL GROSSI, M.E. Análise de desempenho da cadeia produtiva de carne de frango no estado de São Paulo. Revista Científica Rural, v.21, n.1, p.165-178, 2019.

PIMENTEL, D.R.; QUEIROZ, T.R.; PIGATTO, G.A.S. Inovação em processo na cadeia produtiva de ovos: mudanças nos equipamentos de acomodação de aves poedeiras. In: I Simpósio em Gestão do Agronegócio, Jaboticabal-SP: 8 a 10 de junho de 2016. Anais... Inserção do Agronegócio Brasileiro nas Cadeias Globais: Desafios Gerenciais e Tecnológicos. Jaboticabal-SP: 2016. 15p.

PROCÓPIO, D.P.; LIMA, H.J.D. Avaliação conjuntural da avicultura no Brasil. *Research, Society and Development*, v.9, n.3, e47932312, 2020.

RODRIGUES, M.V.; YADA, M.M. Diferenças entre criação de frango de corte convencional e o sistema *dark house*. *Revista Interface Tecnológica*, v.15, n.2, p.360-369, 2018.

ROSA, C.O.; GIMENES, R.M.T.; LIMA, N.D.S.; GARCIA, R.G.; COSTA, J.S.; SORDI, V.F. Avaliação de projetos de investimento na avicultura de corte após consolidação de preços do LED. *Navus Revista de Gestão e Tecnologia*, v.10, p.01-20, 2020.

ROWE, E.; DAWKINS, M.S.; GEBHARDT-HENRICH, S.G. A systematic review of precision livestock farming in the poultry sector: is technology focussed on improving bird welfare? *Animals*, v.9, 614, 2019. DOI: 10.3390/ani9090614

SANTINI, G.A. *Dinâmica tecnológica da cadeia de frango de corte no Brasil: análise dos segmentos de insumos e processamento.* Tese [Doutorado em Engenharia de Produção]. São Carlos-SP: UFSCar, 2006. 235p.

SANTOS, T.O.; CASTANHA, E.T.; MONTEIRO, J.J.; BENFATTO, A.C.; CITTADIN, A. Reflexos da tecnologia de automação nos resultados econômicos de aviários integrados a uma empresa do ramo avícola. *Custos e @gronegócio on line,* v.14, n.2, p.53-72, 2018.

SARTIN, K.R.; TEIXEIRA, S.M.; FERREIRA, M.D.P. Escala de produção, tecnologia de ambiência e desempenho da avicultura de corte em Goiás. p.55-80, Capítulo II. In: CARVALHO, J.M.; ROQUE-SPECHT, V.F.; MEDINA, G.S.; CRUZ, J.E. *Estudos em agronegócios: construindo competitividade*. v.3. Goiânia-GO: Kelps, 2018. 460p.

SASSI, N.B.; AVERÓS, X.; ESTEVEZ, I. Technology and poultry welfare. *Animals*, v.6, 62, 2016. DOI:10.3390/ani6100062.

SCHMIDT, N.S.; SILVA, C.L. Pesquisa e desenvolvimento na cadeia produtiva de frangos de corte no Brasil. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v.56, n.3, p.467-482, 2018. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/1234-56781806-94790560307

SOUZA, E. O frango do futuro. p.45-56. In: 20º Simpósio Brasil Sul de Avicultura e 11º Brasil Sul Poultry Fair, Chapecó-SC, Brasil, 02 a 04 de abril de 2019. *Anais...* Concórdia-SC: Embrapa Suínos e Aves, 2019. 130p. Disponível em: <https://nucleovet.com.br/anais/anais_brasil_sul_2019_avicultura.pdf> Acessado em: 02 jul. 2020 as 15:17:00.

VAARST, M.; STEENFELDT, S.; HORSTED, K. Sustainable development perspectives of poultry production. *World's Poultry Science Journal*, v.71, p.609-620, 2015.

VASCONCELOS, M.C.; SILVA, C.L.; MEZA, M.L.F.G.; BASSI, N.S.S. Trajetória tecnológica da cadeia produtiva do frango de corte no Brasil. *Iniciação Científica CESUMAR*, v.17, n.1, p.15-27, 2015.

VASCONCELOS, M.C.; BASSI, N.S.S.; SILVA, C.L. Caracterização das tecnologias e inovação na cadeia produtiva do frango de corte no Brasil. In: COSTA, R. S.; GUERRA, J. B. S. O. A.; DIAS, T. *Debates interdisciplinares VII.* Palhoça-SC: Editora Unisul, 2016. 373p.

VINHOLIS, M.M.B.; NASSU, R.T.; BARIONI JR., W. Perfil do consumidor brasileiro disposto a pagar por práticas de produção animal ambientalmente sustentáveis. In: 57° Reunião da SOBER – Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, Ilhéus - BA, 21 a 25 de julho de 2019. *Anais*... Ilhéus-BA: UESC, 2019. 10p. Disponível em: <https://publicacoes.unifal-mg.edu.br/revistas/index.php/sigmae/article /view/1017> Acessado em 01 jul. 2020 as 19h44min.

ZANELLA, C.; LEITE, A.L.S. A inovação na cadeia produtiva de aves: um estudo de caso em uma agroindústria do Estado de Santa Catarina. *Organizações Rurais & Agroindustriais*, v.18, n.2, p.186-201, 2016.

13. BEM-ESTAR NA AVICULTURA AGROECOLÓGICA

Flávio Medeiros Vieites[1], Christiane Silva Souza[2], Girlaine Pereira Oliveira[3], Jaime Fabián Cruz Uribe[4], José Geraldo de Vargas Júnior[5]

[1]Professor da Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora-MG, Brasil.
[2]Pós-Doutoranda em Zootecnia (PNPD/CAPES), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, Brasil.
[3]Professora do Departamento de Biologia da Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES, Brasil.
[4]Professor da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Antonio Nariño, Colômbia.
[5]Professor do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES, Brasil.

RESUMO – A discussão sobre questões relacionadas à sustentabilidade vem ganhando legitimidade com o despertar de consciência do ser humano, especialmente quando o assunto é a agropecuária. Nesse contexto, a avicultura, através da geração de seus subprodutos auxilia a recuperação e manutenção da fertilidade dos sistemas agrícolas e ainda contribui economicamente, melhorando a renda familiar dos agricultores. Objetivou-se com este trabalho demonstrar os benefícios da interação avícola e a produção vegetal na agricultura familiar, através do modelo alternativo agroecológico, associando a produção de carne e ovos ao bem-estar animal. As aves têm importante função na manutenção da fertilidade do agroecossistema, pois transferem parte dos nutrientes ingeridos para o solo na forma de esterco. As aves em criação alternativa apresentam maior resistência as doenças, menores índices de mortalidade e, portanto, excelente produtividade. Além disso, os investimentos e os riscos são menores se comparados ao sistema convencional, por essa razão, em sistemas agroecológicos, a avicultura pode ser uma atividade fundamental para a conservação da biodiversidade na pequena propriedade rural. O sistema integrado de aves associado à produção vegetal constitui uma alternativa na busca da produção sustentável para agricultura familiar, por respeitar o modelo dos "cinco domínios" do bem-estar animal.

Palavras chave: cinco domínios, integração aves e plantas, 3Rs.

WELFARE IN AGROECOLOGICAL POULTRY

ABSTRACT – The discussion on issues related to sustainability has gained legitimacy with the awakening of human being awareness, especially when the subject is agriculture. In this context, poultry farming, through the generation of its by-products, contributes to the recovery and maintenance of the fertility of the system and still corroborates economically by improving the family income of farmers. The objective of this chapter is to demonstrate the benefits of interaction between poultry and plant production in family agriculture, through the alternative model of production with agroecological poultry, associating meat and egg production with animal welfare. Poultry play an important role in maintaining the fertility of the agroecosystem, as they transfer part of the nutrients ingested to the soil in the form of manure. Poultry in alternative husbandry have greater resistance to disease, lower mortality rates and therefore excellent productivity, where investments and risks are lower compared to the conventional system, moreover, in agroecological systems, poultry farming becomes a main activity for the conservation of biodiversity on small farms. The integrated system of poultry and plant production can be associated with the search for sustainable production by respecting the "five areas" model of animal welfare.

Keywords: five domains, integration of birds and plants, 3Rs.

Introdução

A produção de frangos está presente em todas as regiões do Brasil, com impacto na economia da maioria dos estados avicultura brasileira representa aproximadamente 1,5% do PIB, gera 3,6 milhões de empregos, bem como proteína de alto valor biológico para o consumo e exportação. Cerca de 68% da carne de frango produzida é ao mercado doméstico, com consumo de 42,84 kg por habitante ao ano, e os outros 32% destinados para mais de 130 países (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL – ABPA, 2020). Em relação à produção de ovos no Brasil, o segmento atingiu o recorde de 49,055 bilhões de unidades em 2019, e consumo *per capita* de 230 ovos, incremento de 8,5% em relação ao valor consumido em 2018 (ABPA, 2020). A tendência é que ocorra a expansão da produção de frango nas regiões produtoras de grãos.

A discussão acerca de questões relacionadas à sustentabilidade ganha legitimidade com o despertar de consciência do ser humano, diante dos impactos nocivos causados por suas ações sobre o meio em que habita, especialmente quando se trata da agropecuária. O crescente interesse pelo consumo de alimentos saudáveis, livres de agrotóxicos e patógenos (Andrade & Bertoldi, 2012; Perdoncini et al., 2014).

Atualmente, os consumidores valorizam tanto os quesitos nutricionais e sanitários, quanto questões filosóficas e éticas, como o bem-estar animal. Nos últimos anos, os clientes mais exigentes buscam consumir produtos de origem animal que são diferenciados no manejo de produção, principalmente no que se refere ao bem-estar das aves, uma vez que aumenta a área de alojamento do animal, com maior liberdade de movimentação e ainda menor agressão ao meio ambiente (Busnardo & Casartelli, 2015).

O bem-estar animal tem forte presença nos códigos morais e nos pilares éticos de vários países e um tratamento apropriado aos animais não é visto como algo que possa ser deixado para a livre escolha dos criadores. A definição de bem-estar está diretamente relacionada à qualidade de vida do animal, que envolve determinados aspectos referentes à saúde, a felicidade e a longevidade (Martins & Pieruzzi, 2011).

Mutuando (2005) descreveu que a agroecologia oferece princípios, conceitos e metodologias para o planejamento de produção de alimentos de alta qualidade, que seja capaz de manter a produtividade da terra, de respeitar a natureza, de ampliar a diversidade de produtos para consumo da família e para o mercado e gerar renda para as famílias agricultoras. Nesse contexto, insere-se a produção de aves agroecológicas, em que o número de animais por unidade de área deve ser limitado para garantir o manejo integrado da agricultura com a pecuária na unidade produtiva, minimizando a poluição do solo e da água no ecossistema (Guelber Sales, 2005).

Os sistemas agroecológicos adotados pelos agricultores familiares oferecem destaque devido as suas formas de produção social e viabilidade econômica e aproveitam ao máximo as vantagens da interação animal e vegetal, além de contribuir para a sustentabilidade dos sistemas de produção agrícola (Mutuando, 2005). Aliado a isso, o uso racional dos recursos existentes nas propriedades tem como consequência a redução dos custos das atividades de produção e a melhoria do retorno econômico dos produtores.

Dentre esses sistemas, as hortas agroecológicas e os quintais agroflorestais são modelos alternativos que refletem no melhor bem-estar animal, utilizam alimentos apenas de origem vegetal nas rações e geram produtos de qualidade. Mellor & Reid (1994) relataram que o bem-estar animal está relacionado com o atendimento de quatro componentes físicos (nutrição, ambiente, saúde e comportamento) e um correspondente ao estado mental (solidão, ansiedade, angústia, dor e frustração). Desta forma, verifica-se que o atendimento desses cinco domínios pode ser alcançado mais facilmente em um modelo adequado de criação agroecológica.

A avicultura, através da geração de seus subprodutos contribui para a recuperação e manutenção da fertilidade do sistema, redução de mão-de-obra no preparo do solo e na compra de insumos, bem como no controle de insetos em hortas, pomares e lavouras e ainda contribui economicamente com o aumento da renda familiar dos agricultores, com a venda de carne e ovos (Gomes et al., 2007; Demuner et al., 2013).

Objetivou-se com este trabalho demonstrar os benefícios da interação avícola e a produção vegetal na agricultura familiar, através do modelo alternativo agroecológico, associando a produção de carne e ovos ao bem-estar animal.

Aves agroecológicas

A avicultura alternativa constitui opção à produção convencional, que leva em conta critérios sobre o bem-estar animal e a segurança dos

alimentos. Dessa forma, promove-se a saúde humana, animal e ambiental. Dentre os sistemas alternativos de criação, destacam-se: caipira, "antibiotic free" e o orgânico. A Associação Brasileira de Avicultura Alternativa (AVAL) classifica o sistema orgânico de acordo com a lei nº 10.831, de 23/12/2003 e regulamentado pela IN nº 46 de 06/10/2011 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA, as quais se faz referência pelos produtos obtidos pelo sistema orgânico, ecológico, biológico, biodinâmico, natural, sustentável, regenerativo e agroecológico.

A criação de frangos de corte caipiras no Brasil passou a ser devidamente regulamentada em 2015, com a Norma Técnica – NBR 16389, que especificou a produção, o abate, o processamento e a identificação do frango caipira, colonial ou capoeira criado no sistema semiextensivo. No ano de 2016, a NBR 16437 regulamentou a produção, classificação e identificação do ovo caipira, colonial ou capoeira. A perspectiva é que cada vez mais se tenham regras claras, que atendam as expectativas dos consumidores, que deseja produtos saborosos, saudáveis e de alta qualidade. Em relação ao frango livre de antibióticos, o produtor precisa ser filiado a AVAL e ser vistoriado anualmente. Já em relação ao orgânico, além da preocupação em utilizar insumos não transgênicos e obrigatoriamente oriundo de produção orgânica, essa categoria é auditada anualmente por uma certificadora orgânica e o produtor encontra todas as exigências na IN 46/2011 e suas atualizações no MAPA.

Na avicultura agroecológica, utilizam-se as mesmas linhagens do sistema caipira (crescimento lento) e a classificação adotada pela AVAL referente ao sistema orgânico, entretanto não existe a necessidade de auditoria pela empresa certificadora, o que permite que esses produtos sejam comercializados no mercado com valor agregado de aves caipiras.

O sistema alternativo de avicultura leva em consideração os aspectos do bem-estar das aves, da proteção dos recursos naturais e das necessidades dos agricultores e consumidores. Em termos ambientais,

essa modalidade de avicultura trata de minimizar a ação de degradação que a criação de aves soltas tem ocasionado sem o manejo adequado. No que concerne à ave, assegurar a incorporação dos conhecimentos etológicos no manejo da criação, sendo uma forma de proporcionar o bem-estar necessário. O consumidor também deseja alimentos livres de produtos transgênicos, resíduos de antibióticos, dioxinas e outras substâncias prejudiciais a sua saúde (Guelber Sales, 2005).

Braga et al. (2018) destacaram que o modelo dos "cinco domínios" do bem-estar animal, proposto por Mellor & Reid (1994), apresenta-se como método sistemático, estruturado e abrangente para avaliação do bem-estar dos animais. Dessa forma, em sistemas agroecológicos, atinge-se os quatro domínios físico-funcionais de forma eficaz e mais econômica quando comparado a outros sistemas de criação de aves. Nesse sentido, a sustentabilidade, a valorização da natureza e os domínios do bem-estar animal são conceitos cada vez mais fortes e presentes nos dias de hoje, que só são possíveis de serem encontrados nos sistemas alternativos de criação.

Domínio da nutrição

A alimentação nos sistemas agroecológicos compõe-se exclusivamente de ingredientes de origem vegetal, cultivados sem uso de defensivos e fertilizantes químicos, além disso, é vedado o uso de aditivos nas rações (Vieites & Souza, 2014). Os principais ingredientes usados na formulação de rações para aves são o milho moído, o farelo de soja e o farelo de trigo (somente para poedeiras). Alimentos alternativos podem substituir, parcialmente, os ingredientes tradicionais com vantagens econômicas, como o sorgo, o milheto, o farelo de mandioca, o farelo de batata doce, etc. O importante é que a referida substituição não altere significativamente os níveis energéticos e proteicos das rações, visando evitar a diminuição significativa na produção e a redução da qualidade dos produtos (Souza et al., 2014).

Além de ração, alimentos frescos como verduras, frutas, legumes e capins picados podem ser utilizados sem restrição. Como regra geral, aconselha-se que os alimentos frescos sejam fornecidos às aves pelo menos duas vezes ao dia (primeiras horas do dia e ao entardecer) e em comedouros próprios ou alternativos. Recomenda-se não deixar restos dos alimentos de um dia para outro no comedouro, objetivando evitar proliferação de fungos e bactérias devido à umidade, causando prejuízos às aves (Pinheiro et al., 2014).

Estima-se que 25 a 30% das exigências nutricionais das galinhas caipiras podem ser supridas com a alimentação no piquete, o que gera economia para os produtores da agricultura familiar. A ingestão de capins, leguminosas e outras fontes alternativas de alimentos fornecem vitaminas, e pigmentos às aves e proporcionam coloração mais intensa a gema dos ovos (Pastore & Oliveira, 2013) característica essa valorizada pelos consumidores.

Brasil et al. (2018) afirmaram que as formulações de rações para frangos de corte de menor potencial genético para crescimento têm sido baseadas em exigências nutricionais estabelecidas para frangos de corte melhorados e com alto potencial genético para crescimento, o que pode limitar a eficiência de utilização das rações e comprometer a lucratividade. Por isso, em todo sistema de criação alternativo (produção de ovos ou de carne), deve-se estar assegurada a oferta de alimentos com todos os nutrientes necessários para que as aves possam expressar seu potencial genético e garantir a viabilidade do sistema de criação. Cavalcanti (2019) destaca que a qualidade da água é de extrema importância, devendo ser limpa e fresca para que se tenha uma boa conversão alimentar no lote. Mellor (2017) afirmou que o atendimento do domínio nutricional envolve a ingestão de quantidade suficiente de água associada ao consumo de uma dieta balanceada também ingerida em quantidade adequada.

Domínio do ambiente

As aves necessitam do meio em que habita condições precisas de ambiente, tais como: temperatura, umidade, pressão, luminosidade, sonoridade, conteúdo de oxigênio, entre outros para uma produção eficiente (Vieites et al., 2016). Dentre os fatores ambientais, os térmicos, representados por temperatura do ar, umidade radiação térmica e movimentação do ar são aqueles que afetam mais diretamente a ave, pois comprometem sua função vital mais importante: a manutenção da própria homeotermia (Tinôco, 2001). Por esse motivo, a criação de aves integradas a produção vegetal pode proporcionar um ambiente térmico mais confortável, devido a presença de cobertura vegetal no solo, pomares e lavouras nas proximidades.

As instalações devem proporcionar às aves condições sanitárias e térmicas adequadas durante toda a criação (Pastore & Oliveira, 2013). O aviário **não precisa ser uma construção sofisticada, o importante é que as aves disponham de um lugar onde estejam protegidas das intempéries e dos predadores (**Souza et al., 2014). O local deve ser bem arejado e arborizado sem a incidência de ventos fortes. A água deve ser potável e com boa disponibilidade (Guelber Sales, 2005).

O uso de infraestrutura existente na propriedade é o ideal, contudo, se for necessário construir um abrigo, recomenda-se a utilização de materiais disponíveis na propriedade ou que sejam mais fáceis de encontrar na região, uma vez que reduz os custos com a implantação do sistema de criação (Souza et al., 2014). Os materiais devem ter boa durabilidade, resistência e baixa condutividade térmica.

O poleiro é utilizado como local de refúgio e descanso para a ave, deve estar disposto horizontalmente, a cerca de 80 cm do piso ou inclinado, encostado na parede. Poleiros muito baixos não são confortáveis para as aves, pois na natureza, em estado selvagem, a galinha busca um local que seja seguro e as protejam de seus predadores. A quantidade de poleiros

dependerá do número de aves. Recomenda-se 25 a 30 cm de espaço no poleiro/ave (Pastore & Oliveira, 2013).

Dentre os equipamentos utilizados no interior do abrigo, **têm-se os bebedouros e** os comedouros arranjados e localizados de maneira facilitar o acesso das aves à água e à ração. Os comedouros e os bebedouros podem ser instalados nos piquetes, desde que estejam protegidos do sol e da chuva. Contudo, esses equipamentos devem ser constantemente trocados de lugar, de forma a reduzir o desgaste da pastagem (Siqueira, 2007).

Os ninhos devem ser colocados no galpão, quando as aves estiverem com 15-16 semanas de idade, para que elas se acostumem e não façam a postura dos ovos no chão. A confecção dos ninhos pode ser realizada com diferentes materiais, sendo os de madeira àqueles mais usados com 40 cm de altura, 40 cm de profundidade e 40 cm de largura, com o intuito de oferecer maior conforto à galinha no momento da postura. O criador pode adotar o sistema convencional de dois andares com ninhos, para diminuir a ocupação de espaço nos abrigos. A altura do primeiro andar não deve ultrapassar 30 cm, para facilitar o acesso das aves, e evitar assim o aparecimento dos ovos na cama. Os ninhos devem estar em proporção de uma unidade para 4 a 5 aves, localizados de preferência na parte mais escura do galpão (Souza et al., 2010).

A principal vantagem no sistema de criação agroecológico é o benefício mútuo entre os elementos do sistema, como no manejo de áreas passíveis de pastoreio com aves em galinheiros (Dias et al., 2009; Guelber Sales, 2010). Estas áreas podem ser cultivos anuais, hortas, pomares, lavouras comerciais de café e fruteiras e também a pastagem do gado bovino.

Cabe salientar que na construção de um sistema de produção agroecológica o foco não é atingir a máxima produção mas buscar um equilíbrio ótimo do sistema como um todo, garantindo a sustentabilidade dessa produtividade ao longo do tempo.

Domínio da saúde

No que se refere ao manejo sanitário, **à** aquisição das aves de boa procedência é crucial para formação de um lote homogêneo e saudável. Os pintos devem ser adquiridos de incubatórios registrados no MAPA e livres de micoplasmose, aspergilose e salmonelose. A vacina contra a doença de Marek é obrigatória de acordo com a instrução normativa Nº 56 de 06 de dezembro de 2007 do Programa Nacional de Sanidade Avícola (PNSA), coordenado pelo MAPA. Entretanto, ressalta-se que as matrizes, devem ser vacinadas contra as seguintes enfermidades: Newcastle, encefalomielite, Gumboro, bronquite infecciosa, coriza infecciosa e varíola aviária.

Na criação alternativa de aves é comum a adoção de terapias alternativas como a fitoterapia e a homeopatia, além do emprego de antissépticos naturais e probióticos. Estas substâncias são empregadas como substitutos aos antimicrobianos, agregadas a qualidade dos alimentos, água e do ambiente, preservando assim, as aves de possíveis enfermidades (Ávila et al., 2010). A fitoterapia consiste na utilização de plantas com propriedades medicinais terapêuticas, e entre essas destacam-se o alho, a semente de abóbora e tronco da bananeira como princípios ativos contra verminoses na criação de aves (Arenales et al. (2008) apud Azevedo et al., 2016). Esses produtos podem ser encontrados no mercado e devem ter registro no MAPA. Entretanto, os estudos científicos relacionados a essa forma de manejo profilático no sistema de produção animal são escassos (Azevedo et al., 2016) o que dificulta esse tipo de manejo.

Os abrigos devem ser mantidos sempre limpos e as vacinas e medicamentos devem ser aplicadas corretamente quando necessários. Para cada região existe um desafio sanitário específico e o calendário de vacinação deve ser rigorosamente respeitado. Caso apareçam aves mortas elas devem ser retiradas do galpão e enterradas em fossas ou colocadas

em composteiras, obedecendo à distância mínima de 150 m da granja (Vieites & Souza, 2014).

Práticas higiênicas como lavar diariamente os bebedouros e comedouros com água e sabão são desejáveis e, periodicamente desinfetá-los com água sanitária. Não deixar alimento velho e/ou mofado nos comedouros.

Ao final da produção de cada lote deve fazer a limpeza e desinfecção do abrigo, sendo recomendada primeiramente a retirada da cama. Depois, varrer o abrigo e lavar com sabão neutro e enxaguar com água. Em seguida, pode-se passar vassoura de fogo e, posteriormente desinfetar com creolina (4%) ou iodo (10%). Os equipamentos reutilizáveis devem ser lavados com sabão neutro, enxaguados com água, mergulhados em solução de cloro (10%) e secos ao sol. A caixa de água deve ser lavada duas vezes ao ano (Pastore & Oliveira, 2013). Se possível, ainda realizar vazio sanitário de no mínimo 15 dias entre os lotes de aves.

Não há um programa de prevenção de doenças que seja adequado a todas as situações. Porém, alguns cuidados podem ser tomados, a fim de evitar ou diminuir os efeitos das doenças, tais como: n**ão misturar** aves de espécies diferentes; fornecer alimentos e água de boa qualidade; evitar superlotação – mais de 6 aves/m^2 e vacinar contra as principais doenças (Souza et al., 2010; Souza et al., 2014).

Os ninhos devem ser pulverizados contra piolhos com produtos apropriados, observando as recomendações dos fabricantes. Trocar a cama sempre que necessário e periodicamente raspar os poleiros para a retirada de crostas de fezes e pincelar com solução de cal e creolina (Ferreira et al., 2012).

Domínio do comportamento

A observação do comportamento do animal pode fornecer respostas mais confiáveis quanto ao seu bem-estar, uma vez que o comportamento está intimamente relacionado ao meio em que o indivíduo vive.

O sistema de criação em gaiolas compromete o padrão de comportamento normal da ave porque o acasalamento, incubação e cuidado com os pintinhos é impedido, sendo a postura a única compulsão reprodutiva permitida. No entanto, quando se compara estudos de comportamento de aves selvagens e domesticadas em ambientes controlados pelo homem, observa-se que em ambientes não confinados, o repertório comportamental das aves é preservado, havendo mudanças na frequência e na intensidade das características comportamentais (CRAIG, 1992). Entretanto, Behavior. (2000) relatou que em aves confinadas o uso de glândulas do uropígio tendem a atrofiar-se, caso a ave não sofra nenhuma mudança em termos de alojamento, que já não apresentam as funções de lubrificação das penas pois não são usadas.

Comparando a linhagem comercial ISA com aves caipiras, Sales et al. (2000) verificaram o mesmo padrão geral de comportamento entre as duas linhagens, indicando que a seleção genética de aves para o confinamento não muda o seu comportamento quando essas são criadas soltas. Como exemplo, o banho de areia é um tipo de comportamento que não é modificado e a sequência deste comportamento é realizada mesmo quando as aves estão sobre o piso de arame das gaiolas.

Considerando as condições intensivas de criação nos dias de hoje o comportamento social das aves domésticas é um ponto muito importante a ser considerado. Conforme elucidado por Maudlin (1992), a organização social tem duas funções importantes: reduzir os gastos não adaptativos de energia, e servir de base para relações regulares de dominância e submissão. Essas relações são geralmente estabelecidas através de comportamentos agressivos, representados principalmente pela bicagem de penas, que, segundo Fraser & Broom (1990), é um comportamento anormal resultante da frustração do comportamento exploratório em um ambiente sem diversificação (gaiola), porque ao invés de bicarem o solo em busca de alimento, passam a investigar o corpo de outros animais. A consequência mais séria da bicagem de penas é o sangramento, que pode levar as aves ao canibalismo.

A utilização de substrato (cama) ao invés de gaiolas é uma prática que pode amenizar a bicagem de penas e, o efeito positivo da utilização de cama foi observado por Nicol et al. (2000), que verificaram que com fornecimento de maravalha, as poedeiras deixavam de bicar penas e passavam a bicar mais o chão, consequentemente, o comportamento de bicar penas reduziu em comparação às aves mantidas em gaiolas.

A expressão de bicagem de objetos caracteriza-se quando a ave bica elementos constituintes do local de criação, exceto o material de cama, pastagem e ração. O motivo que pode influenciar a baixa incidência deste comportamento é a possibilidade das aves explorarem seu ambiente de criação (Santos et al., 2010). Segundo Mollenhorst et al. (2005), a atitude de bicar telas metálicas ou qualquer outro objeto, pode ser um redirecionamento de comportamento devido à falta ou frustração do acesso a substrato, explorar o ambiente, forragear ou banho de areia.

O banho de areia trata-se de um comportamento característico e natural das aves, envolvendo uma sequência de ciscar e jogar o material sólido, maravalha e outras fibras vegetais sobre o corpo, além de movimentos rápidos de chacoalhar as penas. Além do efeito comportamental e físico, esse comportamento regula o total de camada lipídica das penas e mantem a plumagem interna mais solta (Santos et al., 2010).

As gaiolas convencionais vêm sendo o grande alvo de críticas devido ao fato de se contrapor a uma das cinco liberdades defendidas pela Farm Animal Welfare Council (FAWC), que é a liberdade de expressar seus padrões normais de comportamento. Isso porque nesse tipo de sistema de criação as condições do ambiente natural das aves, tais como cama, ninho, poleiros são inexistentes e além disso, as aves ficam desprovidas de espaço para se movimentarem livremente e ciscar. Os sistemas agroecológicos têm conceitos diferenciados dos sistemas intensivos de produção avícola porque imitam os ecossistemas naturais, proporcionando bem-estar extremamente elevado aos animais.

Domínio mental

O bem-estar animal tem forte presença nos códigos morais e nos pilares éticos de vários países e um tratamento apropriado aos animais não é visto como algo que possa ser deixado para a livre escolha dos criadores. A definição de bem-estar está diretamente relacionada à qualidade de vida do animal, que envolve determinados aspectos referentes à saúde, a felicidade e a longevidade (Martins & Pieruzzi, 2011).

O grande alvo das críticas aos sistemas convencionais de produção de aves é a restrição do comportamento, pois estas se contrapõem a uma das cinco liberdades defendidas pela FAWC, chamada de "liberdade para exercer seus padrões normais de comportamentos" (Silva & Silva, 2008). No Sistema de Produção Agroecológica Integrada e Sustentável é previsto a instalação de caracteres que simulem as condições do ambiente natural, tais como cama, ninho, poleiros e piquetes que permitem que as aves exerçam suas atitudes comportamentais.

No sistema de integração aves e produção vegetal uma forma de se garantir a boa conservação dos ovos é fazer com que as aves retornem as suas origens, ou seja, fazendo a postura em ninhos. Isso também tem uma relação muito importante no tocante ao comportamento animal, uma vez que, se presume ser da própria natureza da ave a confecção de ninhos no intuito de proteger os ovos (Gomes et al., 2007).

Os 3 "Rs" – definições

O programa de redução, refinamento e substituição é conhecido como 3Rs e teve início em 1964, através de um projeto da Federação das Universidades para o bem-estar animal, que resultou na publicação dos princípios das Técnicas Experimentais Humanas *(The principles of Humane Experimental Technique*) em 1959, por Willian Russell e Rex Burch, considerados os iniciadores dessa filosofia (Stephens et al., 2001; Cazarin et al., 2004).

Cazarin et al. (2004) citaram que na década de 60 pouca atenção foi dada a ideia dos 3Rs e alguns acontecimentos nessa área ocorreram nos anos 70, entretanto, na década de 80 a introdução de leis e convenções nacionais e internacionais baseada no programa 3Rs foi observada. No final da década de 1980, novas leis e protocolos foram criados e adotados em diversos países, não somente reconhecendo a concepção de Russell e Burch, mas também identificando as obrigações legais e morais envolvidas na busca de reduzir, refinar e substituir, sempre que possível, os procedimentos envolvendo os animais de experimentação."

O programa 3Rs é assim denominado em função das iniciais, em inglês, de seus principais objetivos: 1) redução (***R**eduction),* 2) refinamento *(**R**efinement)* e 3) substituição *(**R**eplacement*), que de forma resumida significam a minimização do número de animais utilizados na pesquisa, a melhora na condução dos estudos, no sentido de reduzir o sofrimento ao mínimo possível e melhoram o bem-estar dos animais, e a busca de métodos alternativos que, por fim, substituam os testes *in vivo*. Os dois primeiros representam os objetivos a curto-prazo e o último, a meta máxima a ser alcançada (Dipasquale & Hayes, 2001; Cazarin et al., 2004).

No artigo 2 da Declaração Universal dos Direitos dos Animais está definido que "Todo animal tem o direito de ser respeitado. O homem como espécie animal, não pode exterminar os animais ou explorá-los violando esse direito; tem o dever de pôr os seus conhecimentos ao serviço dos animais. Além disso, acrescenta que os animais têm direito a atenção, aos cuidados e a proteção do homem" (UNESCO, 1978). Por isso, atualmente, pesquisadores aceitam a inclusão de um quarto R, que se refere ao respeito pelos animais (Paranhos da Costa, 2017).

A interação do ser humano com os animais são objetos de reflexão por muitas décadas, sendo a temática do bem-estar animal gradualmente reconfigurado de um conceito político-filosófico para um conjunto de práticas com fundamentos científicos (Froehlich, 2015). Por isso, todo

este movimento em prol do programa 3Rs resultou na fundação de diversas instituições, no oferecimento de encontros/seminários e no crescente estímulo de publicações científicas, a fim de promover o desenvolvimento, a validação e a discussão de alternativas para a substituição das técnicas usuais (Cazarin et al., 2004).

Integração aves e produção vegetal

A agroecologia é uma ciência, que tem por objeto o estudo holístico dos agrossistemas, buscando o manejo de processos e recursos naturais, além de disponibilizar o conjunto de princípios gerais aplicáveis aos sistemas agropecuários sustentáveis. Um dos princípios refere-se à integração animal-vegetal que tem contribuído para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas de produção (Demuner et al., 2013).

A criação de aves se integra bem a outras importantes atividades produtivas nas propriedades da agricultura familiar, tais como fruticultura, cafeicultura e olericultura (Guelber Salles, 2005). Galvão Júnior et al. (2009) afirmaram que as aves em criação alternativa apresentam maior resistência as doenças, menores índices de mortalidade e portanto, excelente produtividade, onde os investimentos e os riscos são menores se comparados ao sistema convencional. Ressalta-se ainda que quando essas aves alternativas são produzidas em sistemas agroecológicos, a avicultura se torna uma atividade fundamental para a conservação da biodiversidade na pequena propriedade rural (Menezes, 2005).

As aves têm uma importante função na manutenção da fertilidade do agroecossistema, pois transferem os nutrientes da pastagem e das rações por elas consumidas para o solo e as plantas na forma de esterco. Além disso, outras funções lhe são associadas, como o controle de plantas "indesejáveis" e "pragas", o revolvimento do solo e sua adubação com esterco e o aproveitamento de restos de cultura (Guelber Sales, 2005).

Nesse contexto, hortas agroecológicas apresentam-se como uma proposta que vai além do cultivo de hortifrutigranjeiros de maneira

ecológica, inspira a produção de alimentos em pequena escala que é ao mesmo tempo, geradora de ocupação e de renda, e ofertante de alimentos de qualidade e diversificados (Maluf, 2011). A diversidade presente no sistema proporciona ao agricultor um melhor aproveitamento da área e permite que a comunidade obtenha uma importante complementação alimentar. Além disso, contribui para a autonomia dos modos de produção e na possibilidade de escolher o que cultivar, e o destino mais adequado que deve ser dado aos alimentos (Produção Agroecológica Integrada e Sustentável – PAIS, 2009).

A Produção Agroecológica Integrada e Sustentável, conhecida como PAIS, foi implantada em 1999, em Petrópolis no Estado do Rio de Janeiro com objetivo de criar uma alternativa de trabalho e renda para os agricultores familiares, produzindo alimentos mais saudáveis, tanto para o consumo próprio quanto para a comercialização, através da utilização de técnicas simples que são conhecidas pelos produtores rurais, sem o uso de produtos tóxicos e com a preocupação de preservação do meio ambiente (SEBRAE, 2009).

A Fundação Banco do Brasil em parceria com o Ministério da Integração e o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) formaram o chamado Comitê Gestor Nacional, iniciando a disseminação dessa tecnologia social pelo Brasil (Fundação Getúlio Vargas, 2008) e atualmente, essa tecnologia já está difundida em 11 estados brasileiros (Alagoas, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Paraíba, Piauí, Sergipe e Rio Grande do Norte).

Na prática, observa-se que o sistema PAIS é composto inicialmente por um galinheiro, posicionado no centro da horta; canteiros de formato circular, reservados ao cultivo das hortaliças; uma área destinada ao pastejo das aves, chamada de piquete; e os corredores de acesso aos piquetes (Figura 1). Todo o sistema de canteiros é irrigado por um conjunto de

fitas gotejadoras acopladas a um reservatório de água especifico para tal (PAIS, 2009).

Figura 1 - Ilustração esquemática da estrutura de um Sistema de Produção Agroecológica Integrada e Sustentável.

Fonte: PAIS (2009)

As hortas são conhecidas como mandala, devido formato circular, elas são bem adaptáveis e podem ser instaladas em pequenos espaços, como quintais ou em áreas maiores. A parte central da horta pode ser destinado a criação de animais como galinhas, patos ou peixes, no entanto, a criação de galinhas tem sido a mais utilizada, devido à alta rusticidade, a boa adaptabilidade e elevada produção de carne e de ovos características das linhagens caipiras (Souza et al., 2014). Além disso, as aves caipiras possuem bom valor agregado no mercado com a venda da carne e dos ovos. Aliado a esses benefícios também contribui, através do

seus subprodutos, para manutenção da fertilidade do solo (Gomes et al., 2007) aumentando a produtividade da horta.

Nos canteiros circulares que rodeiam a parte central são cultivadas espécies de hortaliças de acordo com a adaptação edafoclimáticas e os costumes alimentares da região também são considerados (PAIS, 2009), por isso se torna o modelo ideal para agricultura familiar.

Para esse sistema de criação são utilizadas raças de dupla aptidão, ou seja, produzem ovos de qualidade e carne. De acordo com Albino et al. (2005) para a escolha da raça a ser explorada, as principais características devem ser observadas: rusticidade (resistência a doenças e boa adaptação ao ambiente), ter média a alta capacidade de postura, bom peso ao abate, baixa mortalidade e grande capacidade de consumo de alimentos alternativos como frutas, verduras, pastos, tubérculos, dentre outros. Entretanto, outros fatores devem ser considerados, tais como: a função das aves no sistema (esterco, controle de pragas, atendimento à agroindústria caseira, embelezamento da propriedade com finalidade turística, consumo e comercialização), as exigências das raças, o manejo almejado, as preferências dos consumidores (Guelber Sales, 2005).

As aves têm acesso a um pastejo de seis a oito horas diárias e depois são confinadas a um abrigo, denominado aviário, no centro da horta. Não há necessidade de se realizar manejos específicos para as aves caipiras, relacionados ao controle de temperatura (tais como o uso de ventiladores, nebulizadores e manejo de cortinas). Desse modo há maior disponibilidade para que o produtor consiga dedicar seu tempo a outras atividades, possuir menor número de colaboradores para completar o ciclo de produção das aves, além da otimização de custos e aumento de lucros (Julião, 2003).

O piquete devem ser formados por gramíneas e leguminosas, considerando uma área de cinco metros de pasto por ave e devem ser divididos de dois a seis para melhor manejo (Santana Filho & Lima, 2012) além disso, possuir plantas de várias espécies, pequenos animais como

larvas, insetos, moluscos, além de resíduos alimentares (Albino et al., 2005). As forragens devem apresentar boa digestibilidade, crescimento estolonífero, boa taxa de rebrota, uma vez que os brotos a serem ofertados às aves devem ser novos e tenros (Caires et al., 2010). Os piquetes podem ser cercados com telas de arame, bambu, madeira, alvenaria ou mesmo pré-fabricados com 1,80 m de altura e devem se localizar em volta do galinheiro.

Outra importante prática é o consórcio da avicultura com a lavoura, conseguindo-se reduzir os custos de mão-de-obra nos tratos culturais em cultivo de plantas arbóreas (café e fruteiras por exemplo) e, aliado a isso, produzir alimento saudável para o consumo próprio e diversificar a renda dos agricultores. Segundo Gomes et al. (2007) o consórcio de aves com lavouras reduziu cerca de 45 dias/homem/ano nos tratos culturais e as aves realizaram integralmente a capina e adubação do cafeeiro. Nesse sistema foi observado baixa taxa de mortalidade das aves e incrementou em aproximadamente 10% a renda familiar, além de ter contribuído para melhora da alimentação da família, através do consumo direto (carne e ovos) ou da troca por carne bovina e suína com agricultores vizinhos.

Paranhos & Santana (2016) afirmaram que a aplicação dos princípios da agricultura natural e a aderência aos programas de certificações, implantados em todo sistema produtivo da empresa ou propriedade rural,]i9 podem ser apontados como os principais fatores de agregação de valor e consequentemente da construção de uma cadeia relevante para a agropecuária do país.

Considerações finais

A preocupação dos consumidores por produção sustentável é crescente, envolve a redução dos danos ambientais, a segurança alimentar e a busca de alimentos livres de resíduos químicos e com sabor diferenciado.

Os produtos avícolas agroecológicos possibilitam melhora na qualidade alimentar dos agricultores familiares, além de ser uma boa alternativa de renda para os trabalhadores rurais. Entretanto, o planejamento da criação dentro do sistema de produção agroecológico, deve levar em consideração a capacidade dos sistemas produtivos, além de tornar a propriedade a mais diversificada possível a fim de garantir a interação entre a sustentabilidade ambiental e as atividades econômicas e sociais das famílias.

A integração de aves com a produção vegetal pode ser uma alternativa na busca pelo bem-estar das aves por atender o modelo dos "cinco domínios" do bem-estar animal, aliado ao programa dos 3Rs. Desta forma, pode promover a diversificação da produção e o aumento da renda do agricultor familiar.

Literatura citada

ALBINO, L.F.T.; NERY, L.R.; VARGAS JÚNIOR, J.G. et al. *Criação de frango e galinha caipira. Avicultura Alternativa.* 2.ed. Viçosa-MG: Aprenda Fácil, 2005. 208p.

ANDRADE, L.M.S.; BERTOLDI, M.C. Atitudes e motivações em relação ao consumo de alimentos orgânicos em Belo Horizonte – MG. *Brazilian Journal of Food Technology*, VI SSA, p.31-40, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL – ABPA. *Relatório anual 2020.* São Paulo-SP: ABPA, 2020. 160p.

ÁVILA, V.S.; SOARES, J.P.G. *Produção de ovos em sistema orgânico.* Concórdia-SC: Embrapa Suínos e Aves; Seropédica-RJ: Embrapa Agrobiologia, 2010. 100p.

AZEVEDO, G.S.; SOUZA J.P.L.; CARDOSO, J.A. et al. Produção de aves em sistema orgânico. *Pubvet*, v.10, n.4, p.327-333, 2016.

BEHAVIOR, P. O comportamento das aves. *Brazilian Journal of Poultry Science*, v.2, n.2, 2000.

BRAGA, J.S.; MACITELLI, F.; ABREU e LIMA, V.; DIESEL, T. O modelo dos "cincos domínios" do bem-estar animal aplicado em sistemas intensivos de produção de bovinos, suínos e aves. *Revista Brasileira de Zoociências*, v.19, n.2, p.204-226, 2018.

BRASIL, R.J.M.; LIMA, C.A.R.; MACHADO, N.J.B.; CURVELLO, F.A. Exigência de lisina digestível para frangos de corte de crescimento lento. *Revista Científica Avicultura e Suinocultura*, v.4, n.2, p.040-050, 2018.

BUSNARDO, M.; CASARTELLI, E.M. Caracterização do sistema produtivo e do mercado consumidor de frango caipira na região de Uberlândia. In: IV Simpósio de Sustentabilidade e Ciência Animal, 19 a 20 de agosto de 2015. *Anais...* Niterói-RJ: Faculdade de Veterinária, Universidade Fluminense, 2015.

CAIRES, C.M.; CARVALHO, A.P.; CAIRES, R.M. Criação alternativa de frangos de corte. Artigo 106. *Revista Eletrônica Nutritime*, v.7, n.2, p.1169-1174, 2010.

CAVALCANTI, F.A.V.R. *Avicultura caipira:* estudo de mercado para a cadeia de galinha caipira. Cartilha Sebrae, 2019. 108p.

CAZARIN, K.C.; CORRÊA, C.L.; ZAMBRONE, F.A.D. Redução, refinamento e substituição do uso de animais em estudos toxicológicos: uma abordagem atual. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, v.40, n.3, p.289-299, 2004.

DEMUNER, L.F.; AZEVEDO, I.L.; FERNANDES, V. et al. Sistema de produção agroecológico de aves em aviários móveis. In: III Simpósio de Sustentabilidade & Ciência Animal, 21 e 22 de agosto de 2013. *Anais...* Disponível em: <http://sisca.com.br/resumos/SISCA_2013_032.pdf> Acessado em: 06 jul. 2020.

DIAS, J.; SOUZA, J.R.; LEITE, R.G.; SOARES, J.P.G.; GUERRA, J.G.M.; ASSIS, R.L.; ESPÍNDOLA, J.A.A. Introdução de animais em sistemas de produção de hortaliças orgânicas na Região Serrana Fluminense. *Agriculturas*, v.6, n.2, p.36-40, 2009.

DIPASQUALE, L.C.; HAYES, A.W. Acute toxicity and eye irritancy. cap. 18, p.853-916. In: HAYES, A.W. *Principles and methods of toxicology.* 4.ed. London: Taylor & Francis, 2001.

FERREIRA, D.A.; ALBANEZ, J.R.; MENDES, L.F.C. *Criação de galinha caipira*. Belo Horizonte: EMATER, 2012. 6p. Disponível em: <http://www.emater.mg.gov.br/download.do?id=17547>. Acessado em: 04/08/2020.

FRASER, A.F.; BROOM, D.M. *Farm animal behaviour and welfare*. New York: Saunders, 1990. 437p.

FROEHLICH, G. Entre índices e sentimentos: notas sobre a ciência do bem-estar animal. *Revista Florestan*, v.2, n.4, 2015.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS (FGV). *Avaliação do projeto PAIS: Relatório final*. Rio de Janeiro, 2008. 136p. Disponível em: < https://www.researchgate.net/profile/Jacob_Laros/publication/245033038_Avaliacao_de_programas_da_Fundacao_Banco_do_Brasil_desafios_e_aprendizagens/links/0c960523ad4ea9d65c000000/Avaliacao-de-programas-da-Fundacao-Banco-do-Brasil-desafios-e-aprendizagens.pdf> Acessado em: 04/08/2020.

GALVÃO JÚNIOR, J.G.B.; BENTO, E.F.; SOUZA, A.F. Diagnóstico da realidade dos criatórios de aves na comunidade base física – Ipanguaçu/RN. *Holos*, ano 25, v.4, p.120-126, 2009.

GOMES, A.P. Integração de aves com lavouras na transição agroecológica da agricultura familiar: relato de experiência em Jaguaré, ES. In: Resumos do V CBA – Manejo de Agroecossistemas Sustentáveis. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v.2, n.2, p.867-871, 2007.

CRAIG, J.V. Measuring social behavior in poultry. *Poultry Science*, v.71, p.650-657, 1992.

GUELBER SALES, M.N. *Criação de galinhas em sistemas agroecológicos*. Vitória-ES: INCAPER, 2005. 283p.

GUELBER SALES, M.N. *Trator de galinhas: resgatando o lugar da avicultura camponesa*. In: III Congreso de Agroecología y Agricultura Ecológica, 2010, Vigo. Agroecología y Soberanía Alimentaria: GIEEA/UVIGO.

JULIÃO, A.M. *Avaliação da composição centesimal e aceitação sensorial da carne de frangos de linhagens comercial e tipo colonial comercializadas em nível varejista.* Dissertação [Mestrado em Medicina Veterinária] Niterói-RJ: Universidade Federal Fluminense, 2003. 104p.

MARTINS, M.F.; PIERUZZI, P.A.P. Bem estar animal na bovinocultura leiteira. p.214-230. In: SANTOS, M.V.; RENNÓ, F.P.; SILVA, L.F.P. et al. *Novos desafios da pesquisa*

em nutrição e produção animal. Pirassununga-SP: Editora 5D; Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal, 2011. 260p.

MALUF, R.S. *Segurança alimentar e nutricional*. 3.ed. Petrópolis: Vozes, 2011.

MAUDLIN, J.M. Applications of behavior to poultry management. *Poultry Science*, v.71, p.634-642, 1992.

MELLOR, D.J. Operational details of the five domains model and its key applications to the assessment and management of animal welfare. *Animals (Basel)*, v.7, n.8, p.1-60. 2017.

MELLOR, D.J.; REID, C.S.W. Concepts of animal well-being and predicting the impact of procedures on experimental animals. *Experimental Research an Animal Welfare Collection*, p.3-18, 1994. Disponível em: <https://animalstudiesrepository .org/cgi/viewcontent.cgi?article=1006&context=exprawel>. Acessado em: 23 jul. 2020 as 11:11:00.

MENEZES, N.A. Avicultura agroecológica no planalto sul catarinense. *Agriculturas*, v.2, n.4, p.24-27, 2005.

MOLLENHORST, H.; RODENBURG, T.B.; BROKKERS, E.A.M.; KOENE, P.; BOER, I.J.M. On-farm assessment of laying hen welfare: A comparison of one environment – Based and two animal-based methods. *Applied Animal Behaviour Science*, v.90, n.3/4, p.277-291, 2005.

MUTUANDO, INSTITUTO GIRAMUNDO. *A cartilha agroecológica*. Botucatu-SP: Editora Criação Ltda., 2005. 92p.

NICOL, C.J.; LINDBERG, A.C.; PHILIPS, A.J.; POPE, S.J.; WILKINS, L.J. The effects of rearing experience on the development of feather pecking and of substrat preferences in laying hens. In. INTERN. CONG. ISAE, 34, Florianópolis-SC, Brasil, *Proceedings,* p.17-20, 2000.

PARANHOS DA COSTA, J.P. *O que há de novo no conceito de bem-estar animal*. Youtube[BR] – Ministério da Agricultura – 12/09/2017. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=I-3v9mVn6LU&t=2402s>. Acessado em 29 de julho de 2020 às 10:30:00.

PARANHOS DA COSTA, J.P.; SANT'ANNA, A.C. *Bem estar animal: como valor agregado nas cadeias produtivas de carnes.* Jaboticabal: funep, 2016. 110p.

PASTORE, S.M.; OLIVEIRA, W.P. Produção de galinhas caipiras. In: LANA, R.P.; GUIMARÃES, G.; LIMA, G.S. V Simpósio Brasileiro de Agropecuária Sustentável – SIMBRAS; II Congresso Internacional de Agropecuária Sustentável, 18 a 20 de outubro de 2013, Viçosa-MG, Brasil. *Anais de Palestras e Minicursos...* Viçosa-MG: Rogério de Paula et al., 2013. 473p.

PERDONCINI, G.; FERREIRA, J.I.; LIMA, L.M. et al. *Salmonella spp.* em ovos produzidos em sistema agroecológico. *Revista Agrocientífica*, v.1, n.1, p.33-42, 2014.

PINHEIRO, S.R.F.; DOURADO, L.R.B.; SILVA, E.P. et al. Nutrição de aves caipiras criadas em sistema semiconfinado. In: SAKOMURA, N.K.; SILVA, J.H.V; COSTA, F.G.P. et al. *Nutrição de não ruminantes.* Jaboticabal-SP: FUNEP, 2014. 678p.

PRODUÇÃO AGROECOLÓGICA INTEGRADA E SUSTENTÁVEL – PAIS: MAIS ALIMENTO, TRABALHO E RENDA NO CAMPO. *Saiba como produzir alimentos saudáveis e preservar o meio ambiente*. Brasília-DF: Sebrae, 2009.

SALES, M.N.G.; GARCIA, R.A.M.; PINHEIRO MACHADO, F.L.C.; PADILHA, J.C.F.; SILVEIRA, T.D.; DINON, P.S.L. *Isa Brown and native brazilian chicks raised on posture display similar behavior*. In: Intern. Congresso of the ISAE, 34. Florianópolis, Brazil, 2000. Proceedings.

SANTANA FILHO, E.P.; LIMA, D.J. *Criação de aves semiconfinadas*. Ilheus, Ceplac/ Cenex. 2012, 48p.

SANTOS, M.J.B.; PANDORFI, H.; ALMEIDA, G.L.P.; MORRIL, W.B.; PEDROSA, E.M.R.; GUISELINI, C. Comportamento bioclimático de frangos de corte caipira em piquetes enriquecidos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, n.05, p.554-560, 2010.

SILVA, I.J.O.; SILVA, K.O. *Impactos do bem-estar na produção de ovos.* In: VI Congresso de Produção e Comercialização e Consumo de ovos – APA, 2008. Disponível: <http://www.nupea.esalq.usp.br/admin/modSite/arquivos/imagens/b05d4e889b262efdc020182a8ee65f32.pdf>. Acessado em 15 jul. 2020 as 12:00:00.

SIQUEIRA, A.F. *Criação, manejo e comercialização de galinhas caipiras e ovos.* In: XI Seminário Nordestino de Pecuária – PEC Nordeste. Fortaleza-CE: 2007. 19p. Disponível em: <www.racoesagromix.com.br/textos_arquivos/PALESTRA_01_ manejo.pdf > Acessado em 08 jul. 2020 às 15:58:00.

SOUZA, N.A.; OLIVEIRA, J.F.; HOLANDA, J.S. et al. *Sistema de produção de aves caipira.* v.3, 2.ed. Natal-RN: Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte – EMPARN, 2010. 31p. (Circuito de tecnologias adaptadas para a agricultura familiar, 07).

SOUZA, N.A.; OLIVEIRA, J.F.; HOLANDA, J.S. et al. *Produção de galinhas caipiras.* Natal-RN: Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte – EMPARN, 2014. 18p. (Série Sistemas de produção, 02).

STEPHENS, M.L.; GOLDBERG, A.M.; ROWAN, A.N. The first forty years of the alternatives approach: refining, reducing, and repalcing the use of laboratory animals. chapter 8. In: ROWAN, A.N. *The state of the animals 2001*. Washington: Humane Society Press, 2001. Disponível em: <http://files.hsus.org/webfiles/PDF/MARK_State_of_Animals_Ch_08.pdf>. Acesso em: 15 julho. 2020 as 11:24:00.

TINÔCO, I.F.F. A granja de frangos de corte. p.55-84. In: MENDES, A.A.; NÄÄS, I.A.; MACARI, M. *Produção de frangos de corte.* Campinas-SP: FACTA, 2004.

UNESCO. *Declaração universal dos direitos dos animais*. 1978. Disponível em: < http://www.urca.br/ceua/arquivos/Os%20direitos%20dos%20animais%20UNESCO.pdfAcessado 27 de jul. 2020.

VIEITES, F.M.; SOUZA, C.S. Avicultura agroecológica. In: VI Simpósio Brasileiro de Agropecuária Sustentável – SIMBRAS. III Congresso Internacional de Agropecuária Sustentável, Viçosa-MG, 26 e 27 de setembro. In: LANA, R.P. et al. (Org.). *Anais de palestras...* Sustentabilidade na produção de ruminantes. 6.ed. Viçosa-MG: Os editores, v.6, p.221-239, 2014.

VIEITES, F.M.; SOUZA, C.S.; URIBE, J.F.C. Produção de frangos e galinhas caipiras. p.168-194. In: LANA, R.P.; SANTOS, R.H.S.; PRIORE, S.E.; FERNANDES FILHO, E.I. (Orgs.). V Simpósio de Pós-Graduação em Agroecologia – SIMPA da Universidade Federal de Viçosa-MG. *Anais de Palestras...* Agroecologia: estratégias e perspectivas. 5.ed. Viçosa-MG: Os Editores, 2016.

14. DEZ ANOS DE PESQUISA E EXTENSÃO EM AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL

Diogo Vivacqua de Lima[1], Elvanio Mozelli[2], Geicimara Guimarães[3]

[1]Professor e médico veterinário DSc – Faculdade Multivix Castelo.
[2]Graduando em medicina veterinária – Faculdade Multivix Castelo.
[3]Mestre em Agroecologia/UFV; geicimara.guimaraes@ufv.br

RESUMO – O Brasil por se tratar de um país de grande extensão territorial de clima tropical, tem as condições favoráveis para produção de grãos e forragens, desta forma tem posição de destaque no cenário mundial na produção animal, tendo o posto de maior exportador de carne bovina e segundo maior produtor e rebanho. A produção brasileira de carne bovina é basicamente a pasto, modalidade que vem ganhando destaque no mercado internacional abrindo janela para um novo nicho de mercado, a da chamada grass fed beef, para atender essa demanda é necessário investir em tecnologia de ponta e tecnificação da produção, utilizando gramíneas de alto desempenho, irrigação de pastagem, correção de solo e melhoramento genético, desta forma é possível aumentar a taxa de lotação em 157% utilizando 3 UA/ha ano. Essa pecuária mais intensiva gera mais lucro ao produtor, se torna sustentável e é ecologicamente correta, uma vez que irá se produzir mais em menos área, além de encurtar o ciclo produtivo, fornecendo aos consumidores alimentos de extrema qualidade. O trabalho de empresas relacionadas à pesquisa e extensão é fundamental para o fortalecimento da pecuária brasileira.

Palavras chave: extensão, pecuária, pesquisa, produção, sustentável.

TEN YEARS OF RESEARCH AND EXTENSION IN SUSTAINABLE AGRICULTURE

***ABSTRACT** – Brazil, because it is a country with a large territorial extension of tropical climate, has favorable conditions for grain and fodder production, thus has a prominent position in the world scenario in animal production, having the rank of the largest exporter of beef and second largest producer and herd. The Brazilian production of beef is basically pasture, a modality that has been gaining prominence in the international market opening a window to a new market niche, that of the so-called grass beef, to meet this demand it is necessary to invest in cutting-edge technology and production technicality, using high performance grasses, pasture irrigation, soil correction and genetic improvement, so it is possible to increase the stocking rate by 157% using 3 AU/*

ha year. This more intensive livestock generates more profit for the producer, becomes sustainable and is ecologically correct, since it will produce more in less area, besides shortening the production cycle, providing consumers with food of extreme quality. The work of companies related to research and extension is fundamental for the strengthening of Brazilian livestock.

Keywords: *extension, livestock, production, research, sustainable.*

Introdução

A agropecuária brasileira e mundial teve grandes avanços nas últimas décadas (Barros et al., 2019), graças ao trabalho de pesquisas pioneiras que tornaram a produção no campo mais sustentável. O Brasil é o 5° pais no ranking mundial em extensão territorial (IBGE, 2020), suas terras em suma maioria são de clima tropical, com bons índices pluviométricos, e ótima quantidade de horas de sol durante o dia (Dias-Filho & Andrade, 2006), propiciando o ambiente ideal no cultivo vegetal e consequentemente o plantio de gramíneas para alimentação do gado (Paulino et al., 2006).

Não é à toa que o Brasil recebe o título de seleiro mundial, justamente por sua grande aptidão pela produção agrícola e a capacidade de exportação de alimentos para outros países (Busch, 2010; Matos & Marafon, 2020), contudo esse cenário era completamente diferente no século passado, a produção agrícola era baixa, sem tecnificação e de caráter exploratório, nesse período o Brasil era importador de grãos, carne e leite (Folha de São Paulo, 2018), o aumento da produtividade se deu através de pesquisas e trabalhos de extensão (Moretti, 2020).

Fatos importantes na história do agro brasileiro ocorreram no século XX, como as principais importações de bovinos da raça Nelore da Índia nos anos 60 (Oliveira et al., 2002), essa raça hoje representa 80% do efetivo de corte brasileiro (ACNB [21-]), com a importação desses animais ocorreu um melhoramento genético do gado já existente no país (Sarcinelli et al., 2007; Manicardi, 2011; ACNB [21-]), os anos

subsequentes foram marcados pelo início do cultivo das *Brachiarias spp.*, e a fundação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa em 1972 (Euclides Filho, 2008; Teixeira & Hespanhol, 2014; Embrapa [21-?]).

Esses três acontecimentos convergiram para o aumento na produção e do rebanho bovino nacional, além de possibilitar o desbravamento e posterior cultivo de terras no Centro-Oeste brasileiro na década de 70, antes improdutivas (Alvim et al., 2002; Oliveira et al., 2002; Kluthcousk et al., 2013; Cunha, 2020). Após a criação da Embrapa houve um recrutamento de pesquisadores que trabalharam para aumentar a produção agrícola no País, isso ocorreu gradativamente e em 2004 o Brasil se tornou o maior exportador de carne bovina e posteriormente o segundo maior produtor (Belik & Vian [21-]; Sarcinelli et al., 2007; Fernandes et al., 2015; Santos, 2017; Cozer Junior et al., 2019).

Referencial teórico

O Brasil mantém a posição de maior exportador e segundo maior produtor e rebanho até os dias atuais, diferindo apenas dos números, houve um crescimento considerável na produção de carne bovina brasileira nos últimos 10 anos, são 213,68 milhões de cabeças e em 2019 foram produzidos 10,49 milhões de toneladas de carne bovina no Brasil (Sarcinelli et al., 2007; ABIEC, 2020), sendo que 2,48 milhões de toneladas (23,6%) foram destinadas ao mercado externo. A cada ano o rebanho bovino brasileiro se torna mais produtivo, em 2019 foram abatidas 43,3 milhões de cabeças, que tiveram um peso médio de 242,27 kg e rendimento médio de carcaça em torno de 51,3 a 54,3%. Toda essa movimentação rendeu ao país 618,50 bilhões de reais, contabilizado 8,5% do produto interno bruto (PIB) (Ribeiro et al., 2005; Valle & Pereira, 2019; ABIEC, 2020).

No entanto essa produção é baixa comparado a produção de outros países que possuem uma pecuária mais tecnificada, como os EUA (Isaac,

2008; Dias-Filho, 2014), os Americanos tem um rebanho menor que o rebanho brasileiro, porém com uma produção maior (Compre Rural, 2019; ABIEC, 2020), isso é explicado pela intensificação da produção. No Brasil a taxa de lotação média gira em torno de 0,9 a 1 unidade animal hectare ano (Isaac, 2008; Dias-Filho, 2014), em manejos mais modernos a taxa de lotação pode chegar até 5 UA/ha ano. Esse número esse número pode ser alcançado por meio do uso da tecnologia (Martha Júnior et al., 2003; Silva et al., 2005; Barioni et al., 2006).

A uma demanda mundial por produtos produzidos de forma sustentável, saudáveis e com qualidade, que não agrida o meio ambiente (Neves, 2012; Wesp-Guterres et al., 2013), desta forma é preciso produzir mais em menos área, garantido desta forma a preservação do meio ambiente e atender a demanda mundial por alimentos (Costa Junior & Piatto, 2016), sendo assim é preciso tecnificar a produção. Nos últimos anos vem sendo empregada nas Fazendas à pecuária intensiva, ou seja, uso de ferramentas, manejos e tecnologias para aumentar a produção (Amorim, 2019). Isso foi possível mediante pesquisas realizadas.

O Brasil por conta de sua extensão territorial e clima tem aptidão para criação extensiva do gado a base de pasto (Dias-Filho & Andrade, 2006; Paulino et al., 2006), porém esse tipo de criação se mal manejado pode se tornar inviável (Euclides Filho, 2008; Kluthcousk et al., 2013; Teixeira & Hespanhol, 2014). Para atender à crescente demanda por carne, é preciso tecnificar a produção, o produtor deve produzir capim, com o avanço das pesquisar, desenvolveu-se forrageiras modernas, resistentes a pragas, com boa produção de massa seca e com bom teor de proteína, a utilização dessas gramíneas pode aumentar consideravelmente a taxa de lotação por hectare/ano (Paciullo & Gomide, 2016).

Os *Panicuns spp.* tem sido fortemente empregados em manejos intensivos, justamente por apresentarem as qualidades citadas (Paciullo & Gomide, 2016), no entanto são forrageiras exigentes quanto a fertilidade do solo e disponibilidade de água (Sousa Júnior, 2018), para usufruir

de todos os benefícios que a planta fornece é interessante a adoção da irrigação da pastagens e correção do solo, essas práticas elevam muito a produção de matéria seca da gramínea e consequentemente a produção de carne. Gerando um custo benefício favorável ao produtor (Pereira & Polizel, 2016).

Outro manejo que contribui para o aumento da produção é a adoção de pastejo rotacionado (Gomide, [2-1?]), ou seja, a invernada (pasto de grande dimensão) é dividida em lotes menores, e os animais se alimentam de 1 a 3 dias em cada piquete, no dia seguinte eles são transferidos para o próximo piquete, desse modo ao final de um certo tempo, geralmente 30 a 45 dias, os animais retornam ao piquete 1 (Pereira & Polizel, 2016), esse período de descanso possibilita que a planta se recupere favorecendo uma nova brotação (Silva & Janmilly, 2018).

O uso da tecnologia é indispensável para o avanço da pecuária brasileira, e a cada dia se torna mais presente no meio rural, como por exemplo, a pesagem de animais através de uma câmera (Sakamoto, 2019). A necessidade de otimizar os serviços e a escassez de mão de obra qualificada tornaram o meio produtivo cada vez mais dependente da tecnologia, seu advento proporciona ganhos incalculáveis aos pecuaristas (Gelinski Neto, 2012; Matos & Marafon, 2020). Startup, aplicativos de celular, softwares, robôs, drones e inteligência artificial são exemplos de tecnologias empregadas largamente em propriedades tecnificadas (Amorim, 2019; Medeiros, 2019).

Chamada de *Pecuária 4.0*, a revolução digital chegou ao campo para ficar, são inovações que facilitam o manejo e dão orientações ao pecuarista (Castro Júnior, 2018), como é o caso da Startup Agrosmart, que indica quando irrigar a pastagem e quanto de água utilizar, essas avaliações são feitas por imagens de satélites e sensores instalados no pasto (Portal DBO, 2018). Basicamente o mesmo mecanismo usado pelo Agronow, que demonstra o melhor momento ideal de pastejo para o gado no piquete e a disponibilidade de matéria seca (Lemos, 2017; Portal DBO,

2018). Outra Startup muito utilizada é a Olho do Dono, que consiste na pesagem do gado através de uma câmera 3D (Sakamoto, 2019).

A utilização da tecnologia, acompanhamento técnico e adoção de manejos mais adequados elevam a produtividade animal e intensificam a produção (Dias-Filho, 2010; Tavares & Prado, 2012; Machado et al., [21-?]; Guidolin, 2019; Leal, 2019), contudo não são todos os pecuaristas que adotam essas práticas. O Brasil possui cerca de 112.174.148 milhões de hectares de pastagens cultivadas, ou seja, 70% das pastagens totais (IBGE, 2017), se apenas as pastagens cultivavas recebessem tratamento mais intensivo e adequado, poderia se chegar a uma taxa de lotação mediana de 3 UA/ha ano (Isaac, 2008), elevando o rebanho bovino brasileiro a 335.325.822 milhões de cabeças, um aumento de 157% do efetivo nacional.

A estudos que afirmam que essa taxa de lotação pode chegar facilmente a 5 ou 6UA/ha ano, elevando ainda mais o tamanho do rebanho brasileiro e sua produção (Isaac, 2008), além do aumentar o número de animais, o manejo intensivo favorece a produção de alimentos de maior qualidade, pois a terminação do gado ocorre em menor tempo, sendo abatidos mais jovens (Sainz & Araujo, 2001; Luchiari Filho, 2006). Além dos fatores abióticos, o sucesso da produção de deve também aos animais, pesquisas favoreceram o melhoramento genético dos bovinos, possibilitando o abate com 18 meses apresentando conformação e rendimento de carcaça e acabamento de gorduras ideias (Felício & Viacava, 2000; Sainz & Araujo, 2001).

Os consumidores estão cada vez mais exigentes quanto à qualidade e procedência da carne (Luchiari Filho, 2006; ABCZ, 2016), diante disso vem aumentado um novo nicho de mercado, a produção de carne a pasto, ou também chamada de grass fed beef (Silva & Haryson, 2017), esse tipo de produção mais natural caiu no gosto do consumidor internacional, pois a carne a pasto apresenta características organolépticas diferentes da carne oriunda de animais confinados, a mesma tem sabor mais suave,

menos gordura marmorizada, melhor capa de gordura e teores elevados de ácidos graxos ómega 3 (Daley et al., 2010; Moore, 2016; Silva & Haryson, 2017).

O mercado também está atento a boas práticas de criação, e exercem forte pressão nesse quesito (Bridi et al., [21-]), hodiernamente é imprescindível a adoção das práticas de bem estar animal, dando aos animais uma melhor condição de vida como água e alimento de boa qualidade, conforto térmico, manejo adequado ou também chamado de lida gentil e um abate humanitário (Paranhos da Costa, 2000; Paranhos da Costa et al., 2002). Nesse sentido a tecnologia atua positivamente, pois seu uso contribui para agilizar os procedimentos com os animais, diminuído o estresse, além da possibilidade da rastreabilidade, o consumidor terá todas as informações sobre a vida do animal (Martins & Lopes, 2003).

Empresas como Embrapa, universidades, institutos e iniciativa privada tem papel fundamental no aumento da produção agropecuária (Scholze & Chamas, 2000; Ferraz; Eler, 2010), são estás instituições que realizam a maioria das pesquisas e inovações para o campo, deve-se destacar também a importância de órgãos de extensão como o Serviço Nacional de Aprendizagem Rural – Senar, que realiza treinamento e capacitação do produtor rural, possibilitando ao mesmo aplicar os conhecimentos adquiridos e aumentar a produção (Senar, 2020).

A realização de uma pecuária mais intensiva reflete em aumento da produtividade (Dias-Filho, 2010; Tavares & Prado, 2012), sendo então possível a redução da área utilizada e seu destino a outras atividades, consequentemente irá gerar mais receita ao produtor, tornando uma atividade mais sustentável, que deve ser alinhada a questão ambiental na preservação dos recursos naturais (Dias-Filho, 2010, 2014; Primavesi, 2007).

Conclusões

As pesquisas realizadas em prol da agropecuária tiveram papel de destaque na evolução da atividade principalmente nos últimos dez anos, a implementação de sistemas mais tecnificados tem contribuído pra aumentar a produção animal e suprir a demanda nacional e internacional por alimentos, demanda está cada vez mais exigentes e atentos aos meios de produção como os sistemas sustentáveis e ecologicamente corretos, os consumidores querem produtos de qualidades.

Literatura citada

ALVIM, M.J.; BOTREL, M.A.; XAVIER, D.F. *As principais espécies de Brachiaria utilizadas no país*. Juiz de Fora, MG: Embrapa Gado de Leite, Comunicado Técnico 22, 2002. p.4.

AMORIM, B. Da indústria 4.0 ao gado de corte 4.0: tendências para o bem-estar animal e segurança no setor. In: *Blog CERTI*., s.l. 27 de agosto de 2019. Disponível em: https://certi.org.br/blog/seguranca-e-bem-estar-animal/. Acesso em: 23 de junho 2020.

AS diferenças do confinamento: Brasil x Eua. In: *Compre Rural*, s.l., 12 fev. 2019. Disponível em: https://www.comprerural.com/as-diferencas-do-confinamento-brasil-x-eua/. Acesso em: 14 de junho 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE (ABIEC). *Beef Report: perfil da pecuária no Brasil*. Relatório anual 2020, 2020. s.p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE ZEBU – ABCZ. *Qualidade da carne*. In: zebu.org.br. 20 de dezembro de 2016. Disponível em: http://www.zebu.org.br/Home/Conteudo/13237-Qualidade-da-carne. Acesso em: 25 de junho 2020.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS CRIADORES DE NELORE DO BRASIL – ACNB. *Histórico*. In: Nelore.org.br. s.p. [21-?].

BARIONI, L.G. et al. Planejamento alimentar e ajustes de taxa de lotação em fazendas de pecuária de corte. In: II SIMBOI - Simpósio sobre desafios e novas tecnologias na bovinocultura de corte, 2006, Brasília. *Anais*... Brasília: v.2, p.1-31, 29-30 abr. 2006.

BARROS, G.S.A.C. et al. Os ganhos de produção se refletiram em geração de maior renda para o agronegócio brasileiro nas últimas décadas? *Revista de Economia e Agronegócio*, s.l, v.17, n.2, p.319-338, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Leandro_Gilio/publication/337947252_OS_GANHOS_DE_PRODUCAO_SE_REFLETIRAM_EM_GERACAO_DE_MAIOR_RENDA_PARA_O_AGRONEGOCIO_BRASILEIRO_NAS_ULTIMAS_DECADAS/links/5df772ec299bf10bc35f1c54/OS-GANHOS-DE-PRODUCAO-SE-REFLETIRAM-EM-GERACAO-DE-MAIOR-RENDA-PARA-O-AGRONEGOCIO-BRASILEIRO-NAS-ULTIMAS-DECADAS.pdf. Acesso em: 15 de junho 2020.

BELIK, W.; VIAN, C.E.F. Agricultura, comércio internacional e consumo de alimentos no Brasil. In: Grupo de pesquisa sugerido: 3 - Políticas Comércio Exterior, [21-], s.l. *Anais...* s.l.: [21-] p.1-16. Disponível em: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/48962212/Agricultura_Comrcio_Internacional_e_Cons20160919-10453-1r10rlv.pdf?1474297066=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DAgricultura_Comercio_Internacional_e_Con.pdf&Expires=1594928672&Signature. Acesso em: 20 de junho 2020.

BRIDI, A.M.; CONSTANTINO, C.; TARSITANO, M.A. *Qualidade da carne de bovinos produzidos em pasto*. s.l. p.18. [21-]. Disponível em: http://www.uel.br/grupopesquisa/gpac/pages/arquivos/PALESTRA%20SIMPASTO%202011.pdf. Acesso em: 20 de junho 2020.

BUSCH, A. *Brasil, o país do presente: o poder econômico do "gigante verde"*. Tradução Flávio Quintiliano. São Paulo: Cultrix, 2010.

CASTRO JÚNIOR, S.L. Pecuária 4.0: A era digital chega à produção animal. *Portal Biossistemas Brasil*. s.l., 01 nov. 2018. Disponível em: http://www.usp.br/portalbiossistemas/?p=8138. Acesso em: 25 de junho 2020.

COSTA JUNIOR, C.; PIATTO, M. *Boas práticas agropecuárias reduzem as emissões de GEE e aumentam a produção de carne na Amazônia*. Piracicaba, SP: Imaflora, 2016.

COZER JUNIOR, A. et al. Viabilidade de negócio em sistemas de engorda de gado de corte confinado e semi-confinado. *Revista Científica FAZER*, Faculdade Anglicana de Erechim, RS, v.7, n.1. 2019. Disponível em: https://www.legiaodacruz.com.br/wp-content/uploads/2019/09/ARTIGO-03.pdf. Acesso em: 19 de junho 2020.

CUNHA, C.F.C. *Análise de viabilidade da produção de carne bovina premium via confinamento*. 2020. Dissertação. (Mestrado em Agronegócio) – Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2020. p.69. Disponível em: https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/29067/dissertacao%20mestrado_v8_PDF%20v2.pdf?sequence=5&isAllowed=y. Acesso em: 13 de junho 2020.

DALEY, C.A. et al. Uma revisão do perfil de ácidos graxos e do conteúdo de antioxidantes em bovinos alimentados com capim e grãos. *Nutrition Journal*, v.9, n.10, 2010. Disponível em: http://www.nutritionj.com/content/9/1/10. Acesso em: 22 de junho 2020.

DIAS-FILHO, M.B. *Diagnóstico das pastagens no Brasil*. Belém, Pará: Embrapa Amazônia Oriental-Documentos, 2014.

DIAS-FILHO, M.B. *Produção de bovinos a pasto na fronteira agrícola*. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2010. p.32.

DIAS-FILHO, M.B.; ANDRADE, C.M.S. *Pastagens no trópico úmido*. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. p.31.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. *História da Embrapa*. EMBRAPA, s.l., s.p., [21?]. Disponível em: https://www.embrapa.br/memoria-embrapa/a-embrapa. Acesso em: 13 de junho 2020.

EUCLIDES FILHO, K. A pecuária de corte no cerrado brasileiro. In: FALEIRO, F.G.; FARIAS NETO, A.L. de (Ed. Tec.). *Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais*. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. Cap.17, p.612-644.

FELÍCIO, P.E.; VIACAVA, C. Programa da ACNB para a carne Nelore. 2000, Ribeirão Preto. *Anais*...São Paulo: Associação de Criadores de Nelore do Brasil, 2000. p.65-69.

FERNANDES, G.A. et al. Produção de novilhos superprecoce a pasto: uma revisão. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*, v.9, n.3, p.553-579, 2015. Disponível em: http://www.higieneanimal.ufc.br/seer/index.php/higieneanimal/article/view/255/987. Acesso em: 29 de junho 2020.

FERRAZ, J.B.S.; ELER, J.P. Parceria público x privada no desenvolvimento de pesquisa em melhoramento genético animal. *Revista Brasileira de Zootecnia*, s.l.

v.39, p.216-222, 2010 (supl. especial). Disponível em: https://www.rbz.org.br/wp-content/uploads/articles_xml/1516-3598-rbz-S1516-35982010001300024/1516-3598-rbz-S1516-35982010001300024.pdf. Acesso em: 14 de junho 2020.

Folha de São Paulo. *FAO mostra Brasil de importador a exportador de alimentos em duas décadas*. In: CNA, s.l., 19 jul. 2018. Disponível em: https://www.cnabrasil.org.br/noticias/fao-mostra-brasil-de-importador-a-exportador-de-alimentos-em-duas-decadas. Acesso em: 13 de junho 2020.

GELINSKI NETO, G. *Tecnologia na agricultura: produtividade e renda*. Universidade Federal de Santa Catarina–UFSC, 2012. Disponível em: https://fgelneto.paginas.ufsc.br/files/2011/08/TEC-NA-AGRICULTURA-VERS%C3%83O-FINAL-CORRIGIDA.pdf. Acesso em: 23 de junho 2020.

GOMIDE, C.A.M. Pastejo rotacionado. *Intelactus*, s.l., p.8-10, [21-?]. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/156455/1/Cnpgl-2016-PanLeite84-Pastejo.pdf. Acesso em: 20 de junho 2020.

GUIDOLIN, D. Futuro da pecuária no Brasil. In:_____. Tecnologia e inovação. *Agroanalysis*, s.l., p.36-37, mar. 2019. Disponível em: http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/agroanalysis/article/viewFile/79653/76202. Acesso em: 18 de junho 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Comissão nacional de classificação: países mais extensos do mundo*. 2020. Disponível em: https://cnae.ibge.gov.br/en/component/content/article/94-7a12/7a12-vamos-conhecer-o-brasil/nosso-territorio/1461-o-brasil-no-mundo.html. Acesso em: 15 de junho 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Estabelecimentos: utilização das terras em hectares*. Censo Agropecuário 2017. Brasil: 2017. Disponível em: https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/estabelecimentos.html. Acesso em: 03 de maio 2020.

ISAAC, F.L. Pecuária de corte: qual é o potencial brasileiro? In: *SCOT Consultoria.* quarta-feira, 23 de abril de 2008. Disponível em: https://www.scotconsultoria.com.br/imprimir/noticias/3463. Acesso em: 27 de junho 2020.

KLUTHCOUSKI, J. el al. Braquiária na agropecuária brasileira: uma história de sucesso. In: CECCON, G. (Ed. Tec.). *Consórcio milho-braquiária*. Brasília, DF: Embrapa Agropecuária Oeste, 2013. Cap. 1, p.15-27.

LEAL, A. Visão e posição. In:_____. Tecnologia e inovação. *Agroanalysis*, s.l., p.35-36, mar. 2019. Disponível em: http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/agroanalysis/article/viewFile/79653/76202. Acesso em: 18 de junho 2020.

LEMOS, G.S. *Ecossistema de startups Agtech no Brasil: Inovação, competitividade e upgrading no agronegócio*. Monografia. (Bacharel em Gestão do Agronegócio) – Universidade de Brasília – Faculdade de Planaltina, Planaltina – DF, 2017.

LUCHIARI FILHO, A. Produção de carne bovina no Brasil qualidade, quantidade ou ambas? In: II SIMBOI - SIMPÓSIO SOBRE DESAFIOS E NOVAS TECNOLOGIAS NA BOVINOCULTURA DE CORTE. 29-30, abr. 2006. Brasília, DF. *Anais eletrônicos...* Brasília, DF: 2006. p.10. Disponível em: http://abccriadores.org.br/images/upload/produo%20de%20carne%20bovina%20no%20brasil.pdf. Acesso em: 20 de junho 2020.

MACHADO, J.G.C.F.; NANTES, J.F.D.; ROCHA, C.E. *Um estudo multicaso na pecuária de corte: o processo de informatização na produção da carne bovina*. s.l.: s.n., [21-?]. Disponível em: http://www.gepai.dep.ufscar.br/pdfs/1086874068_SBIAgro_2001.PDF. Acesso em: 18 de junho 2020.

MANICARDI, F.R. *Estimativas de parâmetros genéticos e estudo comparativo de índices de seleção fenotípico e genético em provas de ganho de peso na raça Nelore*. 2011. Dissertação. (Mestrado em Zootecnia) – Universidade de São Paulo Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Pirassununga, 2011.

MARTHA JÚNIOR, G.B. et al. ***Área de*** *piquete e taxa de lotação no pastejo rotacionado*. Brasília: Embrapa, 2003.

MARTINS, F.M.; LOPES, M.A. *Rastreabilidade bovina no Brasil*. Lavras: UFLA, 2003.

MATOS, P.F.; MARAFON, G.J. A modernização da agricultura no Brasil e as tramas do agronegócio. In: MARAFON, G.J.; MARCELO, C.C.; PESSOA, V.L.S. (Org.). *Temas em Geografia Rural*. 2.ed. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2020. cap. 13. s.p.

MEDEIROS, S.R. Pequeno glossário para a Agropecuária 4.0. *Portal DBO*, s.l., 19 ago. 2019. Disponível em: https://www.portaldbo.com.br/pequeno-glossario-para-a-agropecuaria-4-0/. Acesso em: 25 de junho 2020.

MOORE, A. Guia da carne bovina produzida a pasto. In: *BeefPoint*, s.l., 06 jul. 2016. Disponível em: https://www.beefpoint.com.br/guia-da-carne-bovina-produzida-a-pasto/. Acesso em: 25 de junho 2020.

MORETTI, C.L. Investir em pesquisa agropecuária traz retorno para a sociedade brasileira. *Revista de Política Agrícola*, s.l, v.1, n.1, p.3-5, jan./mar. 2020. Disponível em: file:///D:/Usu%C3%A1rio%2009-04-2019/Downloads/1584-3299-1-PB.pdf. Acesso em: 16 de junho 2020.

NEVES, D.A.L. *Escolhas estratégicas para produção de carne bovina orgânica no Brasil*. 2012. Dissertação. (Mestrado em Agronegócios) - Universidade de Brasília Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, 2012. p.114.

OLIVEIRA, J.H.F.; MAGNABOSCO, C.U.; BORGES, A.M.S.M. *Nelore: base genética e evolução seletiva no Brasil*. Planaltina, Distrito Federal: Embrapa Cerrados, 2002. p.54.

PACIULLO, D.S.; GOMIDE, C.A.M. As contribuições de Brachiaria e Panicum para a pecuária leiteira. In: VILELA, D. et al. (Ed. Téc.). *Pecuária de leite no Brasil: Cenários e avanços tecnológicos*. Brasília, DF: Embrapa, 2016. parte 2, cap. 2, p.167-186.

PARANHOS DA COSTA, M.J.R. Ambiência na produção de bovinos de corte a pasto. *Anais de Etologia...*, v.18, p.26-42, 2000. Disponível em: http://www.grupoetco.org.br/arquivos_br/pdf/ambiprodbo.pdf. Acesso em: 01 de julho 2020.

PARANHOS DA COSTA, M.J.R. et al. Contribuição dos estudos de comportamento de bovinos para implementação de programas de qualidade de carne. In: ALBUQUERQUE, F.S. (org.) *Anais do XX Encontro Anual de Etologia*. Natal: Sociedade Brasileira de Etologia, 2002. p. 71 – 89. Disponível em: http://grupoetco.org.br/arquivos_br/pdf/contriestcomp.pdf. Acesso em: 18 de junho 2020.

PAULINO, M.F. et al. Bovinocultura de precisão em pastagens. In: I SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE E V SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2006. *Anais...*, v.5, p.361-412, 2006. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Eduardo_Henrique_Moraes/publication/281638152_BOVINOCULTURA_DE_PRECISAO_EM_PASTAGENS/links/55f19a9608ae199d47c35971.pdf. Acesso em: 28 de junho 2020.

PEREIRA, L.E.T.; POLIZEL, G.H.G. *Princípios e recomendações para o manejo de pastagens*. Pirassununga: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, 2016.

Portal DBO. Vem aí a Pecuária 4.0. você já ouviu falar? *Portal DBO*, s.l., 12 nov. 2018. Disponível em: https://www.portaldbo.com.br/vem-ai-a-pecuaria-4-0-voce-ja-ouviu-falar/. Acesso em: 25 de junho 2020.

PRIMAVESI, O. *A pecuária de corte brasileira e o aquecimento global*. São Carlos, São Paulo: Embrapa Pecuária Sudeste, 2007. p.41. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/47808/1/Documentos72.pdf. Acesso em: 24 de junho 2020.

RIBEIRO, C.F.A.; ALMEIDA, O.T.; RIBEIRO, S.C.A. Exportação brasileira de carne bovina: uma análise de comércio exterior. In: IX ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E V ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 2005, São José dos Campos. *Anais...* São José dos Campos: Universidade do Vale do Paraíba, 2005. p.1894-1897. Disponível em: https://biblioteca.univap.br/dados/INIC/cd/epg/epg6/epg6-30.pdf. Acesso em: 27 de junho 2020.

SAINZ, R.D.; ARAUJO, F.R.C. *Tipificação de carcaças de bovinos e suínos*. Animal Science Dept., University of California, Davis, CA, USA. Trabalho apresentado no I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carne, São Pedro, SP, 22-25 outubro, 2001.

SAKAMOTO, F. Startup brasileira participa do maior evento de inovação no Vale do Silício. *Globo Rural*, s.l., 01 out. 2019. Disponível em: https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Criacao/Boi/noticia/2019/10/startup-brasileira-participa-do-maior-evento-de-inovacao-no-vale-do-silicio.html. Acesso em: 21 de junho 2020.

SANTOS, P.M. *Evolução da raça nelore no Brasil*. 2017. Dissertação (Bacharel em Zootecnia) - Universidade Federal de Goiás Regional Jataí, Jataí, GO, 2017. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/186/o/Pablo_Maciel_Santos.pdf. Acesso em: 30 de junho 2020.

SARCINELLI, M.F.; VENTURINI, K.S.; SILVA, L.C. Abate de bovinos. *Boletim Técnico - PIE-UFES*, Universidade Federal do Espírito Santo, 2007. s.p. Disponível em: http://www.agais.com/telomc/b01507_abate_bovinodecorte.pdf. Acesso em: 29 de junho 2020.

SCHOLZE, S.; CHAMAS, C. Instituições públicas de pesquisa e o setor empresarial: o papel da inovação e da propriedade intelectual. *Parcerias Estratégicas*, s.l., n.8, p.85-91, mai. 2000.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL – SENAR. O que é o ensino a distância SENAR? *SENAR*, s. l., [21-?]. Disponível em: http://ead.senar.org.br/sobre/. Acesso em: 30 de junho 2020.

SILVA, H.P. *Qualidade da carne de bovinos terminados em sistema de pastagem ou confinamento*. 2017. Monografia. (Bacharel em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, BRASÍLIA, DF, 2017. p. 32. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/18002/1/2017_HarysonHenriqueDaSilva_tcc.pdf. Acesso em: 25 de junho 2020.

SILVA, J.V. *Sustentabilidade da produção de bovinos de corte em pastagens sob manejo rotacionado*. Monografia. (Bacharel em Agronomia) – Centro Universitário de Anápolis –UniEvangelica, Anápolis – GO, 2018.

SILVA, S.C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; MONTAGNER, D.B. Desafios da produção intensiva de bovinos de corte em pastagens. In: I SIMPÓSIO SOBRE DESAFIOS E NOVAS TECNOLOGIAS NA BOVINOCULTURA DE CORTE, 2005, Brasília. *Anais...* Brasília: UPIS, 02-03 abr. 2005. s.p. Disponível em: http://atividaderural.com.br/artigos/530b9bfb4a927.pdf. Acesso em: 17 de junho 2020.

SOUSA JÚNIOR, O.D. *Viabilidade econômica da adubação nitrogenada no capim mombaça (Panicum maximum)*. 2018. Monografia. (Bacharel em Agronomia) – Centro Universitário de Anápolis – UniEvangelica, Anápolis – GO, 2018.

TAVARES, L. L.; PRADO, T. A. Produção de carne bovina manejado em sistema de manejo intensiva. *Cadernos de Pós-Graduação da FAZU*, v.2, s.p., 2012. Disponível em: https://www.fazu.br/ojs/index.php/posfazu/article/viewFile/444/336. Acesso em: 23 de junho 2020.

TEIXEIRA, J.C.; HESPANHOL, A.N. A trajetória da pecuária bovina brasileira. *Caderno Prudentino de Geografia*, Presidente Prudente, n.36, v.1, p.26-38, jan./jul. 2014. Disponível em: file:///D:/Usu%C3%A1rio%2009-04-2019/Downloads/2672-10162-1-PB%20(1).pdf. Acesso em: 22 de junho 2020.

VALLE, E.R.; PEREIRA, M.A. *Histórico e avanços do programa boas práticas agropecuárias: Bovinos de corte (BPA) entre 2003 e 2019*. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2019. p.54.

WESP-GUTERRES, C.; TEIXEIRA, J.D.L.; ARALDI, D.F. Produção de carne bovina e consumo interno brasileiro. In: XVIII SEMINÁRIO INTERINSTITUCIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, XVI MOSTRA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E XI MOSTRA DE EXTENSÃO, 2013, s.l. *Anais eletrônicos...* s.l.: 2013. Disponível em: https://home.unicruz.edu.br/seminario/anais/anais-2013/XVIII%20SEMIN%C3%81RIO%20INTERINSTITUCIONAL%202013%20-%20ANAIS/CCAET/AGRONOMIA/C.%20Oral/PRODU%C3%87%C3%83O%20DE%20CARNE%20BOVINA%20E%20CONSUMO%20INTERNO%20BRASILEIRO.pdf. Acesso em: 17 de junho 2020.

15. EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA PRESERVAÇÃO DA FAUNA SILVESTRE EM ÁREAS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA

Thiago José Santana Ferreira[1], Renata de Souza Reis[2]

[1]*Estudante de graduação em Zootecnia da Universidade Federal de São João del-Rei; thiag93@gmail.com*
[2]*Professora do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de São João del-Rei; renatareis@ufsj.edu.br*

RESUMO – Com o aumento da globalização e o acelerado desenvolvimento econômico e tecnológico que segue de forma crescente desde o século XX, um grande número de catástrofes ambientais tem ocorrido nos últimos anos em nosso planeta. As atenções sobre as problemáticas ambientais estão cada vez mais fortes e em pauta no cenário mundial, tendo em vista impactos de grande proporção como a elevação dos índices de poluição, aquecimento global, queimadas e desmatamentos, contudo, problemas de menor visibilidade também são rotineiros em nossas vidas. Em virtude do preconceito enraizado e também por razões históricas e culturais, alguns animais silvestres são vistos como verdadeiros inimigos da sociedade, principalmente no meio rural, onde em algumas das vezes por culpa da ausência de informações, esses conflitos se tornam ainda mais graves e atrelados a sua geolocalização, frequentes. No entanto, tomando pelo conhecimento científico das espécies e sua biologia, sabe-se que esses animais são peça fundamental para o bom funcionamento do ecossistema ao qual fazem parte, e que, se preservados podem ainda ser de grande ajuda ao produtor rural na manutenção e conservação de seus empreendimentos e de sua qualidade de vida, assim sendo, é de fundamental importância que este conhecimento chegue a essas pessoas, portanto entende-se a educação ambiental como uma ponte sólida e eficiente para este objetivo.

Palavras chave: Animais, biodiversidade, conservação, conscientização, educação ambiental, extensão rural.

ENVIRONMENTAL EDUCATION FOR PRESERVING THE WILD ANIMALS IN AREAS OF AGRICULTURE AND ANIMAL PRODUCTION

ABSTRACT *– A large number of environmental disasters have occurred over the last few years on our planet due to the increase of globalization and the accelerated economic and technological development that has been growing since the 20th century. Attention to environmental issues is getting stronger and its on the agenda of the global scenario, contemplating large-scale impacts such as the rising pollution rates, global warming, fires and deforestation, even that problems of less visibility are also commonplace in our lives. Some wild animals are seen as enemies due to entrenched prejudment and also historical and cultural reasons, especially in rural areas, where sometimes the lack of information makes these conflicts become even more serious and linked to their geolocation, which are frequent. However, considering scientific knowledge of the species and their biology, it is known that these animals are fundamental to the proper functioning of the ecosystem to which they belong, and that, if preserved, they can still be of great help to the rural producer in maintaining and conservation of their enterprises and their life quality. Therefore, it is essential that this knowledge reaches these people, consequently, environmental education is understood as a solid and efficient bridge to achieve this objective.*

Keywords: Animals, awareness, biodiversity, conservation, environmental education, rural extension.

Introdução

Historicamente o ser humano utiliza dos animais das mais diversas formas, deixando claro sua relevância para o sucesso evolutivo de sua espécie e resultando em ações de respeito, admiração e consideração. No entanto, alguns comportamentos atrelados ao domínio, à exploração, ao temor e a repulsa para com os animais silvestres têm refletido em conflitos entre as populações humanas e as de vida selvagem (Mendonça, 2011). Tais conflitos se tornam mais presentes e constantes à medida em que as necessidades e o comportamento da vida selvagem acarretam em efeitos negativos para a vida dos seres humanos, prejuízos na colheita, danos ou perda de animais domésticos, riscos ou a morte de pessoas,

ou quando as ações humanas resultam em consequências negativas para as necessidades dos animais de vida livre, degradação do seu habitat ou escassez de presas (Kaltenborn, 2006), tornando encontros entre as duas populações mais suscetíveis de acontecer.

No âmbito rural, produtores de pequenas e grandes propriedades ainda mantem a cultura de se alimentar de animais silvestres - o que torna a caça, uma realidade ainda existente - mesmo sendo uma atividade ilegal no Brasil, promove um alto impacto ambiental sobre as populações de animais de vida livre em todos os biomas (Ferreira, 2014).

De maneira a diminuir os efeitos negativos oriundos das ações antrópicas ao meio ambiente, se tornou necessário promover o desenvolvimento de uma forma sustentável e com isso resguardar os recursos naturais para as gerações futuras. Surge assim a Educação Ambiental, com a finalidade de despertar novos valores, que sejam acessíveis a todas as pessoas sem descriminação de níveis sociais, disponibilizando o acesso às informações, sejam elas relacionadas à legislação ambiental ou a formas de participação individual e/ou comunitária, ademais garantir os direitos constitucionais dos cidadãos, de ter um ambiente ecologicamente equilibrado, priorizando o bem estar, considerando o meio histórico-cultural, recursos naturais e meios de produção (Carvalho, 2016).

De acordo com Dias, 2004, a Educação Ambiental se trata de uma marcha permanente, onde os indivíduos dentro ou fora de uma comunidade adquirem conhecimentos sobre o seu meio ambiente, induzindo-os a ações mais conscientes com valores, habilidades, experiências e disposição que os possibilitam serem capazes de agir e resolver problemas ambientais presentes e futuros. A Educação Ambiental tem por objetivo a edificação das relações socioeconômicas e culturais, onde se preza pelo respeito e se incorpora as diferenças, dando liberdade para optar por vias alternativas para um desenvolvimento sustentável onde os limites dos ecossistemas

são respeitados e considerados base para nossa própria possibilidade de sobrevivência enquanto espécie (Medina, 1998).

Assim, o presente trabalho tem como objetivo embasar de uma maneira simples o agente educador, a fim de promover a conscientização da população rural e de auxiliar na conservação de animais silvestres considerados perigosos e/ou causadores de prejuízos para os moradores rurais. Espera-se que este trabalho possa integrar às medidas que resultem em atitudes conservacionistas para as espécies-alvo, proporcionando uma relação menos conflituosa entre agricultores e caçadores com animais de vida selvagem.

Interação homem x natureza

Tendo em vista o alcance do objetivo, é necessário por recorrer à literatura teórica, empírica e estudos experimentais já realizados, e assim obter informações de quais os animais de vida selvagem correspondem a maior incidência de conflitos com produtores rurais, buscando também o entendimento dos motivos pelos quais estes conflitos ocorrem, bem como se os produtores adotam ou não medidas para controlar e/ou reduzir o problema.

Após identificar a fauna-alvo dos conflitos, é necessário novamente recorrer à literatura para entender a biologia dos animais identificados na pesquisa feita anteriormente, e assim, tomar o conhecimento de que forma estes podem contribuir para a manutenção do ecossistema ao qual fazem parte, bem como os mesmos se preservados, podem agregar para o bem estar dos indivíduos ou comunidades das quais os conflitos são ocorrentes.

Os critérios adotados para a seleção do material utilizado para essas pesquisas, devem ser artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais -disponíveis na integra em bases de dados selecionadas - que abordassem a temática investigada. Assim eliminamos publicações que não passaram por rigorosa avaliação e revisão, de modo a priorizar a

utilização da literatura indexada, garantindo a fidelidade das informações aplicadas no processo de conscientização.

Desenvolvimento

Não há um consenso que defina plenamente o conceito de biodiversidade, usualmente podemos relaciona-la como "variedade de vida", compreendendo toda a pluralidade de vida presente na terra. Segundo Barbieri (2010), "biodiversidade é a totalidade dos genes, espécies e ecossistemas de uma região".

Pode-se ainda utilizar de dois parâmetros para avaliar a biodiversidade de uma determinada área:

- Quanto a riqueza de espécies – onde se considera o número de espécies existentes na comunidade;
- Quanto a equitabilidade – Ou seja, onde é considerado a abundância de cada espécie; A proporção acerca do número de indivíduos de cada espécie presentes na região.

A ideia de espécie biológica, tem sido influenciada conforme o conhecimento sobre a genética vem se expandindo, bem como, devido a evolução dos organismos. No momento atual admite-se como a característica primordial de distinção entre espécies, a capacidade de troca de combinação genética entre indivíduos em condições normais. Assim, essa ideia incorpora que indivíduos ou populações podem diversificar em fatores como a aparência e até mesmo pertencer a raças dissemelhantes (a exemplo das raças de cães) e ainda assim pertencerem a mesma espécie, a condição então é que possam se reproduzir livremente, gerando filhotes férteis (Andreoli, 2014).

Assim, a biodiversidade é considera proporcionalmente maior a medida em que a riqueza de espécies em uma determinada área, juntamente a equitabilidade entre as espécies também são maiores e é essa abundancia em diversidade a principal característica que ao longo do tempo garantiu a capacidade de sobrevivência de todos sistemas do

planeta, durante e após as adversidades as quais a terra já foi submetida (Salgado-Laboriau, 1994).

É possível que de uma forma natural um meio onde a biodiversidade por motivos antrópicos tenha sido alterada, consiga se recuperar, o ambiente tem a capacidade de se harmonizar em um sistema aberto, utilizando do que chamamos de homeostase, isto é, pela autorregulação (Andreoli, 2014). Com a intervenção humana conseguimos ainda empregar métodos para a implantação da restauração ecológica, tendo a nucleação, os modelos sucessionais, o plantio ao acaso e os sistemas agroflorestais como principais procedimentos, evidenciando a importância da interação fauna e flora neste processo, haja vista a dispersão de sementes e a polinização como principais interações interespecíficas (Campos, 2012).

Um estudo publicado em 2018 pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO), entrevistou 60 produtores rurais de 10 municípios diferentes localizados na Zona da Mata mineira, destes, 58 reportaram ter conflito com animais silvestres em suas propriedades. Maritacas, pombas, capivaras e jacus tiveram destaque nas citações, entre os animais, como causadores de problemas. Ainda foram mencionadas 16 espécies de animais com possibilidade de serem caçados, onde em sua maioria, também estavam listados como pertencentes ao grupo de animais sinantrópicos nocivos, no total foram relatadas 27 animais vertebrados que causam “prejuízos” em suas propriedades, alguns sendo possível a identificação a nível de espécie (Mateus, 2018).

Tabela 1 - Vertebrados citados como causadores de danos em propriedades agrícolas na Zona da Mata de Minas Gerais

Classe	Ordem	Nome Popular	Taxon[1]
Mammalia			
	Didelphimorphia	Gambá	Didelphis sp.
	Cingulata	Tatu	Família Dasypodidae
	Primates	Mico-estrela	Callithrix sp
	Lagomorpha	Coelho	Ordem Lagomorpha
	Chiroptera Carnivora	Morcego	Ordem Chiroptera
		Quati	Nasua nasua
		Lobo	Família Canidae
		Lontra	Lontra longicaudis
		Jaguatirica	Leopardus pardalis
	Rodentia	Rato	Ordem Rodentia
		Paca	Cuniculus paca
		Capivara	Hydrochoerus hydrochaeris
		Ouriço-caixeiro	Sphigurus sp.
Aves			
	Accipitriformes e/ou Falconiformes	Gavião[2]	Ordem Accipitriformes e/ou Falconiformes
	Galliformes	Jacu	Penelope sp
	Gruiformes	Saracura	Aramides saracura
	Columbiformes	Pomba	Família Columbidae
	Psittaciformes	Maritaca	Família Psittacidae
	Piciformes	Tucano	Família Ramphastidae
		Pica-pau	Família Picidae
	Passeriformes	Sanhaçu	Tangara sp.
		Gralha	Cyanocorax cristatellus
		Bem-te-vi	Pitangus sulphuratus
		Godelo	Molothrus bonariensis
		Pássaro-preto	Família Icteridae
Reptilia			
	Squamata	Cobra	Ordem Squamata
		Teiú	Salvator merianae

https://www.icmbio.gov.br/revistaeletronica/index.php/BioBR/article/view/770

[1] Para alguns animais, o nome popular não permitiu a classificação em nível de espécie, sendo possível apenas a citação do nome popular. A citação de uma ordem ou família implica que duas ou mais espécies podem estar envolvidas.

[2] A maioria dos produtores rurais não distingue gaviões (Accipitriformes) e falcões (Falconiformes), tratando aves das duas ordens como "gaviões".

Deve se ter em mente que em ecossistemas equilibrados, na relação entre os indivíduos citados acima, existe um sistema de predação e afugentamento capaz de controlar as populações de modo que estabilizem o sistema sem a necessidade da intervenção do homem (Selle, 2007), otimizando o meio e viabilizando assim, o bem estar ecológico daquele determinado ambiente. Além disso, é necessário ter consciência dos meios legais para que caso seja necessário, se introduza a participação antrópica neste controle. Para isso, a INSTRUÇÃO NORMATIVA IBAMA Nº 141, DE 19 DE DEZEMBRO DE 2006, Regulamenta o controle e o manejo ambiental da fauna sinantrópica nociva, deixando a cargo dos órgãos federais ou estaduais do meio ambiente, ou ainda, pelos órgãos da Saúde e Agricultura, quando assim acordado com o órgão do meio ambiente as responsabilidades e medidas cabíveis.

Pessoas físicas e jurídicas podem também trabalhar no controle de fauna sinantrópica, contanto que devidamente autorizadas pelo órgão ambiental competente do respectivo estado e sendo restrito as seguintes espécies:

a) artrópodes nocivos: abelhas, cupins, formigas, pulgas, piolhos, mosquitos, moscas e demais espécies nocivas comuns ao ambiente antrópico, que impliquem em transtornos sociais ambientais e econômicos significativos.
b) Roedores sinantrópicos comensais (Rattus rattus, Rattus norvegicus e Mus musculus) e pombos (Columba livia), observada a legislação vigente, especialmente no que se refere à maus tratos, translocação e utilização de produtos químicos.

Todavia, antes de recorrer a qualquer meio legal para controle de fauna, é desejável conhecer o papel de cada classe ou indivíduo no que diz respeito a qualidade de vida do ser humano no seu meio, e avaliar se os transtornos causados por determinada espécie são fortes o bastante ao ponto de contrabalançar os efeitos positivos de sua presença naquele ambiente.

Tendo o conhecimento dos principais animais vítimas de confrontos, podemos citar algumas contribuições para a qualidade de vida do ser humano por parte dos indivíduos que a compõe.

No cenário da restauração ecológica, as aves se mostram com um imenso potencial e importância como ferramenta de manejo, atuando como catalisadoras no processo de recuperação da vegetação, agindo como polinizadores e dispersores de espécies vegetais (Campos, 2012). Ainda, indivíduos das ordens Accipitriformes e/ou Falconiformes são importantes agentes no controle das populações de outros animais como pombos (Família Columbidae), maritacas (família Psittacidae), ratos (ordem Rodentia), serpentes (ordem Squamata) e Passeriformes entre outros (Monteiro, 2018).

Os animais da classe Reptilia citados na tabela 1 - serpentes e lagartos - possuem também um papel fundamental no controle das populações de outras espécies, principalmente de anuros (sapos, rãs e pererecas) e de pequenos mamíferos como ratos (ordem Rodentia), além de passeriformes, peixes, insetos, aracnídeos, entre outros, bem como de sua própria ordem, tendo em vista serpentes ofiófagas como por exemplo a falsa coral (Erythrolamprus aesculapii) e a caninana (Spilotes pullatus) (Marques, 1994), (Silva, 2010). Há também o interesse médico voltado as serpentes peçonhentas, como as aplicações terapêuticas de suas toxinas, onde se tem ações em estudo para antiparasitária, antimicrobiana, antiviral, promoção e inibição da angiogênese, ações em distúrbios hematológicos, tratamento de trombose e neoplasias e um êxodo para as suturas (cola biológica) (Augusto, 2015).

A classe Mammalia, assim como as demais, possuem representantes muito distintos e de grande relevância para o seu ecossistema e para o bem estar dos seres-humanos, principalmente para aqueles que residem em zonas rurais, haja visto por exemplo a atuação dos gambás (ordem Didelphimorphia) no controle biológico onde um indivíduo pode predar até 4.000 carrapatos por semana, além de pequenos roedores e serpentes, e ainda agir como polinizador (Cáceres, 2012).

Os quirópteros por sua vez, constituem a segunda ordem de mamíferos com maior diversidade de espécies no mundo, sendo superados apenas pelos roedores. No Brasil, são registradas até o momento 138 espécies, e diferente do que muitos pensam, apenas 3 dessas são hematófagos (que se alimentam de sangue) e carnívoros (que se alimentam de carne), as demais são insetívoras - algumas espécies capturam de 6 a 20g de insetos por noite -, frugívoras ou nectarívoras o que concede a estes animais a característica de controladores ambientais, dispersores de sementes e de importantes polinizadores (PachecO, 2003).

Os animais da ordem Carnívora se alimentam de uma grande variedade de animais, e assim, "controlam" direta e indiretamente populações. Presas mais fracas e doentes são predadas de forma mais fácil por alguns predadores, o que ajuda a impedir a transmissão de doenças entre diferentes espécies de animais e também dessas espécies para o homem. Devido ao uso de frutos em sua alimentação alguns predadores como por exemplo o lobo-guará (Chrysocyon brachyurus), atuam como dispersores de sementes (Oliveira, 2006).

Conclusões

Os conflitos entre animais de vida livre e o ser humano, principalmente moradores de áreas rurais, são cada vez mais frequentes em virtude do aumento das ações antrópicas sobre os seus habitats de origem. Tomado por preconceitos, aspectos culturais e pela falta de instrução sobre maneiras legais de controle de populações, em conjunto com a ausência de conhecimento sobre as características biológicas das diversas espécies com as quais os conflitos ocorrem, bem como sobre a sua relevância para o bom funcionamento do seu ecossistema e também, em como este interfere fortemente na promoção do bem estar do homem do campo, os conflitos tem representado um impacto significativo para fauna silvestre.

A educação ambiental por sua vez, se mostra como um caminho sólido e eficaz para mudar essa realidade, por meio das inúmeras possibilidades de contato comunicativo que ela nos oferece. Juntamente ao conhecimento científico sobre a causa, espera-se interferir na problemática de forma positiva, trazendo por meio de uma imersão ao ambiente com o contato direto com o morador do campo um pensamento crítico e avaliativo sobre a relação ser humano e a fauna silvestre, afim de promover um convívio harmonioso e deixando explicito os benefícios que este convívio pode proporcionar.

Literatura citada

ANDREOLI, C.V. et al. *Biodiversidade: A importância da preservação ambiental para manutenção da riqueza e equilíbrio dos ecossistemas*. Coleção Agrinho, 2014. Disponível em: https://www.agrinho.com.br/site/wp-content/uploads/2014/09/28_Biodiversidade.pdf. Acessado em 18/05/2020.

AUGUSTO, A.P.S. et al. *Aplicação terapêutica das toxinas de ofídios peçonhentos encontrados em território brasileiro*. "IX Mostra de Trabalhos Acadêmicos", 2015. Acessado em 20/05/2020.

BARBIERI, E. *Biodiversidade: a variedade de vida no planeta terra*. In: Instituto de Pesca, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, 2010. 16p. Acessado em 19/05/2020.

CÁCERES, N.C. *Os marsupiais do Brasil - biologia, ecologia e conservação*. 2012. Acessado em 20/05/2020.

CAMPOS, W.H. et al. Contribuição da fauna silvestre em projetos de restauração ecológica no Brasil. *Pesquisa Florestal Brasileira*, Colombo, v.32, n.72, p.429-440, out./dez. 2012. Acessado em 19/05/2020.

CARVALHO, A.S.; SILVA, A.C.; OLIVEIRA, L.A.; PACHECO, A.A.; FREITAS, M.A.B. Desafios para formação de multiplicadores de educação ambiental em uma escola de assentamento do sudeste paraense. *Revista Educação Ambiental em Ação*,

Ano XV, n.58, 2016. Disponível em: http://revistaea.org/artigo.php?idartigo=2535. Acessado em 18/05/2020.

FERREIRA, H.F.; ALVES, R.R.N. *Legislação e mídia envolvendo a caça de animais silvestres no Brasil: uma perspectiva histórica e socioambiental*. 2014. Acessado em 31/05/2020.

KALTENBORN, T.; BJERKE, B.T.; NYAHONGO, J. Living with problem animals – self-reported fear of potentially dangerous species in the Serengeti region, Tanzania. *Human Dimensions of Wildlife*, v.11, p.397-409, 2006. Acessado em 17/05/2020.

MARQUES, O.A.V.; PUORTO, G. *Dieta e comportamento alimentar de Erythrolamprus aesculapii, uma serpente ofiófaga*. 1994. Acessado em 20/05/2020.

MATEUS, M.B.; TEIXEIRA, M.C.L.; RIBON, R. Situações de conflito entre produtores rurais e a fauna silvestre na Zona da Mata de Minas Gerais, Brasil, e sua opinião quanto ao uso da caça como ferramenta de controle. *Biodiversidade Brasileira – BioBrasil*. Número temático Caça: subsídios para gestão de unidades de conservação e manejo de espécies n.2, 2018. http://www.icmbio.gov.br/revistaeletronica/index.php/BioBR. Acessado em 18/05/2020.

MEDINA, N.N. *Formação de multiplicadores para educação ambiental*. Seminário do Ministério da Educação, Salvador, 1998. Disponível em: http://www.luzimarteixeira.com.br/wpcontent/uploads/2011/04/multiplicadores-para-educacao-ambiental.pdf. Acessado em 17/05/2020.

MENDONÇA, L.E.T. et al. Conflitos entre pessoas e animais silvestres no semiárido paraibano e suas implicações para conservação. *Sitientibus Série Ciências Biológicas*, v.11, n.2, p.185-199, 2011. Acessado em 17/05/2020.

MONTEIRO, C.P. et al. *Accipitriformes, falconiformes e strigiformes: aspectos importantes sobre os rapinantes brasileiros e a morfologia do seu trato digestório*. Tópicos Especiais em Ciência Animal VII, 2018. Acessado em 20/05/2020.

OLIVEIRA, E.N.C. *Ecologia e conservação de mamíferos carnívoros de mata atlântica na região do complexo estuarino lagunar de Cananéia, estado de São Paulo*. 2006. Acessado em 21/05/2020.

PACHECO, S.M.; FREITAS, T.R.O. *Quirópteros*. 2003. Acessado em 21/05/2020.

SALGADO-LABORIAU, M.L. *História ecológica da terra*. São Paulo, Editora Edgard Blucher, 1994. Acessado em 19/05/2020.

SELLE, G.L. Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v.23, n.4, p.29-39, Oct./Dec. 2007. Acessado em 19/05/2020.

SILVA, M.V. et al. *Riqueza e dieta de serpentes do estado do Acre, Brasil*. 2010. Acessado em 20/05/2020.

SOARES, L.R. et al. *A educação ambiental como agente fomentador da participação social no processo de enquadramento de recursos hídricos transfronteiriços*. VIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Campo Grande/MS, 2017. Acessado em 18/05/2020.

16. SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA NA CRIAÇÃO DE VACAS LEITEIRAS

Adailton Camêlo Costa[1], Rogério de Paula Lana[2]

[1] Estudante de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil.
[2] Professor do Curso de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

RESUMO – Os sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta são alternativas importantes para a produção animal sustentável. Estes sistemas integram a produção agrícola, pecuária e florestal em mesma área, buscando a interação dos componentes e maior produtividade, respeitando assim o meio ambiente. Os sistemas de integração favorecem condições para bem-estar dos animais de produção, a conservação do solo, a maior otimização das áreas de produção e o maior lucro ao produtor. Sendo assim ideais para produção de bovinos leiteiros nos trópicos.

Palavras chave: bovinos leiteiros, sistemas integrados, sustentabilidade.

Introdução

A utilização de sistemas de integração na criação de bovinos de leite vem crescendo no Brasil, principalmente pela busca da sustentabilidade nos sistemas de produção animal. Este novo modelo de produzir, integra a produção agrícola, pecuária e florestal em um mesmo ambiente ou área, buscando a interação entre os componentes e as trocas mútuas, favorecendo o aumento da produtividade por área e a otimização dos constituintes pecuários. Os sistemas de integração geram inúmeros benefícios: conservação do solo, da biodiversidade, melhoram as condições de ambiente para o bem-estar dos animais e atende a um novo nicho de mercado, o que busca por produtos oriundos de sistemas sustentáveis que não agridem a natureza (Balbino et al., 2011).

Os sistemas de integração podem ser classificados da seguinte forma:

1) Integração Lavoura-Pecuária (ILP) ou Agropastoril: sistema em que pode ser trabalhado a produção de grãos como soja, milho, feijão entre outros e a exploração pecuária em rotação.
2) Integração Pecuária-Floresta (IPF) ou Silvipastoril: sistema em que integra a produção animal, criação de bovinos de leite, bovinos de corte, ovinocultura dentre outras espécies e a utilização da mesma área para produção florestal.
3) Integração Lavoura-Floresta (ILF) ou Silviagrícola: nesse sistema não ocorre a produção animal e sim a produção florestal e a produção de grãos.
4) Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) ou Agrossilvipastoril: neste sistema existe a produção de grãos, sendo na fase inicial de implantação ou não, a produção pecuária e a produção florestal.

Abaixo podemos observar nas Figuras 1, 2 e 3, respectivamente, exemplos de sistemas de integração:

Figura 1 - Sistema agrossilvicultura: Café-Seringueira.

Fonte: Silva et al. (2010).

Figura 2 - Sistema lavoura-floresta.

Fonte: Silva et al. (2010).

Figura 3 - Sistema pecuária-floresta.

Fonte: Silva et al. (2010).

A implantação do sistema de integração na propriedade leiteira pode variar, na qual o produtor pode iniciar com a lavoura e a plantação de arvores e por fim introduzir a pecuária na área de produção. Estes sistemas integrados podem ser implantados desde pequenas a grandes propriedades leiteiras, sendo utilizado para recuperação de solos degradados, renovação ou recuperação de áreas de pastagem e implementação de outras atividades produtivas na mesma área de produção de leite, como por exemplo a produção de madeira do componente arbóreo. Na Figura 4 podemos observar uma área destinada a produção animal em sistema de integração já estabelecido e uma área de produção em sistema convencional.

Figura 4 - Sistema de integração estabelecido e sistema convencional de produção.

Fonte: Rodrigues et al. (2019).

A área de integração está visualmente mais favorável para produção de vacas leiteiras, pois apresenta um componente herbáceo favorável ao pastejo, sombra para descanso nos momentos de ócio e ruminação. Diferente do sistema convencional demostrado ao lado, com o pasto extremamente baixo, poucas árvores e um ambiente desfavorável para manutenção de animais produtivos.

Desafios dos sistemas integrados

O uso dos sistemas de integração, por mais vantajosos para a geração de renda ao produtor, ainda sofrem com a resistência a sua adesão, pois muitas vezes pelo fato da mudança de hábitos de produção, a necessidade de investimentos, a mudança na rotina de manejo e a mão-de-obra, ainda são pontos em que o produtor mantem a resistência de aderir a um sistema de integração no mesmo ambiente utilizado para produção de leite. Outro fator é a necessidade de técnicos e pessoas treinadas na propriedade, para gerenciar e realizar as atividades referentes ao manejo geral de um sistema de integração, pois no mesmo sistema pode conter, a lavoura, a produção animal e ainda o manejo do componente vegetal.

Além desses fatores o uso de sistemas integrados quando comparados com sistemas tradicionais exigem uma carga tecnológica muito maior, muitas vezes favorecendo aos produtores evitarem sair do convencional para um sistema mais sofisticado de produção (Kluthcouski et al., 2015). O ponto principal para o sucesso do sistema de integração na atividade leiteira é o planejamento, desde o início da implementação até a venda do produto, pois o sistema é caracterizado por ter retorno de médio a longo prazo, principalmente na produção do componente arbóreo (Cordeiro et al., 2015).

Componentes de um sistema de integração

Na propriedade voltada para produção de leite, geralmente as atividades principais giram em torno do manejo dos animais, da ordenha, da manutenção das pastagens e manutenção da estrutura utilizada para a propriedade funcionar e gerar retorno financeiro. Quando o produtor decide trabalhar com um sistema de integração ele pode produzir na mesma propriedade, grãos que servirão de alimento concentrado para os animais ou para comercialização, a pastagem produzida entre as linhas do componente arbóreo que pode ser utilizado no pastejo direto

ou ser armazenado para os períodos de escassez de alimentos e por fim o componente arbóreo, que irá fornecer madeira ou fibra após um determinado tempo de cultivo, que pode variar de acordo com a espécie utilizada. Estas combinações dentro do sistema de integração são várias e podem ser escolhidas de acordo com a necessidade do produtor, as características da propriedade, o clima, o solo e ambiente que está inserida (Bungenstab, 2012).

Componente arbóreo

Em termos econômicos o componente arbóreo se torna uma reserva para o produtor de leite, sendo os custos de manutenção desse componente muitas vezes menores que os demais. A utilização deste componente vária de acordo com a espécie inserida no sistema, em que existem espécies que a madeira é mais indicada para produção de moveis, outras utilizadas para produção de carvão, mourões para cercas, postes entre outras finalidades (Alvarenga et al., 2010). Outro ponto importante no sistema de integração em que o produtor utiliza o sistema de alimentação dos animais a pasto é que o componente arbóreo proporciona aos animais a sombra (Melotto et al., 2012). Consequentemente as vacas leiteiras que geralmente sofrem mais em sistemas a pasto com o calor, podem encontrar um ambiente mais favorável e propicio para a manutenção das condições fisiológicas e consequentemente esse fator refletir de forma positiva na produção de leite.

A escolha da espécie arbórea deve ser baseada de acordo com o foco de produção, a quantidade a ser produzida, e a conformação arbórea da espécie. O produtor ou técnico deve-se atentar a conformação da espécie, definir o número de árvores e o local a ser plantado, observando as questões de sombreamento e a frequência de manejo de desbaste ou raleamento das plantas (Melotto et al., 2012). A espécie utilizada deve apresentar um crescimento inicial rápido, reduzindo o tempo de espera de entrada dos animais, após a implantação da área. Outro fator a ser

observado é a copa das arvores, pois copas muito densas e largas reduzem a entrada de luz no componente herbaceo do sistema, reduzindo o seu desenvolvimento e consequntemente a produção de forragem (Ferreira et al., 2015).

Componente agrícola

No início da implantação de um sistema integrado o produtor pode utilizar culturas de ciclo curto como milho, feijão, soja, arroz, dentre outros que proporcionam um retorno econômico dos custos da implantação do sistema de forma mais rápida. Além dessas culturas de ciclo curto o produtor pode cultivar forrageiras para colheita e conservação, que posteriormente serão utilizadas na alimentação do rebanho. Essa fase inicial do sistema de integração geralmente é provida da ausência dos animais em pastejo, pois podem danificar a estrutura e o desenvolvimento do componente arbóreo. Dependendo da espécie arbórea escolhida para compor o sistema, esse período sem pastejo pode variar de três anos ou mais. O componente agrícola no sistema de integração pode ser permanente quando o produtor passa a cultivar com frequência ou temporário, sendo cultivado apenas no período em que as arvores ainda não atingiram o desenvolvimento adequado, suportando assim a entrada de animais na área (Gontijo neto et al., 2014). Nas Figuras 5 e 6, podemos observar sistemas de produção de milho e trigo entre linhas de árvores em sistemas integrados.

Figura 5 - Produção de milho em sistema de integração.
Fonte: Franchini et al. (2018).

Figura 6 - Sistema de produção de trigo em sistema integrado.
Fonte: Franchini et al. (2018).

Além da produção de grãos o produtor pode optar por produzir milho para silagem, como podemos observar na Figura 7. O milho e o sorgo são adaptados e utilizados para produção de silagem de boa qualidade, sendo utilizada na alimentação de vacas leiteiras complementando a dieta e promovendo o aumento da produção de leite (Demarchi et al., 1995). Este recurso pode reduzir os impactos da sazonalidade na produção de alimentos em pastagens tropicais, que em algumas épocas do ano a produção ainda se torna uma dificuldade, nesse periodo o produtor acaba reduzindo o rebanho, ou gastando todo o lucro gerado com a comercialização do leite em alimento para os animais.

Figura 7 - Colheita de milho em sistemas integrados para ensilagem.
Fonte: Carnevalli et al. (2019).

Componente animal

A escolha do animal que irá compor o sistema de integração é um ponto importante, buscar animais que sejam adaptados ao sistema de pastejo e que apresentem considerável produção de leite são fatores

indispensáveis para o sucesso e retorno econômico da atividade. Não existe a melhor raça, e sim o tipo de animal adequado para a determinada situação de manejo, ou ambiente em que será desafiado a produzir. Os cruzamentos entre raças europeias e raças zebuínas como acontece com a raça Holandesa e a raça Gir, geram descendentes mais produtivos e mais resistentes ao ambiente tropical (Azevedo et al., 2005). São animais oriundos de cruzamentos que podem se adequar de melhor forma nos sistemas de integração, produzindo leite com maior eficiência e maior retorno econômico, visto que no sistema de integração na maior parte os animais são desafiados a pastejar e buscar seu próprio alimento.

Produção de gado de leite em sistemas de integração

Na maior parte dos sistemas de produção a pasto, em ambientes tropicais como o Brasil, os animais são expostos a uma grande quantidade de radiação solar durante todo o ano, em muitos desses ambientes esses animais não encontram condições adequadas para o pastejo e acabam sofrendo com o estresse continuo, reduzindo o consumo de alimento, a saúde e consequentemente a produtividade (Vizzotto et al., 2015). Na Figura 8 podemos observar os impactos negativos em animais que sofrem com o estrese térmico.

Se o animal não encontra sombra no ambiente de criação ou condições adequadas no ambiente de pastagem, o mesmo reduz a ingestão de alimentos, consequentemente ocorre a queda na produção de leite, redução dos índices reprodutivos e produtivos. Esses fatores refletem diretamente na lucratividade da propriedade.

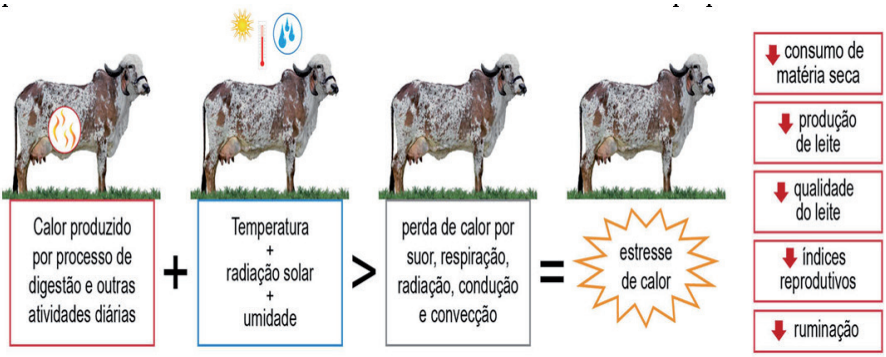

Figura 8 - Impactos causados em animais criados em sistemas convencionais sem a oferta adequada de sombra nas pastagens.

Fonte: Embrapa (2020).

Em sistemas de produção de leite deve-se fornecer ambiente adequado, proteção contra as variações climáticas e uma alimentação adequada e balanceada aos animais, mas na maioria dos sistemas tradicionais brasileiros, isso não acontece. No sistema de integração lavoura-pecuária-floresta, os animais são inseridos em um microambiente mais favorável, com arvores que servirão para proporcionar sombra, manejo adequado das pastagens e ainda a produção de grãos, fornecendo, assim, condições adequadas e melhor aporte nutricional.

Animais leiteiros criados em sistemas de integração com oferta adequada de sombra em momentos mais quentes do dia, buscam a sombra para os momentos de ócio, ruminação. Os sistemas de integração favorecem condições que podem proporcionar maior bem-estar animal e consequentemente influenciam positivamente na produtividade de animais leiteiros.

Na Figura 9 podemos observar novilhas criadas no Centro-Oeste brasileiro que dispunham de sistema de integração e na Figura 10, novilhas que eram criadas em sistema convencional. Os animais nas horas mais quentes buscavam a sombra e os animais em sistemas

convencionais nas horas mais quentes buscavam os bebedouros, na tentativa de se refrescarem. Isso demostra que o arranjo da pastagem influencia diretamente na condição dos animais. Sendo mais adequado a disponibilidade de arvores na pastagem.

Figura 9 - Novilhas em ócio e pastejando em sistema de integração.
Fonte: Mello et al. (2017).

Figura 10 - Novilhas em ócio e pastejando em sistema convencional de produção a pasto.

Fonte: Mello et al. (2017).

Inúmeras são as vantagens da criação de vacas leiteiras em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta, como observado na Figura 11.

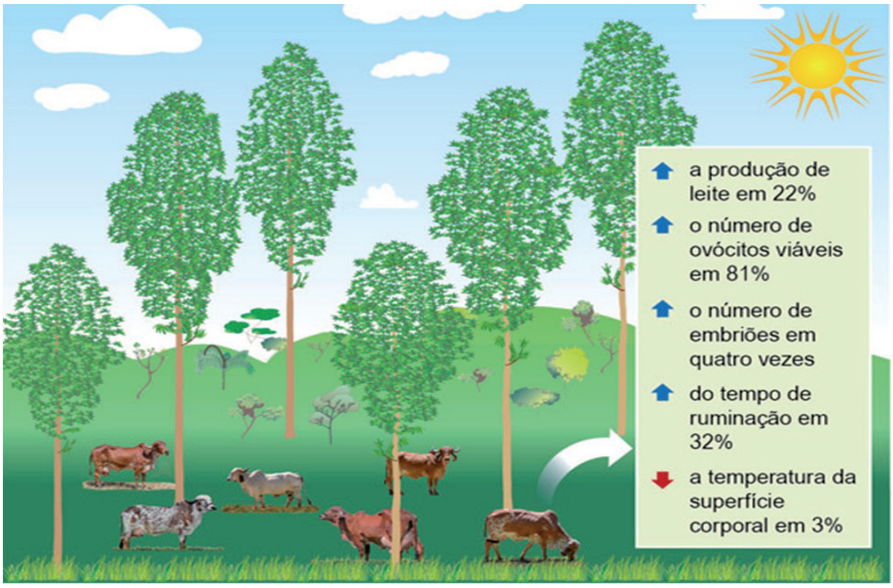

Figura 11 - Vantagens da criação de vacas leiteiras em sistemas integrados com disponibilidade de sombra.

Fonte: Embrapa (2020).

Além do uso dos sistemas de integração na produção de vacas leiteiras, recria de novilhas, o sistema também pode ser utilizado na criação de bezerras. Como pode ser observado na Figura 12 um sistema de criação de bezerras utilizando o componente arbóreo e a pastagem formada por tifton-85.

Figura 12 - Sistema de integração na criação de bezerras leiteiras.
Fonte: Carnevalli et al. (2019).

Produtos sustentáveis

Hoje em dia, cada vez mais o mercado consumidor busca por produtos sustentáveis, na verdade na grande maioria o consumo de produtos de origem animal, oriundo de sistemas considerados verdes, tem maior valor agregado. As pessoas estão dispostas a pagar mais por um produto em que os animais foram criados livres e alimentados a pasto. Os sistemas integrados além de todas as vantagens já citadas, podem promover ao produtor a possibilidade de agregar mais valor aos produtos.

Oportunidades para propriedades leiteiras que adotam os sistemas de integração

O produtor de leite adquire um pacote de vantagens quando escolhe implantar os sistemas integrados em sua propriedade:

1. Adequação da propriedade em modelos de certificação ambiental;

2. Fontes alternativas de energia, tais, como madeira legalizada, álcool, fibra e biodiesel;
3. Utilização de resíduos naturais para incorporação no solo, cobertura vegetal oriunda do componente arbóreo, resíduos naturais e sem contaminantes;
4. Intensificação da ciclagem de nutrientes no ambiente;
5. Maior visibilidade positiva da propriedade leiteira, possibilitando o melhor arranjo da paisagem da fazenda e abrindo portas para o turismo rural;
6. Maior oferta de produtos por área e otimização da propriedade;
7. Otimização da mão de obra ao longo do ano.

Conclusões

O sistema de integração lavoura-pecuária-floresta é uma alternativa viável para produção de leite nos trópicos. Com este sistema os animais são beneficiados, o solo, as pastagens, o produtor e principalmente o meio ambiente.

Literatura citada

ALVARENGA, R.C.; PORFIRIO DA SILVA, V.; GONTIJO NETO, M.M.; VIANA, M.C.M.; VILELA, L. Sistema integração lavoura-pecuária-floresta: condicionamento do solo e intensificação da produção de lavouras. *Informe Agropecuário*, v.31, n.15, p.59-67, 2010.

AZEVEDO, M.; PIRES, M.F.A.; SATURNINO, H.M.; LANA, A.M.Q.; SAMPAIO, I.B.M.; MONTEIRO, J.B.N.; MORATO, L.E. Estimativa de níveis críticos superiores do índice de temperatura e umidade para vacas leiteiras 1/2, 3/4, 7/8 holandês-zebu em lactação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.6, p.2000-2008, 2005.

BALBINO, L.C.; BARCELLOS, A.O.; STONE, L.F. (Ed.) *Marco Referencial: integração lavoura-pecuária-floresta*. Brasília, DF: Embrapa, 2011a. 130p.

CARNEVALLI, R.A..; COLETTI, A.J.; TONINI, H.; SILVA, A.B.; GIUSTINA, C.D.; LULU, J. *Princípios da pecuária leiteira em sistemas ILPF*. In: embrapa gado de corte. 1ed. V.1, 2019.

CORDEIRO, L.A.M.; VILELA, L.; MARCHÃO, R.L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARTHA JUNIOR, G.B. Integração lavoura-pecuária e integração lavoura-pecuária-floresta: estratégias para intensificação sustentável do uso do solo. *Cadernos de Ciência e Tecnologia*, v.32, n.1/2, p.15-53, 2015.

DEMARCHI, J.J.A.A.; BOIN, C.; BRAUN, G. A cultura do sorgo (*Sorghum bicolor)* L. Moench) para a produção de silagens de alta qualidade. *Zootecnia*, v.33, n.3, p.111-136, 1995.

FRANCHINI, J.C.; BALBINOT JUNIOR, A.A.; DEBIASI, H**.** *Produção de grãos, pastagem e madeira em sistema ILPF no norte do Paraná*. Londrina-PR. Embrapa Soja, 2018.

FERREIRA, G.A.; OLIVEIRA, P.S.R.; ALVES, S.J.; COSTA, A.C.T. Soybean productivity under different grazing heights of Brachiaria ruziziensis in an integrated crop-livestock system. *Revista Ciência Agronômica*, v.46, n.4, p.755-763, 2015.

KLUTHCOUSKI, J.; CORDEIRO, L.A.M.; VILELA, L.; MARCHÃO, R.L.; SALTON, J.C.; MACEDO, M.C.M.; ZIMMER, A.H.; BALBINO, L.C.; PORFÍRIODA-SILVA, V.; MÜLLER, M. Conceitos e modalidades da estratégia de Integração Lavoura Pecuária Floresta. *Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: o produtor pergunta, a Embrapa responde*. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p.21-33. (Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas).

MELOTTO, A.M.; LAURA, V.A.; BUNGENSTAB, D.J.; FERREIRA, A.D. Espécies florestais em sistemas de produção em integração. Sistemas de Integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável. 2.ed. Brasília – DF: Embrapa, 2012. p.95-119.

MELLO, A.C.T.; CARNEVALLI, R.A.; SHIRATSUCHI, L.S.; PEDREIRA, B.C.; LOPES, L.B.; XAVIER, D.B. Improved grazing activity of dairy heifers in shaded tropical grasslands. Ciência Rural, v.47, n.2, e20160316, dez. 2017.

RODRIGUES, L.N.; PRUSKI, F.F. Fundamentos e benefícios do sistema de integração lavoura-pecuária-floresta para os recursos hídricos. In: embrapa gado de corte. 1.ed., v.1, 2019.

SILVA, R.A.; SILVA, J.M.; MENARIM FILHO, A.; ASAMI, K.O.; SILVA, L.V.; MEDRADO, M.J.S.; DERETI, R.M. Projeto melhora conforto e produção. Revista Balde Branco, São Paulo, n.547, p.71-72, 2010.

VIZZOTTO, E.F.; FISCHER, V.; THALER NETO, A.; ABREU, A.S.; STUMF, M.T.; WERNCKE, D.; SCHMIDT, F.A.; McMANUS, C.M. Access to shade changes behavioral and physiological attributes of dairy cows during the hot season in the subtropics. Animal, v.9, n.9, p.1559-1566, 2015.

17. AGROECOLOGIA URBANA: TRANSFORMANDO A CIDADE

Letícia Lara do Carmo[1], Luziany Maria de Oliveira[1], Renata de Souza Reis[2]

[1]Arquiteta Urbanista, Mestranda do Programa de Pós-graduação Interdisciplinar em Artes, Urbanidade e Sustentabilidade – PIPAUS - Universidade Federal de São João del-Rei leticiacarmo.arq@gmail.com luzianycontato@gmail.com
[2]Professora do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de São João del-Rei renatareis@ufsj.edu.br

RESUMO – As cidades enfrentam constantemente desafios de ordem social, ambiental e econômica, e que vem se agravando cada vez mais visto a insustentabilidade dos padrões de produção e consumo. Na busca de soluções para esses desafios surgem ferramentas que tem potencial de serem agentes de mudança, como a agroecologia Urbana. O presente capítulo busca esmiuçar essa questão e traz o debate acerca da importância da implementação da agroecologia nas diversas esferas do urbano. A começar com um breve histórico das cidades, um panorama das questões contemporâneas e a base teórica do conhecimento agroecológico, são traçados os principais pontos de intercessão entre as temáticas. Para exemplificar na prática, são apresentadas as Políticas Públicas de dois municípios em Minas Gerais, das quais uma está consolidada e outra em fase de construção. Dessa forma, o conteúdo tem por objetivo instigar e fomentar ações voltadas para a agroecologia Urbana, oferecendo teoria e práxis, bem como o olhar interdisciplinar na busca de novos caminhos.

Palavras chave: agroecologia, inclusão, planejamento urbano, políticas públicas, sustentabilidade.

URBAN AGROECOLOGY: TRANSFORMING CITIES

ABSTRACT *– Cities are constantly facing social, environmental and economic challenges, which are increasingly worsening due to the unsustainability of production and consumption patterns. In the search for solutions to these challenges, tools emerge that have the potential to be agents of change, such as urban agroecology. This chapter seeks to examine this issue and discusses the importance of implementing agroecology in the various spheres of the urban. Starting with a brief history of the cities, an overview of contemporary issues and the theoretical basis of agroecological knowledge, the main*

points of intercession between the themes are outlined. To exemplify in practice, the Public Policies of two municipalities in Minas Gerais are presented, of which one is consolidated and the other under construction. Thus, the content aims to instigate and foster actions focused on urban agroecology, offering theory and praxis, as well as an interdisciplinary view in the search for new paths.

Keywords: agroecology, inclusion, public policies, sustainability, urban planning.

Introdução

O debate acerca do tema Sustentabilidade vem se fazendo cada vez mais necessário e trazendo consigo a urgência da implementação de ações concretas, evitando que as ideias permaneçam apenas na esfera teórica. A Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), trata disso de forma bem clara ao estabelecer os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, chamados de ODS, criados em 2015 e que devem ser seguidos por governos e sociedade civil. Os ODS abrangem diversos desafios, muitos dos quais estão na cidade. Porém, é nela também que se encontram as ferramentas necessárias para a transformação, como é o caso da agroecologia urbana. O assunto aqui abordado impacta diretamente em alguns dos objetivos estabelecidos pela ONU, como por exemplo na ODS2 - Fome Zero e Agricultura Sustentável - e ODS11- Cidades e Comunidades Sustentáveis – de forma mais direta.

Para compreender como é possível que a cidade seja transformada por meio da agroecologia urbana é preciso conhecê-la melhor. Para isso, o primeiro tópico apresenta um pequeno histórico da formação urbana e qual é o cenário atual, apontando algumas questões da contemporaneidade. O tópico seguinte trata da Agroecologia, discorrendo sobre seu surgimento enquanto prática, ciência e movimento social, sua importante correlação com a Soberania e Segurança Alimentar e Nutricional e com a Economia Solidária. A partir dessa conceituação o tópico aborda sobre a Agroecologia no contexto urbano, como ela se dá, quais são as possibilidades e como ela se apresenta enquanto uma ferramenta potencial na solução dos

desafios enfrentados pela cidade. Por fim, o capítulo traz seu desfecho apresentando uma das maneiras de como a agroecologia urbana pode ser incorporada na prática, que é por meio de Políticas Públicas. Analisando as leis dos municípios de Varginha e Sete Lagoas, localizados no estado de Minas Gerais, se faz possível visualizar como articular gestão urbana e agroecologia em prol do desenvolvimento local sustentável.

Dessa forma, pretende-se fornecer bases conceituais para a compreensão do tema, perpassando sobre algumas das muitas potencialidades que se podem obter da união entre agroecologia e espaço urbano. Ademais, a interdisciplinaridade do tema busca instigar e fomentar outras soluções a partir do trabalho conjunto de áreas distintas, com o olhar baseado em uma perspectiva sistêmica.

Breve histórico das cidades e seu contexto atual

Para compreender a importância da Agroecologia no contexto urbano e seu potencial de transformação, é necessário ter em mente os processos que culminaram na formação das cidades. A condição primordial para o início desses processos foi quando o homem estabeleceu sua relação com o lugar, o que pode ser observado a partir da ocupação das cavernas. Elas passaram a ser sinônimo de abrigo, segurança e possibilitavam a prática de rituais e de suas artes (Sposito, 1988).

Entretanto, foi a partir da Revolução Agrícola que se formaram as primeiras cidades, sendo importante ressaltar que esse processo aconteceu de maneira desigual ao redor do globo em função da cultura diversificada e dos diferentes tipos de técnicas utilizadas. Com a possibilidade de reprodução vegetal e criação de animais foi possível a fixação e formação de aldeias. Com os avanços no cultivo, passaram a produzir mais do que somente o necessário para a subsistência das aldeias, o que viabilizou que alguns homens, antes ocupados com o cultivo, exercessem outros tipos de atividade, demarcando o início da divisão campo cidade (Sposito, 1988).

De acordo com Singer (1995), o campo deve ser compreendido como o lugar onde se desencadeia a atividade primária, enquanto a cidade é a sede do poder, da classe dominante, e tem sua origem relacionada à apropriação do excedente alimentar produzido no campo e a realização de atividades que não estão ligadas com a produção. Dessa forma, passam a existir instituições e relações sociais determinantes nessa divisão espacial, o que acaba por resultar em uma participação diferenciada dos sujeitos, configurando a sociedade de classes.

Ao final do século V, com o fim do Império Romano do Ocidente, tem-se uma enorme diminuição na urbanização ocidental europeia e posteriormente, no século VII com as invasões e bloqueios, o território passa por um processo de ruralização e a formação dos feudos. Durante o período feudal a terra continuava a ser fonte de subsistência e sua posse a condição de riqueza. Porém nos feudos não havia um elemento fundamental da cidade, que é o lugar das trocas, e por isso não podem ser considerados como urbanos. As lutas para a reconquista do território e livre navegação duraram séculos, e foram progredindo conforme as crises no modo de produção feudal aumentavam, acarretando em fome e sendo acentuadas pelas pestes (Sposito, 1988).

A Igreja assume então o papel de liderança na reintegração do território, como solução da crise feudal, por meio do movimento das Cruzadas. Paralelo a isso, surge um movimento de centralização monárquica, visto que com a gradual reconquista dos territórios, atividades se restabeleceram – como o comércio – e o processo de urbanização voltou a ganhar força. Nesse contexto, Portugal foi a primeira nação europeia a constituir Estado centralizado moderno, dando início ao processo expansionista e colonizador, seguido de outras nações. Mediante ao crescimento das atividades comerciais e do início do processo de mundialização, houve a intensificação das trocas intercontinentais e uma urbanização crescente em direção ao campo (Sposito, 1988).

Na segunda metade do século XVIII acontece a Revolução Industrial, que é considerada um marco no processo de urbanização das cidades. A indústria, visando suprir as necessidades do capitalismo, passa por uma série de transformações, introduzindo máquinas a vapor, teares e estradas de ferro. Com isso, os territórios urbanos crescem dado o aumento populacional ocasionado pelos trabalhadores que saem do campo. Esse período é marcado pelo predomínio da atividade industrial sobre as demais atividades econômicas, e dado seu caráter urbano, a cidade é a base, uma vez que nela se concentra o capital e a força de trabalho (Sposito, 1999).

No Brasil, a origem e formação das primeiras cidades é descrita por Pierre Deffontaines (1944), que demonstra as dificuldades do processo, visto que a colonização portuguesa foi estruturada sobre a grande propriedade fundiária, configurando um caráter de dispersão e isolamento no território. Sítios, fazendas, locais de exploração e os loteamentos para colonização europeia eram todos distantes entre si.

Destarte, alguns acontecimentos acabaram sendo embrionários no surgimento de agrupamentos, que se tornaram vilas e posteriormente cidades, sendo um dos primeiros a ação missionária da Igreja Católica com a formação das chamadas Reduções. As aglomerações militares deram origem a algumas poucas cidades, principalmente no Sul e no litoral (Deffontaines, 1944).

A descoberta de pedras e metais preciosos no século XVIII foi outro importante motivador na formação de cidades no interior brasileiro, principalmente nos estados de Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso. No início, a atividade mineradora tinha caráter nômade e individual, porém, a partir da exploração das montanhas, foi necessário fixar a população. Os produtos da mineração juntamente com demais insumos de plantações geravam um fluxo de mercadorias, transportadas pelos tropeiros, que necessitavam de paradas. Esses pousos na beira das estradas foram também embrionários no surgimento de aglomerações, bem como os

pousos nas estradas de boiadas. Em muitos lugares, o transporte se dava pelos rios, e em alguns somente por eles, como no caso da Amazônia. Dessa forma, o surgimento de portos ao longo dos rios para a parada dos viajantes ocasionou na formação de aglomerações, muitas das quais se tornaram cidades (Deffontaines, 1944).

Entre as últimas décadas do século XIX e a primeira metade do século XX, a ferrovia constituiu-se a grande força criadora e dinamizadora de numerosas cidades em grande parte do território brasileiro, principalmente nas pontas de linha, chamadas bocas de sertão (Deffontaines, 1944).

Esse processo de geração de cidades brasileiras descrito até aqui compreendeu da fundação dos primeiros arraiais após a chegada dos colonizadores europeus até por volta das décadas de 1930 – 1950. A partir dessa época fatores como a economia cafeeira, a fluidez territorial proporcionada pelas vias férreas e a melhoria nos portos permitiram a elite paulistana o acúmulo de capitais necessário para o desenvolvimento da atividade industrial urbana, tornando São Paulo centro polarizador financeiro, demográfico e tecnológico (Santos, 2005).

A lógica do desenvolvimento industrial prepondera no país a partir de 1940, e por mais que tenha influenciado de maneiras diferentes no extenso território nacional, ela está ligada diretamente ao fenômeno de metropolização, devido às características de seletividade e à concentração em um baixo número de cidades (Maricato, 1996).

De acordo com Santos (2005), os anos 60 configuram o marco da inversão populacional rural-urbana do país. Assim, “assistimos, no Brasil, a um fenômeno paralelo de metropolização e de desmetropolização, pois, ao mesmo tempo, crescem cidades grandes e cidades médias, ostentando, ambas as categorias, incremento demográfico parecido” (Santos, 2005, p. 60).

Ao analisar esse breve histórico e os processos que desencadearam o que conhecemos hoje como as cidades e o espaço urbano, é importante ter em mente que no período anterior à Revolução Industrial fala-se

em prática urbanística e nunca em teoria urbanística, como nos explica Kohlsdorf (1996). Isso porque, pouco se tem sistematizado sobre as intenções subjacentes em planos e projetos desse período. O processo colonizador no Brasil, por exemplo, tinha foco na exploração dos recursos naturais e humanos, sem a intenção necessariamente de planejar a forma como os agrupamentos aqui se formavam. Foi a partir da Revolução Industrial, como a maioria dos autores considera, que se deu a origem do pensamento urbanístico, ou seja, de uma abordagem crítica e reflexiva em relação à cidade, planejando ações por meio de projetos. Se dá portanto, o surgimento da profissão de urbanista (Kohlsdorf, 1996).

Desde então, surgiram vertentes distintas do pensamento urbanístico, cada qual exprimindo sua visão frente à questão da cidade, seja nas discussões teóricas ou nos planos e projetos. Como exemplo pode-se citar o progressismo e o culturalismo como pensamentos opostos. O primeiro entendia a industrialização como algo socialmente positivo e caracteriza a cidade a partir das noções de eficácia, produtividade e ordem, sendo o lugar da produção e da reprodução da força de trabalho. Já o culturalismo via a industrialização de maneira pessimista, acreditando que ela desintegrou a unidade orgânica que as cidades tiveram durante sua história, e por isso busca realizar na cidade uma retomada aos antigos espaços e configurações (Kohlsdorf, 1996).

Ao buscar um entendimento da realidade urbana brasileira no presente, fazendo um salto temporal, é notável que impera a noção do urbanismo neoliberalista. A convergência do neoliberalismo no processo de globalização no Brasil da década de 1990 trouxe importantes transformações para a urbanização no país. Apesar de grandes avanços em prol dos instrumentos necessários para as reformas sociais, com a consolidação do Estatuto da Cidade e seus desdobramentos, o cenário econômico favorável acarretou em uma crescente retomada no setor da construção civil, sendo que nas metrópoles foi ainda mais impulsionado pelas obras para sediar os megaeventos de 2014 e 2016 (Souza, 2018).

Ou seja, em alinhamento com o sistema econômico, passa a vigorar um olhar de mercado sobre a cidade, entendendo o espaço mais pelo seu valor de troca do que pelo seu valor de uso, segundo os conceitos de Lefebvre (2001). Na prática, isso significa uma crescente hegemonia da lógica de rentabilidade, financeirização e gestão privada de bens e serviços coletivos, que acaba por ampliar a segregação socioespacial, agravar as condições de densificação precarizada nas ocupações consolidadas, degradação ambiental e abandono de investimento nas áreas periféricas.

Desde os primórdios, como já visto nesse tópico, a cidade cumpriu papel na absorção dos excedentes, o que foi se tornando cada vez mais crucial frente à acumulação do sistema capitalista. O pensamento desenvolvimentista desse sistema tem se tornado cada vez mais saturado, uma vez que os recursos naturais são findáveis e a exploração dos recursos humanos acentua cada vez mais as desigualdades, que são fortemente refletidas no espaço urbano. Assim, a proposta do desenvolvimento sustentável busca subverter essa lógica dominante, com o objetivo de aliar justiça social, ambiental e econômica. Para tanto, se faz necessário reformular a maneira como se planeja e se produz as cidades, levando em conta outras práticas que possam trazer os elementos necessários para essa subversão.

O pensamento urbanístico, portanto, requer o entrelaçamento da maior quantidade possível de áreas, buscando na inter e transdisciplinaridade meios para tal, além da participação social que se faz indispensável para um planejamento democrático e inclusivo. As práticas alternativas, para serem validadas como possíveis, requerem experimentação, e é nesse ponto que a agroecologia urbana entra com enorme potencial na transformação das cidades, como será apresentado a seguir.

A agroecologia e seu potencial transformador

O modelo de produção industrial, que foi um marco no modo de urbanização das cidades, também gerou impactos no campo. Diante da necessidade de matérias primas cada vez mais homogêneas e em larga escala, as plantações de consórcio de espécies variadas foram sendo substituídas por monoculturas, pelo uso cada vez maior de insumos externos e pela adesão ao pacote tecnológico. Essas mudanças, posteriormente denominadas como Revolução Verde, consistiam na implantação de um pacote de técnicas e lógicas produtivas baseadas na química, mecânica e genética. No Brasil, essas mudanças se disseminaram a partir do final dos anos 1960, e intensificou-se nos anos 1970, em grande parte pelos incentivos governamentais de crédito. A consolidação desse modelo, baseado no positivismo, proporcionou aumento na produção e passou a ocupar importante papel na economia do país, entretanto, impacta negativamente em diversos outros fatores (Sauer & Balestro, 2013).

A constatação desses impactos da agricultura convencional no meio ambiente, bem como na sociedade, acabou por fomentar na busca por agriculturas que se mostrassem alternativas ao modelo vigente, buscando romper com um padrão hegemônico e estabelecer uma relação mais harmoniosa com a natureza. Nos documentos da Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento (UNCTAD), ONU e a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) concordam que a matriz científica e tecnológica da modernização agrícola se mostra incapaz de proporcionar respostas adequadas para a acentuação das crises alimentar, energética, ecológica e climática que estão tomando proporções globais (Gomes & Assis, 2013).

No período pós ditadura militar, deu-se início ao movimento Agroecológico no Brasil, que foi inicialmente concebido como Agricultura Alternativa. Esse movimento foi se desenvolvendo e construindo bases de conhecimento, se fortalecendo por meio da criação da Articulação Nacional de Agroecologia (ANA) e da Associação

Brasileira de Agroecologia (ABA). Posteriormente, a Agroecologia foi então reconhecida enquanto ciência e adentrando nos espaços de ensino, pesquisa e extensão. Ela é, portanto, um conceito multidimensional, plural, que rompe barreiras disciplinares e articula variadas fontes de saber (Gomes & Assis, 2013).

De acordo com Altieri, a ideia central da Agroecologia é ir além das práticas agrícolas alternativas, desenvolvendo agroecossistemas com dependência mínima, ou nenhuma, de agroquímicos e energia externa. Ela se configura como ciência e como um conjunto de práticas. Enquanto ciência, baseia-se na aplicação da Ecologia para o estudo, planejamento e manejo de agroecossistemas sustentáveis. Dessa forma, a produção é intencionalmente conduzida à diversificação agrícola, que gera interações biológicas benéficas entre os componentes do agroecossistema. Isso permite a regeneração da fertilidade do solo, manutenção da produtividade e proteção das culturas. Segundo o autor, a Agroecologia, em sua essência, articula sinergicamente três formas de compreensão – enfoque científico, prática social e movimento social – condensando em uma totalidade indivisível questões analíticas, operativas e sua incidência política. Dessa forma a Agroecologia tem enfoque na esfera local, pela valorização da sabedoria popular, buscando relações mais horizontais (Altieri, 2012).

Para Sevilla Guzmán e González de Molina (1996 apud Gomes & Assis, 2013), a Agroecologia acontece por meio de uma ação social coletiva de caráter participativo e de uma estratégia sistêmica. A dimensão local tem papel fundamental nessa estratégia, pelo seu potencial de interação, variedade de recursos e saberes, que auxilia na implementação de uma agricultura que potencialize a biodiversidade ecológica e da diversidade sociocultural.

Assim sendo, é importante realçar que a Agroecologia não é sinônimo de uma técnica agrícola, de agricultura ecológica, agricultura sem veneno, de produtos orgânicos caros, ou somente de um movimento social. Ela tece uma série de conexões na cadeia de produção e distribuição de alimentos,

se constituindo num campo de conhecimentos interdisciplinares, como um enfoque científico que oferece conceitos e metodologias para a transição rumo a uma produção mais sustentável, que protege os recursos naturais, gera oportunidades de emprego, proporciona autonomia para o agricultor e proporciona alimentos em quantidade e qualidade para todos em perspectiva de longo prazo (Gomes & Assis, 2013).

Uma vez que seu desenvolvimento como abordagem científica nega a lógica positivista, que desconsidera todo conhecimento que não seja validado pelo método científico convencional, a Agroecologia reconhece, valoriza e estuda os saberes populares, tradicionais e locais. A busca é, portanto, por formatos que sejam compatíveis regionalmente, que respeitem a produção local, sazonalidade e a diversidade, sendo fora de questão um "modelo agroecológico" a ser seguido como padrão, de forma homogênea (Gomes & Assis, 2013). A construção do saber agroecológico quebra não somente com o monopólio do conhecimento científico, mas também com as barreiras disciplinares da própria ciência. A interdisciplinaridade se mostra fundamental na construção de um conjunto de novos processos que se mostrem efetivos na busca por justiça social, econômica e ambiental. Esse entrelaçamento de áreas e conhecimentos proporciona o diálogo da Agroecologia com a Soberania e Segurança Alimentar e Nutricional bem como com a Economia Solidária, sendo condição intrínseca e essencial nessas pautas.

Como uma das consequências da Revolução Verde, o êxodo rural transformou o panorama populacional no Brasil. O campo abrigava, em média, 70% da população nas décadas de 1950 e 1960 chegando, em 1990, a menos de 30% do total da população do país (Sauer & Balestro, 2013). Por mais que a Agroecologia tenha nascido como uma proposta de transformação na produção do campo, ela também dialoga diretamente com o espaço urbano e periurbano, uma vez que traz soluções para questões que se encontram presentes nos desafios atuais das cidades.

É visível no espaço urbano a progressiva artificialização das relações com a natureza, a padronização e homogeneização das construções, tanto na esfera pública quanto privada. A dificuldade de enxergar a necessidade de estabelecer uma relação de convívio com o natural muito advém do pensamento industrial e desenvolvimentista enraizado na sociedade. As construções baseadas no máximo aproveitamento do terreno, os rios canalizados, os quintais e praças cimentados, e as pavimentações asfálticas ganham status de praticidade e avanço em infraestrutura no imaginário social. Entretanto, a cidade está inserida em um contexto natural no qual não é possível se desvencilhar das dinâmicas desse contexto: a água e seus ciclos, a terra e sua permeabilidade, o clima, a topografia, os animais entre outros. Como exemplo, a intensa impermeabilização das cidades, sem o devido cuidado, acarreta em inúmeras consequências nos períodos de chuva, muitas delas recaindo sobre os lugares de maior vulnerabilidade social. Diante desse contexto, a aplicação da Agroecologia no espaço urbano faz todo sentido, uma vez que seus princípios e práticas são subversivos ao neoliberalismo, e sua incorporação tem o potencial de transformar o rumo da urbanização vigente, estimulando e valorizando propostas que sejam condizentes com as especificidades de cada local.

A interdisciplinaridade, a valorização local, as condições para a produção e a retomada de uma relação harmoniosa com o meio são dimensões da Agroecologia as quais o planejamento urbano necessita aderir na busca de soluções para os desafios atuais, e por isso essa intercessão se faz tão valiosa. Os meios de implementação da agroecologia urbana são múltiplos, e se dão na esfera individual, coletiva e institucional. Na esfera individual, a Agroecologia aparece nos quintais das casas, nos apartamentos e demais espaços que visem a produção para consumo próprio. Coletivamente ela se faz presente em movimentos sociais e nas Redes e Associações de produtores que se formam regionalmente, buscando estabelecer não somente apoio e troca de saberes, mas também a criação de um mercado local, para a comercialização dos produtos,

estabelecendo a agroecologia urbana como trabalho e fonte de renda familiar.

Institucionalmente ela se dá, principalmente, nas instituições de ensino e nas instituições políticas. Apesar de se fazer presente em algumas localidades, ainda é necessário ganhar mais força e visibilidade. Somente a partir de ações de disseminação e fomento da agroecologia urbana ela chegará de forma massiva e acessível para a sociedade, e por mais que as iniciativas individuais e coletivas sejam essenciais, a transformação em escala depende das instituições. Destarte, é indispensável a mobilização pela criação de Políticas Públicas de apoio econômico, fornecimento de incentivos financeiros, abertura de oportunidades no mercado e outras necessidades que partirem dos produtores locais.

Ao falar sobre a transformação da cidade não é apenas sobre a dimensão físico-espacial que se refere, mas também à dimensão social. A agroecologia nesse sentido atua como instrumento de inclusão, uma vez que ela coloca o sujeito como ator na mudança, garantindo protagonismo e visibilidade. A cidade do capital coloca pessoas à margem, as quais ocupam um espaço esquecido, fragmentado e sem investimento público, se encontrando muitas vezes em situação de risco e vulnerabilidade. É nesse aspecto social que a agroecologia influencia diretamente, resgatando essas pessoas e buscando inseri-las de maneira forte e empoderada na sociedade. Juntamente com a Economia Popular e Solidária ela busca garantir o acesso ao trabalho e ao mercado. Junto com a Soberania e Segurança Alimentar e Nutricional, busca garantir o alimento não somente em quantidade, mas também em qualidade. O emprego e a saúde conferem ao sujeito um lugar de dignidade na sociedade, garantindo que ele possa participar efetivamente da vida e do espaço público. O respeito e a diversidade são indispensáveis na dimensão agroecológica, assim, pessoas de todos os gêneros, raças, etnias, credos e orientações sexuais são acolhidos e valorizados.

Os quintais e espaços das casas, as escolas, os parques, as praças públicas e os inúmeros vazios urbanos podem adquirir novas formas e características a partir da adoção da agroecologia urbana como norte. Os sujeitos podem adquirir novas relações com o meio em que vivem, assumindo autonomia no trabalho e protagonismo na transformação do território. Sua enorme potência de mobilização social, seu respeito pela diversidade e a importância do indivíduo no processo construtivo confere outro sentido na relação dos seres humanos entre si e desses com a cidade e com a natureza. No Brasil, a prática Agroecológica é realidade em muitas cidades, as quais apresentam processos que podem ser base para a implementação em outras localidades, como será apresentado no tópico a seguir.

A inserção da agroecologia urbana em políticas públicas

Políticas Públicas são um conjunto de tomadas de decisões sociais e ações do poder público, que influenciam a vida dos cidadãos. O planejamento urbano apoia-se em Políticas Públicas para o desenvolvimento, e com foco na demanda da sociedade. Cada vez mais políticas ambientais estão presentes em debates de desenvolvimento urbano, com o crescente incentivo à sustentabilidade. Diante das crises, como no atual momento o enfrentamento da recente Pandemia do Covid – 19, surgem debates sobre as necessidades de adaptação dos espaços, das interações e da urgência da Segurança Alimentar e Nutricional nas cidades. Nesses períodos de crise, ficam evidentes as questões relacionadas à saúde pública e como o planejamento urbano contribui para o bem estar e no combate de doenças. Locais arejados e abertos, como os espaços vagos, são respiros para as cidades, a possibilidade de circulação e a presença de vegetação influenciam no conforto ambiental. Projetos relacionados à agroecologia urbana, como já visto, podem garantir uma alimentação mais saudável e uma distribuição mais equitativa. Com as questões ambientais, sociais e de saúde cada vez mais emergenciais, deve-

se reforçar o questionamento em relação ao modo de vida nas cidades contemporâneas e o reflexo disso na paisagem urbana.

Hortas comunitárias: Sete Lagoas e Varginha

Sete Lagoas, cidade localizada no estado de Minas Gerais, é uma referência em questão de Políticas Públicas de cunho social, com um projeto bem sucedido de 3 hortas comunitárias, desde 1982, e desde então vem aprimorando a rede de agricultores familiares em alguns bairros da cidade.

O programa atende à demanda da população desempregada, dando oportunidade de renda com a produção e comercialização livre da produção das hortas comunitárias. Para tanto, desenvolveram uma rede, que gera renda a cerca de 320 famílias. A condição para a utilização da terra de propriedade pública é que parte da produção seja direcionada para a merenda escolar municipal, segundo a Secretária Municipal de Meio Ambiente, Desenvolvimento Econômico e Turismo - SEMADETUR. Para participar do programa, as famílias com interesse fazem um cadastro e passam por um estudo de vulnerabilidade socioeconômica pela Secretaria de Assistência Social e assim que aprovado podem fazer o requerimento para o uso da terra.

Esse projeto de hortas comunitárias em Sete Lagoas se tornou exemplo para Políticas Públicas semelhantes em outros municípios, como é o caso de Varginha, cidade também no estado de Minas Gerais. O Projeto de Lei de 2018, LEI Nº 6.531, recentemente aprovado, prevê estimular a educação agroecológica, a Segurança Alimentar e Nutricional e a geração de renda, com manutenção a cargo de quem utilizar o lote vago cedido. Entretanto, ainda não está implementado e se encontra em fase de regulamentação.

Diferente do projeto de Sete Lagoas, o foco da LEI Nº 6.531 de Varginha não é tanto a questão social e sim da ocupação e manutenção de lotes vazios, os chamados vazios urbanos, e para participar não é preciso

necessariamente se encontrar em situação de vulnerabilidade social. A escolha do terreno por lei se faz mais livre, mas ainda não se sabe como será sua aplicação. Essa lei institui no município o programa de horta comunitária, não unicamente como ferramenta de transformação social, mas principalmente pela de manutenção de vazios urbanos na cidade. Na lei, está prevista a ocupação temporária de lotes públicos e privados, desde que com acordo prévio junto ao proprietário, que fica isento do pagamento do Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana – IPTU caso opte por ceder o terreno dentro dos parâmetros da lei. O artigo 2º, transcrito abaixo, traz os objetivos dessa Lei para a cidade:

Art. 2º O programa terá os seguintes objetivos:

I - aproveitar mão-de-obra desempregada;
II - proporcionar terapia ocupacional;
III - aproveitar áreas devolutas;
V - melhoria do meio ambiente urbano mediante a utilização dos espaços urbanos ociosos;
V - otimizar o aproveitamento dos espaços urbanos;
VI - geração e complementação de renda;
VII - melhoria da segurança alimentar e da saúde da população;
VIII - estimular educação agroecológica nas escolas;
IX - estimular a ocupação para grupos da terceira idade.

O cidadão que queira requerer qualquer lote vazio público da cidade, para hortas, deve se responsabilizar pela manutenção do terreno, previsto em contrato temporário de uso, no ato do cadastro junto à Secretaria Municipal de Agricultura da cidade de Varginha. O poder público pode requerer o terreno cedido a qualquer momento, pois o uso é temporário, como transcrito no trecho abaixo, que também faz referência à Agroecologia:

> **Art. 3º** As áreas urbanas com possibilidade de integração ao Programa Municipal de Horta Comunitária serão as áreas públicas municipais, áreas declaradas de utilidade pública e ainda não-utilizadas, em terrenos ou glebas particulares e áreas residuais, que venham a ser cedidos temporariamente por seus proprietários para práticas de agricultura familiar ou agroecologia.

Tomando por exemplo esses casos, um mais avançado e o outro ainda em processo, é possível perceber que para que a agroecologia urbana seja uma ferramenta potente de transformação, é necessário que tanto o Poder Público quanto a população se comprometam, se envolvam e sejam responsáveis no fomento, disseminação e manutenção das práticas. Assim sendo, as políticas públicas encontram efetividade em sua execução, suprindo as demandas das realidades locais e gerando benefícios nas interações espaciais entre territórios, pessoas, saberes e paisagens

Considerações finais

Como pode ser observado ao longo do capítulo, as necessidades das cidades na contemporaneidade e as premissas da Agroecologia encontram pontos de convergência, resultando em diálogos e práticas coerentes dentro da busca pela sustentabilidade. Espera-se que o conteúdo apresentado possa instigar e motivar a participação em ações de agroecologia urbana nas cidades onde ela já se faz presente. Para o caso das cidades em que essas ações não existam, que a leitura possa fornecer as bases para dar início a elas, sendo no âmbito individual, coletivo ou institucional.

O caminho para uma vivência sustentável carece de outras práticas além do que foi aqui apontado, que podem ser construídas tomando como uma das premissas a inter e a transdisciplinaridade. A partir do momento em que a leitura da realidade é feita de uma perspectiva sistêmica,

buscando estratégias integradas, os resultados deixam de ser parciais e passam a ser comum a todos.

Literatura citada

ALTIERI, M. *Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável*. 3. Ed. São Paulo, Rio de Janeiro: Expressão Popular, AS – PTA, 2012. 400p.

BRASIL, DECRETO Nº 5246. *Institui o regulamento de funcionamento das hortas comunitárias no município de Sete Lagoas*. Sete Lagoas, MG, 07 de agosto 2015.

BRASIL, LEI Nº 6.531. *Institui no município de Varginha o programa de horta comunitária*. Prefeitura de Varginha, 2018. Disponível em: < https://www.varginha.mg.gov.br/portal/leis_decretos/25796/-44>. Acesso em: 20 jun. 2020.

DEFFONTAINES, P. Como se constituiu no Brasil a rede das cidades. Tradução Orlando Valverde. *Boletim geográfico*. Rio de Janeiro: IBGE, n.14, p.141-148, mai./jun. 1944.

GOMES, J.C.C.; ASSIS, W.S. (Ed.) *Agroecologia: princípios e reflexões conceituais*. 1.ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 245p. (Coleção Transição Agroecológica, 1).

KOHLSDORF, M.E. *Ensaio sobre o pensamento urbanístico*. 22f. Programa de Pós Graduação - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Brasília, Brasília, 1996.

LEFÈVBRE, H. *O direito à cidade*. Tradução Rubens Eduardo Frias. 5.ed. São Paulo: Centauro, 2001. 145p.

MARICATO, E. *Metrópole na periferia do capitalismo: ilegalidade, desigualdade e violência*. São Paulo: Hucitec, 1996. 141p.

ONU Brasil. *Agenda 2030*. Nações Unidas – Brasil. 2015. Disponível em: https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/. Acesso em: 22 jun. 2020.

SANTOS, M. *A urbanização brasileira*. 5.ed. São Paulo: Edusp, 2005. 176p.

SAUER, S.; BALESTRO, M.V. (Orgs.) *Agroecologia e os desafios da transição agroecológica*. 2.ed. São Paulo: Expressão Popular, 2013. 328p.

SINGER, P. *Economia política da urbanização*. São Paulo: Brasiliense, 1995. 152p.

SOUZA, A.M.G. Urbanismo neoliberal, gestão corporativa e o direito à cidade: impactos e tensões recentes nas cidades brasileiras. *Cadernos Metrópole*, v.20, n.41, p.245-265, 2018.

SPOSITO, M.E.B. *Capitalismo e urbanização*. São Paulo: Contexto, 1988. 80p.

18. A MINHOCULTURA COMO ALTERNATIVA PARA A SUSTENTABILIDADE NA AGRICULTURA FAMILIAR

Tatiana Cristina da Rocha[1], Mariele Freitas Souza[2], Rodrigo Lopes de Almeida[2], Elayna Cristina da Silva Maciel[2]

[1]Professora Adjunta da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

[2] Doutor(a) em Zootecnia

RESUMO –A agricultura familiar tem grande importância na produção de alimentos no Brasil,dessa forma os princípios agroecológicos devem ser implementados nas pequenas propriedades rurais para possibilitar a produção de alimentos de forma mais sustentável. Dentre os princípios da agroecologia na busca por sistemas produtivos mais sustentáveis estão a diversificação de atividades e espécies na propriedade, a redução da aquisição de insumos externos e a reciclagem de nutrientes e energia no sistema. A implantação da minhocultura em propriedades da agricultura familiar pode contribuir para a adoção de práticas mais sustentáveis, com melhoria na qualidade de vida dos agricultores e na preservação ambiental.

Palavras chave: adubo orgânico, minhocas, vermicompostagem.

WORM CULTURE AS AN ALTERNATIVE TO SUSTAINABILITY OF FAMILY FARMING

ABSTRACT *–The family farming has a great importance of food produce in Brazil, furthermore agroecological principles must be implemented in small rural properties to enable food production more sustainable.Thus, the principles of agroecological in search for more sustainable production systems are the diversification of activities and species on the property, the reduction in the acquisition of external inputs and the recycling of nutrients and energy in the system.The implementation of worm farming in family farming can contribute to foster more sustainable practices, with improvement in the quality of life and preservation of the environment.*

Keywords:*organic fertilizer, vermicomposting, worm.*

Introdução

A agricultura familiar desempenha um papel importante na produção de alimentos no Brasil, e a implantação de sistemas produtivos mais sustentáveis se fazem necessários para garantir alimentos de qualidade, preservação ambiental e qualidade de vida para as famílias agricultoras.

Segundo Santos et al. (2014) práticas agroecológicas como manejo sustentável do solo, conservação de recursos naturais, valorização dos saberes locais e a independência dos agricultores familiares que comercializam seus produtos, propicia a permanência das famílias no campo.

O termo agroecologia tem recebido muitos significados e conceituações, porém é importante destacar que a agroecologia é uma ciência que apresenta uma série de princípios que permitem a implantação de modelos de produção mais sustentáveis. Assim, na busca pela sustentabilidade dentro da agricultura familiar, devem ser utilizados os princípios agroecológicos.

Nas propriedades da agricultura familiar são desenvolvidas várias atividades de forma simultânea, essa diversificação influencia no aumento do lucro e na independência das famílias agricultoras, além de possibilitar um aumento da biodiversidade dos sistemas.

A implantação da minhocultura nessas propriedades pode contribuir para adoção de modelos de produção menos dependentes de insumos externos e menos danosos ao meio ambiente, uma vez que se utiliza resíduos gerados na própria propriedade para produzir o húmus, que é um excelente adubo orgânico.

O conhecimento básico sobre a minhocultura e o processo de vermicompostagem são importantes para o desenvolvimento adequado das minhocas e o sucesso da atividade, assim tais conhecimentos devem ser difundidos entre as pessoas do campo para que esta atividade seja implantada nas propriedades rurais.

Esse trabalho não foi desenvolvido com a intenção de aprofundar e detalhar todas as questões relacionadas ao manejo das minhocas e a produção de húmus, porém de descrever as principais características da minhocultura e sua contribuição para sustentabilidade de sistemas produtivos da agricultura familiar.

Agroecologia e agricultura familiar

Muitos autores definem agroecologia como, movimento social, prática agrícola e ciência, que busca o desenvolvimento sustentável apoiada, principalmente, na interdisciplinaridade e no diálogo dos saberes. (Abreu et al., 2016).

As discussões sobre a agroecologia estão vinculadas a modelos de desenvolvimento mais sustentáveis e devem estar associados àAgricultura Familiar que é o campo mais propício para o desenvolvimento e implementação dos princípios agroecológicos.Desta forma, torna-se importante conhecer e incorporar nas pesquisas, a percepção ambiental dos atores sociais que vivem, principalmente, no campo, ou seja, além de considerar os aspectos ambientais, econômicos e sociais, deve-se respeitara compreensão do pensamento, o "sentir" e o "agir" dos agricultores familiares (Lopes et al., 2011).

A agroecologia resgata o conhecimento tradicional desprezado pela agricultura moderna e procura fazer sua sistematização e validação de forma que este possa ser utilizado em suas novas bases científicas. Em função de suas especificidades eda organização social da produção agrícola baseada no trabalho familiar, Carmo (1998) considera a agricultura familiar como o *locus* ideal ao desenvolvimento de uma agricultura ambientalmente sustentável, em função de suas características de produção diversificada, integrando atividades vegetais e animais, e por trabalhar em menores escalas.

Segundo Aquino e Assis (2007), a agroecologia é um instrumento importante na implementação de estratégias para viabilizar produções

agrícolas em pequena escala, seja ela rural, urbana ou periurbana, isso porque apresenta baixa dependência de insumos externos e tem a preocupação em manter ou recuperar a paisagem e a biodiversidade dos agroecossistemas, além de ser, em sua grande maioria, realizada pela agricultura familiar. Sendo assim, a agricultura familiar pode se beneficiar dos sistemas de produção agroecológicos, que possuem como base componentes importantes de sustentabilidade, tais como: fundamentação em princípios ecológicos, viabilidade econômica e equidade social.

De acordo com Altieri (1998), na agroecologia a produção sustentável deriva do equilíbrio entre plantas, solo, nutrientes, luz solar, umidade e outros organismos co-existentes. O agroecossistema é produtivo e saudável quando essas condições de crescimento ricas e equilibradas prevalecem, e quando as plantas possuem ou desenvolvem, a partir do manejo, tolerância a estresses e adversidades. Essa estratégia é viabilizada com o desenho de sistemas produtivos complexos e diversificados que pressuponham a manutenção de policultivos anuais e perenes associados com criações.

Além dos princípios de produção sustentáveis, torna-se necessário o desenvolvimento de formas de comercialização dos alimentos que promova, principalmente, o abastecimento dos mercados locais e regionais (cadeias curtas), garantindo assim a segurança alimentar dessas populações. Também devem ser incentivadas atividades de agroindustrialização e beneficiamento artesanaldos produtos, bem como a criação de espaços de comercialização, onde os agricultores e a população urbana se encontrem, proporcionando assim, que essa se conecte com quem produziu e tenha acesso a alimentos mais saudáveis.

Na tentativa de desenvolver uma forma de agricultura sustentável, a agroecologia é fundada em uma série de princípios básicos, tais como:

> reciclagem de nutrientes e energia; a substituição de insumos externos; a melhoria da matéria

> orgânica e da atividade biológica do solo; a diversificação das espécies de plantas e dos recursos genéticos dos agroecossistemas no tempo e no espaço; a integração de culturas com a pecuária; e a otimização das interações e da produtividade dos sistema agrícola comum todo,ao invés de rendimentos isolados obtidos com uma única espécie(Altieri, 2012, p.16).

É importante ressaltar que a substituição de insumos externos deve ser entendida como a substituição por insumos produzidos na própria propriedade, o que irá reduzir oscustoscom a produção e garantir a reciclagem de nutrientes e energia dentro do agroecossistema.

A minhocultura se insere nesse contexto, uma vez que, é possível converter resíduos encontrados no ambiente em adubos orgânicos, promovendo a reciclagem de nutrientes e energia com a utilização de minhocas. Segundo Schiedeck (2015) a minhocultura na agricultura familiar é uma estratégia viável para a obtenção de adubo de elevado valor biológico e insumo para a fitoproteção dos cultivos.

Minhocultura

As minhocas são animais invertebrados segmentados, com simetria bilateral, pertencentes ao filo *Anelida* e a classe *Oligochaeta*. Compõem a macrofauna presente no solo, onde desempenham diversas funções.

Os agricultores, a partir da observação dos processos da natureza, sempre associaram a presença de minhocas a solos com boa fertilidade e produtividade (Schiedeck et al., 2006). Isso está relacionado ao papel das minhocas na melhoria das características do solo.

“A minhoca pode ser considerada um arado vivo, pois através de suas galerias feitas no subsolo contribui para uma melhor aeração do solo, bem como para maximizar a absorção e aproveitamento dos nutrientes

pelas plantas.” (Pereira, 1997, p.15). Além disso, as minhocas melhoram a produtividade e a textura do solo por transportar para a superfície a argila lixiviada para horizontes mais baixos do solo (Primavesi, 2002).

Segundo Primavesi (2016, p.115)“o solo tem de ser bom para abrigar minhocas, mas as minhocas o melhoram, aumentando sua produtividade.”

Outra função das minhocasque é bastante valorizada é a produção de húmus a partir de resíduos vegetais e animais, sendo que a minhoculturaconsiste na criação de minhocas com a intenção de produzir principalmente o húmus, que é um excelente adubo orgânico.

O húmus é obtido a partir da vermicompostagem que pode ser definida como o processo de transformação e de estabilização da matéria orgânica, resultante da ação combinada das minhocas, da microflora que vive em seu trato digestório e de microrganismos (Aquino, 1992; Suthar, 2009a). O vermicomposto, produto oriundo da vermicompostagem, também denominado húmus de minhoca, é conhecido por ser um excelente condicionador do solo, sendo capaz de promover sua melhoria, uma vez que ématerial rico em nutrientes, melhorando a estabilidade do solo, porosidade e retenção de água.

Os resíduos orgânicos de origem animal ou vegetal gerados na propriedade podem ser utilizados para a manutenção das minhocas com a geração de umnovoproduto, o húmus, que pode ser utilizado nas culturas vegetais, por se tratar de um excelente adubo, sendo que o excedente pode ser comercializado. Além disso, outros produtos podem ser obtidos da minhocultura como minhocas utilizadas como matrizes, para a prática da pesca e para a alimentação de outros animais. Dessa forma, a minhocultura, além de proporcionar uma reciclagem de nutrientes e energia na propriedade pode ser uma atividade que gera renda para os agricultores familiares sem afetar o meio ambiente.

Principais espécies utilizadas na minhocultura

Existem uma infinidade de espécies de minhocas, segundo Reynolds (1994) dentro do grupo dos oligoquetos há cerca de 3.627 espécies de minhocas.

As espécies de minhocas podem ter diferentes comportamentos e requerimentos ambientais, ocupando diferentes nichos ecológicos e podem ser classificadas em três categorias em função do hábito alimentar e do local onde se encontram no horizonte do solo.

- Epigeicas:As espécies de minhocas classificadas como epigeicas são pequenas, cavadoras e vivem no horizonte orgânico ou na serapilheira sobre o solo se alimentando de matéria orgânica bruta, sendo capazes de ingerir material vegetal não decomposto totalmente. São consideradas transformadoras de restos vegetais.

- Endogeicas:As minhocas classificadas nessa categoria habitam profundidades maiores no perfil do solo se alimentando de partículas do solo associados a matéria orgânica. Essas espécies constroem galerias horizontais muito ramificadas. Desempenham papel principal na decomposição de raízes, revolvimento e aeração do solo.

- Anécicas:São aquelas espécies que vivem em galerias verticais mais ou menos permanentes que se estendem por vários metros dentro do perfil do solo. Suas excretas são depositadas na superfície do solo e elas se alimentam, no período da noite, de matéria orgânica parcialmente decomposta encontradas na superfície do solo. (Martin & Schiedeck, 2015).

Muitos acreditam que qualquer espécie de minhoca pode ser utilizada na minhocultura e no processo de vermicompostagem, porém devido as características de cada grupo pode-se perceber que as espécies que se encaixam na classificação como epigeicas são as mais indicadas.

Além disso outras características devem ser observadas na escolha da espécie que será utilizada como:

> Capacidade de colonizar resíduos orgânicos de forma natural, alta taxa de consumo, digestão e assimilação da matéria orgânica, capacidade de tolerar uma ampla gama de condições ambientais, alta taxa reprodutiva mediante uma elevada produção de casulos e um tempo de incubação curto, além de rápido crescimento e desenvolvimento das minhocas jovens. Devem também ser resistente e sobreviver ao manejo dos operadores do minhocário. (Martin & Schiedeck, 2015, p.15).

As principais espéciesutilizadas na minhocultura brasileira são a *Eisenia andrei* (vermelha-da-califórnia), *Eisenia fetida* (vermelha tigrada), *Eudrilus eugeniae* (gigante africana) e mais recentemente a *Peryonis escavatus* (Violeta-do-Himalaia). Todas essas espécies apresentam características que possibilitam sua criação, produção de húmus e demais produtos oriundos desse processo, sendo que a vermelha-da-califórnia éa espécie mais difundida. Schiedeck (2015) destaca que as espécies*Esisenia andrei* e *Eisenia fetida* são conhecidas pelos agricultores familiares como vermelha-da-califórnia ou vermelhinhas.

Porém, para que as minhocas consigam se desenvolver e produzir húmus em quantidades satisfatórias vários fatores devem ser monitorados para garantir um ambiente adequado para asuacriação.

Dentre esses fatores podemos destacar a temperatura, umidade, pH, disponibilidade e qualidade do alimento e controle de predadores. Cada um dos fatores será pormenorizado abaixo:

-<u>Temperatura:</u> pode haver uma pequena variação na faixa de temperatura ótima para a criação em função da espécie, porém vários autores relatam que esta faixa de temperatura está entre 15°C e 27°C (Neuhasser et al., 1998; Turruella et al., 2002; Gonzalez et al., 2004).

Temperaturas acima de 30°C são deletérias para as minhocas. Em temperaturas acima de 30°C há um aumento da atividade química e microbiana no alimento com consumo de oxigênio, dessa forma para algumas espécies não só a temperatura elevada irá causar a morte das minhocas, mas também a ausência de oxigênio no ambiente (Martín & Schiedeck, 2015).

-Umidade: a faixa ótima de para a criação das minhocas está entre 80% a 85% Turruella et al., 2002; Gonzalez et al., 2004), porém algumas espécies podem suportar valores inferiores chegando até 50% de umidade.

É importante ressaltar que as minhocas precisam manter a pele úmida para ocorrer o processo respiratório, uma vez que obtêm o oxigênio por difusão através da parede do corpo e eliminam o dióxido de carbono da mesma forma, assim precisam de um ambiente com umidade, porém não suportam ambientes encharcados, pois locais onde há excesso de água há tendência de haver pouca disponibilidade de oxigênio (Schiedeck, 2006).

-pH:a faixa de pH ótima para a atividade das minhocas está em torno de 7,0 a 8,0, porém conseguem suportar ambientes mais ácidos até o pH de 5,0. Quanto mais distante dessa faixa maior a dificuldade para se manter as minhocas no substrato, principalmente em pH mais ácido (abaixo de 4,5). Na agricultura familiar pode-se utilizar o papel de tornassol para verificar o pH do substrato onde serão introduzidas as minhocas.

-Disponibilidade e qualidade do alimento:é importante que o agricultor tenha disponibilidade de resíduos para a alimentação das minhocas, além disso a qualidade nutricional destes resíduos irá influenciar na taxa de alimentação e atividades das minhocas, repercutindo na produção de húmus e no desenvolvimento desses animais.

Os alimentos podem ser restos de culturas vegetais, dejetos de animais e até mesmo resíduos de lixo doméstico. Porém, devido as características de cada um o processo de vermicompostagem será mais ou menos eficiente.

Materiais que tenham alta relação C/N contém baixo conteúdo de nitrogênio e grande quantidade de carboidratos resistentes a transformação. Dessa forma, para utilizar esses resíduos é necessário que sejam misturados à resíduos ricos em nitrogênio, para fornecer nutrientes e inóculo de microrganismos (Aquino, 2005). Dessa forma, é aconselhável a mistura de esterco de animais com restos vegetais para utilizar na vermicompostagem.

Além disso, pensando na sustentabilidade é importante destacar que,

> A utilização de outros resíduos, além do esterco animal, é bastante interessante, por representar uma oportunidade, para de um lado minimizar a poluição ambiental, esgoto, o lixo, entre outros; e por sua vez possibilitar a criação de minhocas para aqueles que não disponham de esterco. (Aquino, 2005, p.427).

Outro fator importante que deve ser ressaltado é que os substratos que serão utilizados como alimento pelas minhocas, misturados ou não, devem passar primeiramente pelo processo de compostagem e somente depois, quando a temperatura estiver abaixo de 30° C e o material estiver estabilizado, a minhocas poderão ser introduzidas. Pois, as minhocas podem morrer devido à alta temperatura e à liberação de amônia, no caso dos estercos (Aquino,2005).

- Controle de predadores:existem vários animais que são predadores de minhocas como: formigas, pássaros, centopeias, sanguessugas, sapos, planárias, entre outros. Dessa forma, o minhocultor deve estar atento ao manejo dos minhocários para evitar a invasão desses predadores. Como estratégias pode-se adotar práticas simples como fazer a cobertura dos canteiros, a limpeza das instalações e arredores, construção de calhas ao redor do minhocário.

Os casos de ataque de sanguessugas costumam ser mais prejudiciais devido a dificuldade que muitos criadores têm de diferenciar os sanguessugas das minhocas. A forma de controle para o ataque desses animais consiste em reduzir a umidade nos canteiros.

Existem diferentes formas e instalações para a criação de minhocas, porém o criador deve estar atento para manter um ambiente adequado, levando em consideração os fatores descritos acima, para obter sucesso na atividade.

Instalações do minhocário

O processo de vermicompostagem pode ser realizado em diferentes escalas em função da finalidade da criação, podendo ser em escala doméstica, em pequena escala, em média escala e escala industrial (Martín & Schiedeck, 2015).

Grande parte dos agricultores familiares desenvolvem o processo de vermicompostagem em média escala em suas propriedades, utilizando diferentes tipos de instalações ou até mesmo em sistema de "monte".

Nos sistemas de monte, conforme descrito por Pereira (2007), os resíduos que são utilizados para a alimentação das minhocas são colocados no piso de terra batida ou cimentado, sem a necessidade de construção de canteiros. Esse sistema apresenta como desvantagens maior incidência de fuga das minhocas e maior exposição ao ataque de predadores.

Muitas vezes os minhocários encontrados nas propriedades familiares são construídos de forma intuitiva, e povoados a partir de matrizes capturadas em estercos ou obtidas com vizinhos, e manejados com pouca atenção, ocasionando muitas vezes a morte ou fuga dos animais (Schiedeck, 2015). Assim, os minhocários podem ser construídos de forma simples, com materiais encontrados na propriedade, porém, precisam fornecer condições adequadas para o desenvolvimento das minhocas. Porém, "ao contrário do que grande parte dos agricultores pensa, a principal causa do insucesso está no manejo inadequado do

minhocário e não necessariamente na falta de uma maior infraestrutura" (Schiedeck et al., 2007a, p.1).

Assim é importante incentivar a construção de minhocários de baixo custo nas propriedades da agricultura familiar em função dos benefícios que a atividade pode gerar como a produção de adubo de qualidade para os próprios cultivos e para a comercialização dos excedentes.

A Embrapa divulgou, por meio de comunicados técnicos, os procedimentos para a construção de minhocários de baixo custo como o minhocário campeiro de bambu (Schiedeck et al., 2007a) e minhocário em túnel baixo (Schiedeck et al., 2007b).

Além dos materiais apresentados nos comunicados técnicos da Embrapa uma grande variedade de materiais tem sido empregadapelos agricultores para a construção de seus minhocários como caixotes de madeira, caixas d'água, bombonas cortadas ao meio, entre outros.

Importante ressaltar que o tamanho dos minhocários pode variar em função da quantidade de material para ser vermicompostado, porém é recomendado que a largura seja de 1,00m para facilitar o manejo do minhocário (Schiedeck, 2006). Além disso, os "canteiros devem ter no máximo 40cm de altura, sendo que aproximadamente 35 cm seja ocupado por substrato e o restante de cobertura de palha, uma vez que as minhocas utilizadas se deslocam preferencialmente na horizontal" (Aquino, 2005, p.428).

Em pequena escala também se observa o aumento da utilização de baldes para a construção de minhocários domésticos que são utilizados para a vermicompostagem de resíduos gerados em casa (casca de frutas e verduras, restos de vegetais, entre outros). Esse tipo de minhocário podem ser utilizados em pequenos espaços e até mesmo em apartamentos. Isso demonstra o crescimento da conscientização das pessoas em relação ao destino correto dos resíduos gerados.

Produtos gerados a partir da minhocultura

Apesar da minhocultura estar muito associada a produção de húmus esta atividade pode gerar vários outros produtos.

> Como fonte de comercialização podemos citar matrizes para outros minhocultores, iscas vivas para a pesca esportiva, alimento de animais, produtores de rações, indústria farmacêutica, tratamento de restos orgânicos industriais, urbanos e agrícolas e principalmente a produção do húmus, que pode ser utilizado na recuperação das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo e propiciar condições otimizadas para o cultivo orgânico(Menegaço et al., 2017, p.157).

O húmus, também denominado de vermicomposto, é o produto final do processo de vermicompostagem e representa um adubo orgânico de excelente qualidade para o cultivo de plantas. O agricultor familiar pode utilizar esse produto em suas lavouras, reduzindo a aquisição de insumos externos a propriedade e insumo químicos, promovendo assim uma reciclagem de nutrientes na propriedade.

O húmus também pode ser aproveitado nos cultivos vegetais na forma líquida, que é definido como o extrato aquoso obtido a partir do húmus na forma sólida no qual estão presentes microrganismos, nutrientes solúveis e substâncias benéficas ao crescimento e desenvolvimento das plantas(Salter& Edwards, 2010).

Com a expansão da minhocultura um dos produtos gerados que podem ser comercializados são as matrizes de minhocas. Durante o processo de vermicompostagem as minhocas se reproduzem e podem chegar a duplicar a quantidade de indivíduos, de forma que o excedente de minhocas pode gerar renda ao agricultor.

Esse excedente de minhocas também pode se transformar em outros produtos, a saber: minhocas para alimentação animal, seja in natura ou na forma de farinha, pois a minhoca é constituída de grande quantidade de proteína, cerca de 70% a 82% da matéria seca, que contém aminoácidos essenciais bem equilibrados. Martín & Schiedeck (2015) relatam que rações enriquecidas com farinha de minhoca na alimentação animal proporcionam bons resultados. Além disso, as minhocas vivas também podem ser comercializas como isca para pesca.

A minhocultura na propriedade agrícola familiar

A implementação de princípios agroecológicos na agricultura familiar se torna importante na busca por sistemas produtivos mais sustentáveis, alimentos mais saudáveis e pela independência dos agricultores familiares.

Assim,para adoção desistemas produtivos agroecológicos se faz necessário pensar de forma sistêmica, levando em consideração todos os fatores do agroecossistema e como esses fatores se relacionam.

Dessa forma, é importante pensar nas relações que a implantação de minhocários pode ter com os demais componentes dentro de uma propriedade, e aproveitar a multifuncionalidade dessa atividade para buscar mais sustentabilidade do sistema produtivo.

A minhocultura exerce a função de dar destinação aos resíduos gerados na propriedade, como o esterco animal, restos de cultivos e palhadas que após a vermicompostagem serão utilizados nas plantações na forma de húmus.

As minhocas excedentes podem ser fornecidas como alimento para outros animais, como por exemplo para galinhas, contribuindo para a nutrição e produção de ovos por esses animais.

Outra experiência que tem sido testada, ainda de forma pouco expressiva nas propriedades rurais, é a vermifiltração, que consiste em“uma tecnologia inovadora baseada no processo de vermicompostagem

para o tratamento de efluentessanitários" (Madri et al., 2019, p.128). Essa técnica consiste em tratar os efluentes sanitários evitando a contaminação do ambiente.

Considerações finais

O emprego dos princípios da agroecologia nos sistemas produtivos da agricultura familiar pode viabilizar a produção de alimentos mais saudáveis e de forma mais sustentável, sendo que a diversificação de atividades podefacilitar que tais objetivos sejam alcançados.

A minhocultura é uma atividade relativamente simples, de fácil implantação e pode suprir diversas funções dentro do sistema. As inter-relações que ocorrem com a implantação de minhocários nas propriedades agrícolas familiares possibilitam que ocorra a reciclagem de nutrientes e energia no sistema, a redução da entrada de insumos externos a propriedade, a redução de adubos químicos, a diversificação de espécies e de atividades e a produção de alimentos mais saudáveis. Dessa forma, a minhocultura pode ser uma atividade que contribuí para adoção de sistemas produtivos mais sustentáveis na agricultura familiar.

Literatura Citada

ABREU, L.S.; BELLON, S.; TORRES, T.Z. A contribuição das ciências e do movimento social para a agroecologia no Brasil. *Revista Eletrônica de Jornalismo Científico.*Disponível em <www.comciencia.br/comciencia/handler.php?section=8&edicao=127&id=1545&print=true> Acesso em: 05 de agosto de 2020.

ALTIERI, M.*Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável*. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 1998.

ALTIERI, M. *Bases científicas para uma agricultura sustentável*. São Paulo: Expressão Popular; Rio de Janeiro: AS-PTA, 2012.

AQUINO, A.M.; ALMEIDA, D.L.; SILVA, V.F. Utilização de minhocas na estabilização de resíduos orgânicos: Vermicompostagem. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, n.8, p.1-6, 1992.

AQUINO, A.M. Aspectos práticos da compostagem. In: AQUINO, A.M.; ASSIS, R.L. *Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável*. Brasília-DF: EMBRAPA, 2005.

AQUINO, A.M.; ASSIS, R.L. Agricultura orgânica em áreas urbanas e periurbanas com base na agroecologia. *Ambiente e Sociedade*, Campinas, v.10, n.1, jan-mar, 2007.

CARMO, M.S. A produção familiar como locus ideal da agricultura sustentável. *Agricultura em São Paulo*, São Paulo, v.45, n.1, p.1-15, 1998.

GONZÁLEZ, P.J.; RAMÍREZ, J.F.; VIEITO, E.L. Lombricultura: una alternativa para la conversión de los desechos orgánicos em recursos. In: FUNES-MONZOTE, F.; MONZOTE, M. *Abonos orgánicos: compost, lombricultura y abonos verdes*.La Habana: IIPF-MINAG, 2004. 51p.

LOPES, K.C.S.A.; BORGES, J.R.P.B.; LOPES, P.R. Percepção ambiental de agricultores familiares assentados como fator preponderante para o desenvolvimento rural sustentável. Resumos do VII Congresso Brasileiro de Agroecologia. *Anais...* Fortaleza-CE, 2011.

MARTÍN, J.D.; SCHIEDECK, G. Nível de desenvolvimento e potencial da minhocultura e da vermicompostagem. In: ANJOS, J.L.; AQUINO,A.M.; SCHIEDECK, G. *Minhocultura e vermicompostagem: interface com sistemas de produção, meio ambiente, e agricultura de base familiar*. Brasília, DF: EMBRAPA, 2015.

MENEGAÇO, V.M.; BASSAN,C.F.D.; LOSASSO, P.H.L. Características do húmus de minhocas alimentadas com esterco de frango *Gallus gallus domesticus* e sustentabilidade no meio rural. *Revista Unimar Ciências*,Marília, v26, p.155-162, 2017.

PEREIRA, J.E. *Manual prático sobre minhocultura*. São Paulo: Nobel, 1997. 69p.

PRIMAVESI, A. *Manejo agroecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais*. São Paulo: Nobel, 2002. 549p.

PRIMAVESI, A. *Manual do solo vivo: solo sadio, planta sadia, ser humano sadio*. São Paulo: Expressão Popular, 2016.

Reynolds, J.W. Earthworms of the world. *Global Biodiversity*, v.4, p.11-16, 1994.

SALTER, C.E.; EDWARDS,C.A. The production of vermicompost aqueos solutions or teas. In: EDWARDS, C.A.; ARACON, N.Q.; SHERMAN, R. *Vermiculture technology*. Boca Raton: CRC Press, 2010.

SANTOS, C.F.S.; SIQUEIRA, E.S.; ARAÚJO, T.A. et al. A agorecologia como perspectiva de sustentabilidade na agricultura familiar. *Revista Ambiente e Sociedade*, n.2, p.33-52, 2014.

SCHIEDECK, G.; GONÇALVES, M.M.; SCWENGBER, J.E. *Minhocultura e produção de húmus para a agricultura familiar*. Circular Técnica 57. Pelotas/RS: EMBRAPA CLIMA TEMPERADO, 2006.

SCHIEDECK, G.; SCHWENGBER, J.E.; GONÇALVES, M.M.; SCHIAVON, G.A.; CARDOSO, J.H. *Minhocário campeiro de baixo custo para agricultura familiar*. Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, 171, 2007a.p.1-4.

SCHIEDECK, G.; SCHWENGBER, J.E.; GONÇALVES, M.M.; SCHIAVON, G.A.; CARDOSO, J.H. *Minhocário em túnel baixo: alternativa barata para a produção de húmus*. Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, 175, 2007b. p.1-4.

SCHIEDECK, G. A minhocultura na agricultura familiar: estratégia de apoio para a transição agroecológica. In: ANJOS, J.L.; AQUINO,A.M.; SCHIEDECK, G. *Minhocultura e vermicompostagem: interface com sistemas de produção, meio ambiente, e agricultura de base familiar*. Brasília, DF: EMBRAPA, 2015.

SUTHAR, S. Vermistabilization of municipal sewage sludge amended with sugarcane trash using epigeic Eisenia fetida (Oligochaeta). *Journal of Hazardous Materials*, v.163, p.199-206, 2009.

TURRUELLA,E.P.;RAMÍREZ,M.C.;MARTÍNEZ,F.;NODALS,A.R.;CONCEPCIÓN, N.C. *Manual para laproducción de abonos orgánicos em laagricultura urbana*. Ciudad de La Habana:INIFAT/PNUD, 2002. 102p.

19. CRIAÇÃO SUSTENTÁVEL DE ESCARGOT

Arícia Chaves Zanetti Reis[1], Fernanda Larissa César Santos[1], Hebert Lucas de Santana[2], Renata Rocha Rebouças[2], Leila de Genova Gaya[3], Renata de Souza Reis[3]

[1]Zootecnista, Mestranda na Universidade Federal de Viçosa – MG; aricia-chaves-reis@hotmail.com fernandalsantos@ufv.br
[2]Graduando do curso de Zootecnia pela Universidade Federal de São João del-Rei; betao_sjdr@hotmail.com renatarreoucas27@gmail.com
[3]Docente do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de São João del-Rei; renatareis@ufsj.edu.br

Introdução

A Helicicultura é o termo utilizado na criação de moluscos do gênero *Helix ssp.* É uma atividade com interesse zootécnico crescente no país, visando, sobretudo o mercado de exportação. A exploração dessa cultura está principalmente na produção de carne, porém existem outros veículos comerciais como a industrialização do produto animal, em que o produto é congelado ou pré-cozido. De acordo com Lobão (2001), devido à alta capacidade cicatrizante do muco produzido, esses substratos são utilizados na área farmacêutica e cosmética.

Desse modo, é necessário obter um produto que se adapte nas condições de mercado e do cenário de criação. A espécie que melhor se encaixa é a *Cornu aspersum maximum* (anteriormente denominada *Helix aspersa maxima*), conhecida popularmente como *gros gris*, que significa "grande cinza", sendo uma alternativa vantajosa para suprir a demanda do mercado consumidor brasileiro (Santos, 2019).

Independentemente de ser uma prática nova, já conta com grandes adeptos dessa criação por todo o país, tendo uma produção em grande quantidade e com qualidade para competir com o produto importado. É uma atividade bastante rentável economicamente, porém necessita de conhecimentos, planejamento e infra-estrutura adequada (Hassen, 1989).

Se o mercado já é um fator que atrai investimentos, a criação de escargot se apresenta como uma ótima oportunidade de empreendimento, pois conta com uma alta sustentabilidade, demanda poucos recursos para o manejo, proporciona ergonomia, uso eficiente de ração, o consumo de energia é baixo, não necessita de grandes áreas para implantação do criatório em sítios ou chácaras e são precoces produtivamente.

No Brasil, trabalhos sobre o assunto é escasso, porém procurou-se reunir informações a respeito do sistema de criação sustentável de Escargot, destacando os principais aspectos dessa cultura.

Aspectos gerais

História

Antes mesmo do surgimento do homem, já havia a existência de escargots na terra. Antes da descoberta do fogo, eles utilizavam esses animais para se alimentar. De acordo com Lubell (2004), ossadas humanas já foram encontradas ao lado de conchas de escargots em diversas escavações europeias, o que indica que eles foram os primeiros alimentos a serem consumidos pelo homem, há mais 11,5 mil anos. Segundo o autor, escavações feitas no Mediterrâneo, mostraram vários espaços arqueológicos com uma maior concentração de conchas de caracóis, acompanhadas de utensílios empregados no momento de retirar a carne da concha, caracterizando assim resquícios de refeições da antiguidade.

Os pioneiros a apreciarem este molusco foram os gregos e os romanos, sendo considerado uma fina iguaria (Santos, 2012). Os romanos, criavam os escargot que eram consumidos em todas as camadas sociais. Em Roma existia o *Cochlearium vivaria*, criado por Fluvio Hirpinus, onde eram criadas várias espécies desse molusco, cuja qualidade e sabor da carne variam em cada espécie. Eram uma verdadeira indústria, na qual se tinha uma preocupação tanto na criação como no melhoramento e seleção das espécies e variedades, escolhendo para reprodução aqueles que

apresentam carne mais fina delicada, dando-lhes alimentação apropriada (Santos, 2002).

O elitismo que marcou esse alimento também é antigo, pois segundo um levantamento arqueológico do acampamento da França, o escargot era um prato exclusivo dos oficiais romanos. Os primeiros cristãos usavam o desenho do caracol para representar a proliferação da vida e a capacidade de reprodução. Na Idade Média, os monges contribuíram bastante para a difusão do escargot, pois era permitido o seu consumo pela igreja na época da quaresma (Santos, 2002).

Assim, como alimento, o escargot ocupa um lugar de destaque, sendo um prato bastante apreciado na alta gastronomia. Só com a ameaça de extinção de algumas espécies capturadas em grandes quantidades durantes anos, foi que a partir dos anos setenta, se intensificaram as tentativas de obter criações em seu ciclo completo em todas as suas fases nos principais países de elevada apreciação (Santos, 2002).

No final do século passado, aumentou o seu consumo pelo homem, crescendo o número de apreciadores, o que levou a um grande perigo de extinção de algumas espécies, especialmente no continente europeu. Hoje, na Europa, a captura de escargot é limitada por normas que devem ser observadas para que se evite o aniquilamento das espécies, enquanto cresce a criação destes animais em cativeiro para que se obtenha o produto sem que se ponha em risco sua permanência na natureza.Com altos e baixos em seu consumo através do tempo, pertencendo aos hábitos alimentares das camadas mais pobres da população e das pessoas com alto poder aquisitivo, os escargot foram utilizados com alimentos, medicamentos e até cosméticos.

No Brasil, os escargots constituem um prato clássico, variando sua produção de acordo com a cozinha usada. Na Espanha e em Portugal, ele é consumido, comumente, em bares como petisco, frito ou empanado, acompanhando cerveja. A Itália possui 6.600 fazendas profissionais de

escargots, porém a sua produção não consegue atender a demanda do mercado interno, sendo o restante importado (Santos, 2002).

A helicicultura no Brasil

A criação de escargot no Brasil como uma atividade zootécnica foi implantada recentemente, documentos comprovam que teve início da década de 80 (Ribeiro, 2013).

Em terras nacionais os moluscos, transportados pelos imigrantes italianos e alemães em navios europeus que desembarcaram na região sul do país, mais especificamente no estado do Rio Grande do Sul entre 1870 e 1960. Nessa época o cultivo desses animais era meramente um passatempo (ou caseiro) e destinado apenas ao consumo familiar. Com o tempo os caracóis se tornaram uma praga agrícola e em algumas localidades urbanas.

Com o surgimento de industrias de processamento desse produto no país, o mercado está expandindo, podendo-se encontrar para aquisição até mesmo, na forma congelada ou em conserva. Com o desenvolvimento crescente na indústria, algumas medidas foram adotadas para viabilizar e incentivar a produção como parcerias de industrias com os criatórios fornecendo matrizes, rações, caixas criatórias e orientação técnica. (Medeiros et al., 2000).

De acordo com Palhares (2004), a helicicultura não exige muita tecnologia, tornando-se uma alternativa para elaboração de projetos sociais.

Comparando o Brasil com outros países como, a França, a produção nacional é pequena. Na França, a fabricação chega a 45 mil toneladas anuais, já a produção nacional estima-se a criação de 20 toneladas por ano. (Elfrides Júnior, 2011).

Sendo assim, um negócio alternativo e repleto de possíveis desenvolvimentos, devido a sua pouca exploração, já que essa prática é designada a atender um nicho de mercado específico. Na América do

Sul, há três países envolvidos no mercado internacional da helicicultura: Chile, Peru e Argentina (Palechor, 2016).

Na Tabela 1 é apresentada uma comparação sobre o comportamento das diferentes espécies criadas no Brasil, elaborada por Funcia (2009). As principais finalidades dos criatórios são: a comercialização, a preservação das espécies em extinção e as pesquisas realizadas em biotérios.

Tabela 1 - Comparação do comportamento das espécies que melhor adaptaram ao Brasil

Item	Helix aspersa	Helix aspersa maxima
Peso médio (grama)	7	15
Média de ovos por postura (unidade)	82	137
Nº posturas/ano (média)	3	3 a 4
Idade de abate (dias)	115 a 145	135 a 140
Períodos de melhor atividade	junho a agosto	junho a agosto
Preço de mercado	menor	Maior
Consumo de ração*	02:01	02:01
Mortalidade	Igual	Igual
Adaptação no Brasil	Boa	Ótima
Nº de animais adultos por m² de parque **	143	67

Fonte: Adaptado de Funcia (2009).

*2 kg de ração para 1 kg de animal vivo.

**Limite máximo em função do peso médio.

Anatomia e fisiologia

O escargot é um molusco invertebrado, pertence à classe dos Gastropodos (gr. gaster, ventre + podos, pé). Os moluscos são animais de simetria bilateral e corpo mole, que normalmente está protegido por uma concha produzida por eles próprios. Seu corpo se divide em três partes: cabeça, pé e massa visceral (Vieira,1986). Seu corpo é constituído de 90% de água e o restante distribui-se entre as proporções de sais minerais, proteínas e lipídeos (Mendes et al., 2012).

Na cabeça há uma boca, quatro tentáculos (antenas) e um orifício genital. Nos tentáculos maiores estão os olhos; os dois tentáculos pequenos têm função tátil. Na boca há uma espécie de língua, chamada rádula, recoberta de alguns dentículos duros, eles servem para rasgar o alimento, que pode ser de origem vegetal ou animal. O orifício genital fica atrás da cabeça, do lado direito do animal. O escargot é hermafrodita (possui aparelhos reprodutores dos dois sexos), há uma vagina, um pênis e um dardo calcáreo no interior do orifício.

O pé é uma longa massa muscular que se espalha à frente e atrás da concha. A massa visceral compreende os órgãos internos do animal e está coberta por uma membrana chamada manto, encarregada de produzir a concha. Nesta região estão o fígado, rim, coração e parte do intestino.

A concha pode ter uma ou duas partes, chamadas valvas. No caso de alguns gastrópodes, a valva encontra-se enrolada em espiral é o esqueleto externo do escargot. Sua forma e coloração são variáveis conforme a espécie. Ela é também o abrigo natural do escargot contra predadores, luz, frio e calor. Essa concha é constituída por 98% de carbonato de cálcio o que garante uma concha resistente promovendo proteção, por isso é importante o cálcio na alimentação do animal. O sistema nervoso dos moluscos é bastante desenvolvido e os órgãos dos sentidos são complexos (Vieira, 1986).

O animal possui habito noturno, com início a partir das cinco da tarde de um dia até às seis horas da manhã do outro dia. Portanto a maior parte da alimentação ocorre durante a noite e com o pico de atividade ocorrendo entre 2 a 3 horas após o anoitecer (Cobbinah et al., 2008).

Classificação zootécnica

Segundo Brandão (2016), de forma geral, as técnicas de criação de caracóis são práticas e simples, assim como a implantação dos criadouros. Martínez (2018) afirma que existem três sistemas de criação de caracóis, sendo eles:

- Sistema de criação extensivo, aonde os animais são criados em pátios de terra abertos, equipados com cercas afim de evitar a fuga dos animais;
- Sistema de criação intensivo, que consiste na utilização de galpões ou estruturas fechadas, onde pode-se controlar umidade, temperatura e luminosidade. Nesse sistema a alimentação é feita a base de concentrado formulado para suprir as necessidades nutricionais dos animais;
- Sistema misto de criação, pode ser caracterizado quando a eclosão dos ovos ocorre em ambiente controlado, mas os moluscos jovens são levados para o ambiente externo depois de 6-8 semanas.

Estudos mostram que o maior desenvolvimento da helicicultura nas últimas décadas se deu pela criação em sistemas fechados, aonde se observa também maior produtividade dos animais (Machado et al., 2008; Martínez, 2018). Esses eventos podem ser explicados pelo fato de que a criação de caracóis se dá por uma interação entre fatores intrínsecos como, idade e tamanho, que por sua vez podem influenciar na eficiência reprodutiva e crescimento dos animais. Existe ainda a interação ente fatores extrínsecos como oscilações na temperatura e umidade relativa do ar, que podem ser controlados na criação em cativeiro (Czarnoleski et al., 2008; Nicolai & Ansart, 2017). Contudo, em decorrência da interação de tais fatores, observa-se alta mortalidade e elevado tempo para atingir peso mínimo de abate, podendo caracterizar a helicicultura como uma criação de alto custo de produção (Milinsk et al., 2004).

Dessa forma, visando aumentar a eficiência dos processos produtivos, é preciso lançar mão de programas de avaliação genética, cujos resultados devem ser utilizados pelos melhoristas e criadores em geral. A partir dos resultados obtidos em análise, pode-se eleger indivíduos melhoradores e também realizar o descarte de animais de

maneira assertiva, promovendo o melhoramento genético das populações (Carvalheiro, 2010; Eler, 2015).

Implantação do heliário

Zootecnicamente, os escargots *gros gris* podem ser criados sob o sistema artificial de confinamento total, o qual consiste em restringir a população a uma área limitada, o que requer menor espaço, facilita o abrigo dos animais e, parcialmente, o controle das condições termohigrométricas (Guidolin & Ferrari, 2013).

Figura 1 - Escargot sob sistema artificial de confinamento total.
Fonte: Acervo do Setor de Helicicultura da UFSJ.

Temperatura

Os caracóis preferem temperaturas entre 16 a 25ºC, variando de acordo com a espécie. Entretanto, em ambientes com temperaturas inadequadas, pode-se compensar a adaptação dos escargot através do controle da umidade utilizando umidificadores ou aspersores no local de criação (Funcia, 2009).

Para amenizar os efeitos extremos da temperatura sobre o ambiente de criação, é possível utilizar da presença de janelões para permitir o controle da temperatura interna por meio da ventilação, assim como caiar o lado de fora dos telhados de branco podem reduzir em 5° C a temperatura interna (Vieira, 1986).

Umidade

A umidade relativa do ar deve ser elevada e distante da saturação, evitando o aparecimento de bactérias e fungos que podem comprometer toda a criação e principalmente impedir a desidratação por parte dos escargot devido à alta permeabilidade corporal. Segundo Funcia (2009), quando o clima é hostil, o escargot realiza o processo de hibernação ou estivação, que são mecanismos de defesa dos animais, que permanecem neste estado até que as condições sejam favoráveis novamente.

Luminosidade

É importante que os animais recebam luz uniforme de 10/12 horas do dia, para manter sua atividade. Já que são mais ativos em dias mais longos, é necessária a instalação de lâmpadas ou outras formas de iluminação para suprir essa necessidade em dias mais curtos (Canaud, 2007).

Espaço e localização

De acordo com Mendes et al. (2012), a latitude do local quando maior que 23ºC Sul ou Norte, proporciona uma temperatura adequada durante parte do dia, durante a noite a temperatura de 20°C é mantida. Quando a latitude é menor que 23°C, a temperatura durante a noite pode-se elevar ultrapassando da ideal, isso influencia consideravelmente no desempenho dos escargot, que possuem hábito noturno e consequentemente não desempenhará adequadamente as suas funções, principalmente a alimentar.

Em trabalhos desenvolvidos por Mendes et al. (2012), a temperatura do ar ideal é 20ºC e a umidade relativa do ar de 80% preferencialmente com ausência da estação seca. Quando a umidade relativa do ar encontra- se abaixo de 75% pode ocorrer a estivação, comportamento que causa a redução das atividades fisiológicas destes animais. Portanto, nota-se que quando há picos de temperatura e umidade relativa do ar o comportamento fisiológico é altamente influenciado, acarretando alterações no desenvolvimento e crescimento dos escargot.

A taxa de mortalidade em criações comerciais varia de 12 a 15%, este fato deve-se a fragilidade adaptativa do animal, que sofre muito com as variações de temperatura e umidade relativa do ar (Mendes et al., 2012).

Mercado e investimento

Os caracóis do gênero Helix apresentam ótimas características organolépticas se comparados a outras espécies de animais possuem valor proteico considerável na carne. A produção de escargot possui algumas vantagens, entre elas podemos citar a facilidade de manuseio dos animais, reprodução favorável (já que os mesmos são hermafroditas), ausência de odores desagradáveis dos excrementos eliminados e insumos baixos, uma vez que o caracol requer de pouco espaço e a mão de obra é de baixo custo e de simples execução (Lobo, 2017).

A comercialização do escargot é feita de duas formas, o animal na forma viva em que a venda de matrizes destinadas à reprodução e a outra é a venda da carne na qual o animal é abatido. Em razão do seu preço elevado, a maioria da população brasileira remete o consumo do escargot como um alimento exclusivo da elite. (Mendes et al., 2012). Ainda que, o Brasil produza apenas para atender o mercado interno (Rodriguez et al., 2011), o mercado é garantido e em expansão. O mercado internacional apresenta potencial, porém necessita de um volume maior de escargot, já que o consumo desse produto é maior nos países Europeus e nos Estados

Unidos. Neste contexto o helicicultor deve se atentar ao processamento dentro das normas higiênico-sanitárias, ou seja, na forma correta de abate, classificação, textura de carne e embalagem (Vieira, 1986).

Vieira (1986), cita as possibilidades de comercialização que podem ser exploradas pelos criadores de escargot:

- Animais para reprodução;
- Animais vivos, em atividade, para consumo;
- Animais vivos, para consumo, mas dentro da concha, ou em hibernação ou repouso;
- Animais resfriados;
- Animais congelados, dentro ou fora da concha;
- Animais fervidos dentro da concha;
- Animais fervidos e retirados da concha;
- Pratos preparados.

Segundo Hassen (1989), com o mínimo de capital inicial é possível estruturar um bom heliário, e o retorno vem em curto prazo. Os custos da implantação estão relacionados a mão-de-obra, manutenção, conservação, reposição e outras. Uma alternativa de aumentar a renda do helicicultor é vendas de rações, caixas e outros insumos, proporcionar cursos, prestação de serviços ou de assessoria técnica e fornecer projetos e/ou implantações de heliários.

Aspectos de criação

Criação

Segundo Márcio Infante Vieira, a escolha dos escargot para criação no Brasil, é limitada entre apenas duas espécies, *Helix pomatia* (*gros blanc ou bourgogne*) e *Helix aspersa* (*petit gris*), sendo a última mais vantajosa. O *petit gris*, para sistemas de criação intensivo possui características bem favoráveis como maior rusticidade e resistência justamente pela facilidade

da aclimatação, maior precocidade e de fácil comercialização (Vieira, 1986). Enquanto o *gros blanc* encontra dificuldade de adaptação as adversidades climáticas, são mais delicados e possuem desenvolvimento tardio, podendo chegar a 3 anos (Vieira, 1986).

O único sistema de criação aconselhado para produção de escargot com fins comerciais é o intensivo, pois permite o controle de todos os escargot potencializando em diversos aspectos a capacidade de desenvolvimento e reprodução além de reduzir o número de mortalidade e enfermidade (Vieira, 1986).

Figura 2 - Caixa de escargots sob sistema intensivo de criação.
Fonte: Acervo do Setor de Helicicultura da UFSJ.

Nutrição

Pouco se sabe a respeito da nutrição dos escargot, principalmente em regiões com clima temperado. Sabemos que são animais herbívoros e quando submetidos ao habitat possuem preferência por verduras com folhas verde-escuro como, por exemplo folhas de couve, chuchu, cenoura, confrei (Canaud, 2007).

O planejamento da alimentação dos animais está diretamente relacionado à fase de crescimento em que se encontra, nível de produção, o estado fisiológico, e a ração ofertada deve satisfazer a exigência nutricional do escargot. A definição quantitativa e qualitativa dos nutrientes essenciais para as diferentes fases de desenvolvimento é importante para a formulação adequada e completa, afim de se obter melhor desempenho, reduzir custos, sustentabilidade por meio do uso de alimentos alternativos, convencionais e rentabilidade (Hayashi et al., 2004). Em sistema extensivo comumente é ofertado da própria vegetação cultivada no ambiente (Cobbinah et al., 2008). Em sistema extensivo comumente é ofertado da própria vegetação cultivada no ambiente Cobbinah et al., 2008). Em sistemas semi-intensivo há divisão branda entre alimento verde e ração nas fases recém-nascido, juvenis e reprodutores (Lobo, 2017). Enquanto em sistema intensivo a ração faz parte desde a fase juvenil até a adulta (Cobbinah et al., 2008).

Segundo Canaud, é possível dividir os alimentos para os escargot em dois grandes grupos: os verdes e concentrados.

- Alimentos verdes: É o grupo dos vegetais, principalmente aqueles que apresentam folhas verde-escuro. Normalmente, quando se tem grande produção de escargot, é indicado o cultivo de culturas especialmente para a alimentação dos escargot. Dentre elas destacam se a couve e o confrei (Canaud, 2007).

Figura 3 - Escargots se alimentando da couve.
Fonte: Acervo do Setor de Helicicultura da UFSJ.

- Concentrados: Enquadram os farelos, farinha e as rações balanceadas. Podem ser oferecidos em pó ou granulado, no entanto, é necessário se atentar a umidade do concentrado, uma vez que permanecer úmido durante dias haverá proliferação de fungos os quais iram interferir na sanidade e consequentemente no desenvolvimento do escargot podendo até causar sua morte.

Dentro desse grupo destacam-se milho, trigo, cevada, soja entre outros grãos (Canaud, 2007). Um ponto importante é se atentar ao consumo diário da ração para evitar desperdício e proporcionar os nutrientes essenciais para o desenvolvimento do escargot.

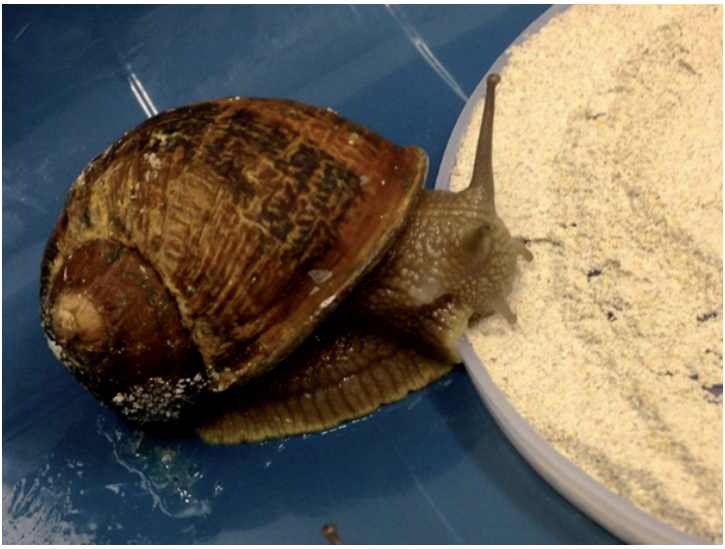

Figura 4 - Escargot se alimentando de concentrado.
Fonte: Acervo do Setor de Helicicultura da UFSJ.

A água deve estar sempre disponível e livre de impurezas. A reposição e higienização da água e do recipiente deve ser realizada diariamente, sobretudo quando em dietas concentradas onde o teor de água do alimento é significativamente menor.

Os escargot dependem da presença de cálcio na dieta, pois esse nutriente possui papel importantíssimo na calcificação da concha, seu principal elemento de defesa. Este cálcio pode ser fornecido adicionado a formulação da ração ou separadamente, sendo as principais fontes o calcário em pó ou cascas de ovos, como fonte alternativa (Lobo, 2017).

Em sistemas extensivos onde os solos são ricos em calcário, o custo com a inserção na dieta é reduzido, porém, mesmo assim, é necessário a implementação, seja através de alimentos alternativos que possuam cálcio, como exemplo temos a couve, brócolis, soja entre outros vegetais de folha escura. Quando não atendida a exigência de cálcio, durante o período de calcificação da concha, resultará em conchas quebradiças e

até mesmo má formação (Lobo, 2017). Sabendo que a concha é o seu principal meio de proteção, haverá problemas na viabilidade, em especial nas trocas de calor com o meio, afetando diretamente a sobrevivência do escargot.

Reprodução

Os escargot são hermafroditas incompletos, possuem órgão masculino e feminino. No entanto, são incapazes de se autofecundar e dependem de um parceiro para se reproduzirem (Vieira, 1986). A reprodução em muitas espécies tem como função a transmissão de características desejáveis para as futuras gerações. Na helicicultura não é diferente, o anseio por matrizes cada vez mais eficientes está ligada a uma boa seleção que busca produção mais eficiente em diversos aspectos. Portanto, Vieira (1986) destaca pontos importantes para seleção dos reprodutores: adaptabilidade a região de criação, animais sadios e livres de qualquer enfermidade, idade adequada para entrarem e saírem da reprodução, não apresentarem fraturas ou quebraduras na concha e portadores de numerosos ovos na postura.

Época de acasalamento

O acasalamento pode ocorrer durante todo o período ativo dos escargot, mas há fatores que podem interferir como por exemplo, o clima, temperatura, época de nascimento, espécie, precocidade individual, alimentação e o manejo (Hanssen, 1989).

Após a hibernação ou estivação, esses animais levam tempo até recuperar suas energias e estarem aptos a se reproduzir. No entanto, de um modo geral, os escargots se reproduzem nas épocas amenas quando as variáveis estejam favorecendo a reprodução. (Canaud, 2007).

Acasalamento

Anteriormente a cópula é realizado um ritual de namoro onde os escargot se tocam por meio da rádula e do dardo calcário até atingirem o ponto de excitação. Em sequência ficam lado a lado, com os órgãos genitais em encontro, ocorrendo a penetração do pênis na vagina (Vieira, 1986). Quando chega o momento do clímax é depositada certa quantidade de espermatozoides em ambos por meio do espermatóforo, no canal do receptáculo seminal, e logo após esse período os óvulos ficam disponíveis para receberem os espermatozoides e serem fecundados (Canaud, 2007).

Figura 5 - Cópula dos escargots.

Fonte: Acervo do Setor de Helicicultura da UFSJ.

Figura 6 - Dardo calcário dos escargots.
Fonte: Acervo do Setor de Helicicultura da UFSJ.

Postura

A Postura ocorre após a fecundação, podendo levar até um mês após o acasalamento. De acordo com o momento em que a postura se aproxima, os escargots buscam por locais úmidos e frescos para a construção do seu ninho, preferencialmente eles procuram por terra com consistência não muito mole nem muito dura (Canaud, 2007). Existe pouca diferença entre as espécies durante a postura, geralmente a altura em que se constroem o ninho e o número de ovos. A construção do ninho ocorre na terra, escavando um buraco através da sua concha, com o auxílio da cabeça e do pé (Vieira, 1986).

Figura 7 - Escargot realizando a postura.
Fonte: Acervo do Setor de Helicicultura da UFSJ.

Incubação

A incubação pode ocorrer de forma artificial ou natural, levando o primeiro modo de 16 a 30 dias, onde todo o processo ocorre naturalmente e sofre constante influência do ambiente (Canaud, 2007).

Conforme Vieira (1986) esclarece em seu livro *ESCARGOT: Criação caseira e comercial*, a temperatura, a umidade e a espécie interferem diretamente no tempo de incubação. Pois quando a temperatura se encontra amena o tempo de incubação aumenta e o mesmo ocorre com a umidade, quanto menor a umidade relativa do ar, maior o período de incubação. Quanto a espécie, *Helix pomatia* apresenta variação de 20 a 30 dias enquanto o *Helix aspersa* de 10 a 30 dias.

Na incubação artificial, há interferência constante do criador, sendo o diferencial para o sucesso e controle dos escargot que estão prestes

a nascer. Deve-se realizar a marcação dos ninhos logo após o fim da postura, realizar a coleta dos ovos e posteriormente colocá-los em caixas com fundo coberto por uma camada de terra esterilizada e providenciar telas para servirem como tampa para as caixas (Canaud, 2007).

Figura 8 - Incubação artificial dos ovos de escargots.
Fonte: Acervo do Setor de Helicicultura da UFSJ.

Eclosão

Os pequenos escargots já nascem com uma pequena concha membranosa e fina a qual tem coloração clara e com o decorrer do seu desenvolvimento vai se tornando amarronzada (Vieira, 1986). Posteriormente ao nascimento os recém-nascidos, geralmente permanecem no ninho até o décimo dia de vida. Nesse período sua alimentação se baseia nos detritos dos ovos eclodidos, sendo uma forma de abastecerem a demanda por cálcio e fósforo necessário para a formação da concha (Vieira, 1986).

Figura 9 - Eclosão dos escargots.
Fonte: Acervo do Setor de Helicicultura da UFSJ.

Estivação

Segundo Hanssen (1989), no livro *Criação prática de escargot*, em regiões que se dispõe de clima quente, o motivo da hibernação se torna o calor, enquanto em lugares de invernos rigorosos encontra-se o motivo por frio, sendo assim o termo estivação é designado a hibernação por calor.

Nesse estado de estivação ou hibernação os animais se aderem a uma superfície, preferencialmente vertical, permanecendo em completa inatividade e sobrevivendo das reservas corporais obtidas anteriormente, forçando o organismo a se adaptar às circunstâncias. Os batimentos cardíacos reduzem, a temperatura corpórea decai, a respiração diminui, reduzindo drasticamente seu metabolismo e deixando o intestino limpo (Hanssen, 1989).

Durante esse período de inatividade os escargots não se reproduzem e não se alimentam, portanto, criadores de escargots buscam evitar a

entrada desses animais no estado de hibernação, pois do ponto de vista do produtor geram apenas prejuízos devido ao atrasado no desenvolvimento, reprodução e gastos com alimentos para reposição do peso perdido.

Quando o escargot sai do estado de hibernação ou estivação, se encontra enfraquecido, sendo necessário um tempo para recuperar suas energias e retornar ao seu ciclo de desenvolvimento (Hanssen, 1989). Dentre os fatores que contribuem para a hibernação e estivação estão: temperatura abaixo de 10 °C ou acima de 28 °C, condições ambientais adversas como umidade ambiental e relativa do ar muito aquém ou além de 85%, exposição dos animais ao vento excessivo causando ressecamento do tegumento cutâneo, ausência ou excesso de raios solares, ausência de água e alimentação (Hanssen, 1989).

Figura 10 - Escargot estivando.
Fonte: Acervo do Setor de Helicicultura da UFSJ.

Manejo sanitário

É importante manter controle sobre a higiene dos escargots e do ambiente em que estão inseridos pois os mantém livre de doenças e seguro de predadores. Mediante a isso, temos duas formas bastante comuns de higienização: a limpeza e a desinfestação (Canaud, 2007).

A limpeza deve ser feita frequentemente de toda a área, utilizada diretamente ou não para a criação dos escargot. No caso de parques ou áreas abertas com terreno pode se revolver a terra e realizar calagem, deixar a terra descansar por alguns dias e novamente revirar a terra (Vieira, 1986). Essa ação além de ter como principal objetivo a sanidade dos escargot, permite a descontaminação e o enriquecimento da terra com cálcio. No entanto deve se atentar aos produtos utilizados na higienização, pois desinfetantes, inseticidas entre outros produtos químicos podem prejudicar o desempenho dos escargot, contaminar a carne ou até mesmo matar os escargot (Vieira, 1986).

A desinfestação é um conjunto de decisões tomadas, importantíssima para evitar e combater insetos, vermes e parasitas que comumente aparecem para atacar os escargot devido à má higienização e descuidos de manejo (Vieira, 1986). Quando esses conseguem contato por horas com os escargot, geralmente, podem levar os animais à morte. É possível realizar a desinfecção através do uso de cal, uma vez que é bastante efetivo, possui baixo custo e de fácil manejo (Vieira, 1986).

É necessário manter constante higienização das criadeiras ou parques, realizar diariamente a manutenção das caixas, comedouros e bebedouros, assegurar que os animais estão nutridos com alimentos e água de qualidade, eliminar imediatamente animais mortos e higienizar o local, gerenciar rigorosamente o controle do acesso ao heliário e dos materiais recebidos para evitar transmissão de qualquer doença aos escargot (Vieira, 1986).

Abate

O abate não deixa de ser uma das partes importantes da helicicultura. A partir do momento em que se tem um abate e armazenamento dentro dos padrões, há garantia da textura e sabor da carne que chega ao consumidor (Escargot Inervada, 2011).

O abate ocorre da seguinte forma: o animal deve ficar em jejum durante alguns dias, afim de que ocorra a purga, ou seja, limpe todo o conteúdo do intestino, facilitando o manejo do abate e garantindo ao consumidor mais segurança na hora do consumo (Vieira, 1986). Em seguida, deve-se lavar várias vezes os escargot em água fria com sal e vinagre, afim de removera grande quantidade de muco produzido pelas glândulas pediosas. A partir disso deve-se enxaguar quantas vezes for necessário até que a água onde os escargot se encontram fique limpa.

Por fim deve-se submeter os escargot ao cozimento, em uma panela acrescente água até cobrir todos os escargot e deixe no fogo por 20 minutos, para esterilizar a carne e facilitar a remoção dos outros órgãos, caso a espécie seja provida deles (Escargot Inervada, 2011).

O abate dos escargot deve ser realizado em abatedouros de moluscos autorizado pela Secretaria de agricultura e secretaria da saúde, juntamente com as especificações desejadas do criador, onde devem atender os padrões de construções e higiene (Escargot Inervada, 2011).

A carne do escargot é magra, de baixa caloria e bastante nutritiva, rica em vitamina C e cálcio. Composição: 89% água, 14% proteína, 0,70% lipídeos, 2% minerais (Vieira, 1986).

Aplicação prática

Pode ser tomado como exemplo a instalação do Setor de Helicicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ). O sistema de criação adotado foi o de confinamento total, fornecendo-se ração à vontade, em cochos plásticos, e volumoso (folhas

de *Sechium edule*), com ração salpicada. A alimentação era padronizada e composta de ração farelada balanceada, seguindo-se a composição nutricional recomendada para a espécie em condições comerciais de criação.

Os *escargots* foram acondicionados em caixa plástica de polipropileno com tampa de tela mosquicida em *nylon* e mantida em estante, registrando-se todas as informações de escrituração zootécnica dos indivíduos, numerando-se cada caixa. O heliário foi dotado de ciclo de luz natural e controle de incidência de raios solares com cortina de lona e sombrite, além de registro diário de umidade e temperatura, estabelecendo-se os limites de umidade relativa do ar entre 80% e 95% e temperatura entre 15 e 25ºC, utilizando sistema de umidificação e também o borrifar manual duas vezes ao dia, além de restrição de acesso.

A postura foi realizada em terra não argilosa, com pH entre 6,5 e 7,5. A limpeza das caixas, com troca da ração e do volumoso, era realizada diariamente, evitando-se a manipulação dos animais para que não houvesse eventual rompimento do epifragma, buscando-se reduzir a ocorrência de estresse por manejo. Cascas de coco foram colocadas nas caixas como forma de enriquecimento ambiental.

Referências

BRANDÃO, V. *Dicionários gastronômicos*. Correio Gourmand, 2016. Disponível em: <http://correiogourmand.com.br/info_glossario_produtos_alimentos_iguarias_gourmands_escargot.htm>. Acesso em: 05 de maio 2020.

CANAUD, C. *Dossiê técnico – Escargot*. Resposta Técnica, 2007. Disponível em: ANAIS DA XI MOSTRA CIENTÍFICA FAMEZ/UFMS, CAMPO GRANDE, 2018. Disponível em: <http://www.respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/MTE2>. Acesso em: 06 de maio de 2020.

CARVALHEIRO, R. *Melhoramento genético ajuda a melhorar a eficiência da pecuária*. BeefPoint, 2010. Disponível em: < https://www.beefpoint.com.br/roberto-carvalheiro-

melhoramento-genetico-ajuda-a-melhorar-a-eficiencia-da-pecuaria-62146/ >. Acesso em: 05 de maio de 2020.

COBBINAH, J.R.; VINK, A.; ONWUKA, B. *Snail farming: Production, processing and marketing. Wageningen: Agromisa*. 2008. Disponível em: <http://www.openideo.com/open/how-might-we-improve-healthcarethrough-social-business-in-low-income-communities/concepting/growedible-snails-tosupplement-caldas-nutrition/gallery/snail-farming-manual.pdf/>. Acesso em: 08 de maio de 2020.

CZARNOLESKI, M.; KOZLOWSKI, J.; DUMIOT, G.; BONNET, J.C.; MALLARD, J.; DUPONT-NIVET, M. Scaling of metabolism in *Helix aspersa* snails: changes through on to geny and response to selection for increased size. *The Journal of Experimental Biology*, v.211, p.391-399, 2008.

ELER, J.P. *Teorias e métodos em melhoramento genético animal* – volume II – Seleção. Pirassununga: FZEA/USP, 2015.

JÚNIOR. E. *Aumento da demanda incentiva a produção de escargots no Brasil*. Canal Rural 2011. Disponível em: <http://www.canalrural.com.br/noticias/agricultura/aumento-demanda-incentivaproducao-escargots-brasil-17186>. Acesso em: 06 maio 2020.

Escargots Inervada, 2011. Disponível em:< https://invernada.com.br/entreposto/>. Acesso em: 17 de junho de 2020.

GUIDOLIN, F.R.; FERRARI, A.F. *Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas: Criação de Escargots*. Porto Alegre: Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI/RS, 2013. 4p.

HANSSEN, J.E. *Criação prática de escargot*. Livraria Nobel S.A., 1989.

HAYASHI, C.; SOARES, C.; MATSHUSHITA, M.; GALDIOLA, M.; COCITO, I.; Desempenho e características de carcaça do escargot francês (*Helix aspersa máxima*) alimentado com rações contendo diferentes óleos vegetais. *Ciencia Rural*, Santa Maria, v.34, n.1, Jan./Feb. 2004.

LOBÃO, V.L. (Coord.). *Comissão interinstitucional para o ordenamento e a normatização da criação da espécie exótica Achantina fulica*. São Paulo: Instituto de Pesca, 2001.

LOBO, H.L.S. *Níveis de cálcio em ração para escargot (Cornu aspersum)*. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de São João Del Rei. 2017. 45f.

LUBELL, D. *Pre historic edible and snails in the circum - Mediterraneam: thearch an ecological evidence*. PETITS ANIMAUX ET SOCIÉTÉS HUMAINES. DU COMPLÉMENT ALIMENTAIRE AUX RESSOURCES UTILITAIRES XXIV erencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes. APDCA, Antibes, p.77-98, 2004.

MACHADO, J.L.C.; ARAÚJO, R.M.; CALHEIROS, D.P.; DELEITO, C.S.R.; MENDES, E.A.; BARONI, F.A. Influência da levedura *Saccharomyces cerevisiae* (Meyenex Hansen, 1883) no desenvolvimento de escargots gros gris (*Helix aspersa maxima*). *Revista Brasileira de Agrociências*, v.14, n.1, p.101-108, 2008.

MARTÍNEZ, M.L. *Helicicultura*. 2018. Disponível em: <http://www.agritotal.com/nota/helicicultura/> Acesso em: 06 de maio de 2020.

MEDEIROS, M.F.D.; JERÔNIMO, C.E.M.; MDEREIROS, U.K.L.; SATNOS, I.J.; MAGALHÃES, M.M.A.; MATA, A.L.M.L. *Desidratação de subprodutos da industrialização do escargot*. Congresso de Iniciação Científica, 2000. Natal.

MENDES, E.A.; MACHADO, J.L.C.; FERREIRA, D.G.S.; FERREIRA, R.G.S. *"Escargots - A tecnologia correta de criação"*. Viçosa, Minas Gerais, CPT, 2012. 246p.

MONNEY, K.A. Effects of different dietary regimes on growth and reproductive function off armed *Achatina fulica* Bowdich. *Snail Farming Research*, Cherasco, v.5, n.1, p.1422, 1994.

MILINSK, M.C.; PADRE, R.G.; HAYASHI, C.; SOARES, C.M.; SOUZA, N.E.; MATSUSHITA, M. Composição química e perfil de ácidos graxos em escargot (*Helix aspersa maxima*) alimentados com dietas contendo diferentes fontes proteicas. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v.26, n.4, p.469-473, 2004.

NICOLAI, A.; ANSART, A. Conservation at a slow pace: terrestrial gastropods facing fast-changing climate. *Conservation Physiology*, v.5, p.1-17, 2017.

PALECHOR, L.E.L. *Análise histórico-comparativa da Helicicultura na Colômbia*. Dissertação de Mestrado, UNB, Programa de Pós-graduação em Agronegócios. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília/DF, Brasil, 2016. 113p.

RIBEIRO, C.G. *Criação de escargots é um investimento lucrativo*. Centro de Produções Técnicas, 2013. Disponível em: <https://www.cpt.com.br/cursos-pequenascriacoes/artigos/criacao-de-escargots-e-um-investimento-lucrativo>. Acesso em: 05 maio 2020.

RODRIGUEZ, M.L. et al. Encadenamiento de la productividad helicícola e mel departamento de Cundinamarca (Colombia). *Revista Electronica de Gerência Empresarial*, COEPTUM, URBE, Maracaibo, v.2, n.2, p.168-197, 2011.

SANTOS, A.C. *Aproveitamento de subprodutos da industrialização do escargot*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2012. 107f.

SANTOS, L.C.F. Elaboração de protocolo de escrituração zootécnica em sistema de confinamento total de escargots gros gris (*Cornu aspersum maximum*) como ferramenta para o desenvolvimento de programas de melhoramento genético. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de São João Del Rei, 2019.

VIEIRA, M.I. *ESCARGOT: Criação caseira e comercial*. 4.ed. São Paulo: Editora Revista, 1986.

20. USO DE ALIMENTOS COMO ADITIVOS PARA SILAGEM E SILAGEM DE DIETA TOTAL

Bárbara Maria Gomes de Melo[1], Rogério de Paula Lana[2]

[1] *Estudante de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.*
[2] *Professor do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.*

RESUMO – As plantas forrageiras tropicais são caracterizadas pela sazonalidade de produção e baixo valor nutritivo. Logo, a necessidade de suplementação com forragem conservada e concentrados se faz presente nos períodos em que a produção de forragem é baixa, impactando diretamente no aumento dos custos com alimentação na bovinocultura O farelo de soja e o milho são considerados *commodities* agrícolas, e sofrem influência direta do mercado internacional. Isto faz com que a variação de preços desses produtos possam gerar impactos negativos na pecuária, pois são os mais importantes ingredientes na formulação de dietas para animais. Uma forma de diminuir os custos com a alimentação de animais é com a produção de silagem. A ensilagem é um método de conservação de forragem em seu estado úmido, por meio da fermentação realizada por bactérias formadoras de ácido lático, as quais promovem um abaixamento do pH, inibindo o crescimento de microrganismos indesejáveis por um longo período de tempo. Esta é uma ferramenta útil, quando se pretende aproveitar o excedente de produção de forragem na época das águas, para ser administrado na época das secas, otimizando assim os recursos forrageiros. As forrageiras mais utilizadas no Brasil são cana, milho, sorgo e gramíneas tropicais. A silagem de "dieta total" (ração total misturada, dieta completa ou DT), também chamada de silagem TMR ("Total Mixed Ration"), consiste na preparação da dieta total antes da ensilagem, e tem como objetivo melhorar os parâmetros fermentativos de forragens com baixo valor nutritivo e alta umidade. Isso porque farelos que estão normalmente presentes na ração (como farelo de soja e fubá) atuam como sequestrantes de umidade quando adicionados à forragem antes da ensilagem. Além disso, a silagem de dieta total confere uma vantagem ao processo de ensilagem, por aliviar os custos de energia associados à pré-secagem e transporte, e ainda facilitar a preservação do material ensilado, independentemente da composição das forragens utilizadas. Além da vantagem econômica, a silagem de dieta total estabiliza a função ruminal por evitar a seleção das partículas pelos animais. Os trabalhos incorridos na mistura da ração antes da alimentação são evitáveis quando a silagem de dieta total é usada. Alimentos de baixa aceitação pelos animais, como leguminosas, subprodutos

agroindustriais, resíduos de culturas e rações não convencionais podem ser incorporados as rações, pois melhoram o odor e o sabor através da fermentação durante a ensilagem. Nesse contexto, a silagem de dieta total aumenta o leque de técnicas que podem ser usadas com o objetivo de melhorar o perfil fermentativo, redução nas perdas por gases e efluentes, maior recuperação da matéria seca das silagens, e pode resultar em melhoria no valor nutritivo, digestibilidade da forragem ensilada e desempenho dos animais a consomem.

Palavras chave: aditivos para silagem, nutrição de bovinos, silagem de dieta completa.

USE OF FEED AS ADDITIVES FOR SILAGE AND SILAGE OF TOTAL MIXED RATION

ABSTRACT – Tropical forage plants are characterized by seasonality of production and low nutritional value. Therefore, the need for supplementation with preserved forage and concentrates is present in periods when forage production is low, directly impacting the increase in feed costs in cattle. Soybean meal and corn are considered agricultural commodities, and are influenced international market. This means that the variation in prices of these products can have negative impacts on livestock, as they are the most important ingredients in the formulation of diets for animals. One way to reduce the costs of feeding animals is with the production of silage. Silage is a method of preserving forage in its humid state, through fermentation carried out by lactic acid-forming bacteria, which promote a lowering of the pH, inhibiting the growth of undesirable microorganisms for a long period of time. This is a useful tool, when it is intended to take advantage of the forage production surplus during the water season, to be administered during the dry season, thus optimizing the forage resources. The most used forages in Brazil are sugarcane, corn, sorghum and tropical grasses. The total mixed ration silage, also called TMR silage, consists of the preparation of the total diet before ensiling, and aims to improve the fermentation parameters of forages with low nutritional value and high humidity. This is because brans that are normally present in the feed (such as soybean meal and cornmeal) act as moisture scavengers when added to the forage before silage. In addition, TMR silage gives an advantage to the ensiling process, as it relieves energy costs associated with pre-drying and transport, and also facilitates the preservation of ensiled material, regardless of the composition of the forages used. In addition to the economic advantage, TMR silage stabilizes rumen function by preventing the selection of particles by animals. Work on mixing the feed prior to feeding is preventable when TMR silage is used. Foods of low acceptance by animals, such as legumes, agro-industrial by-products, crop residues

and unconventional feeds can be incorporated into the feeds, as they improve odor and taste through fermentation during ensiling. In this context, the total mixed ration silage increases the range of techniques that can be used in order to improve the fermentation profile, reduction in losses from gases and effluents, greater recovery of dry matter from silages, and can result in improved nutritional value, digestibility of ensiled forage and performance of animals that feed on such diets.

Keywords: additives to silage, cattle nutrition, total mixed ration, TMR silage.

Introdução

Aditivos são produtos que podem ser adicionados às forrageiras que não apresentam características ideais para serem ensiladas. Tem-se como objetivo com o uso de aditivos: melhorar os padrões fermentativos da massa ensilada (Lima & Evangelista, 2001), reduzir as perdas de matéria seca, preservar os nutrientes durante ou após a fermentação, fornecer substratos fermentáveis para bactérias ácido lácticas, melhorar o valor nutritivo da silagem, contribuir com a melhoria da palatabilidade e aumentar o consumo de silagem pelos animais (Evangelista & Lima, 1999).

No Brasil, as condições climáticas permitem o cultivo de espécies forrageiras que possuem características essenciais para a produção de silagem, como: teor de matéria seca (MS) ideal no momento de corte, alta produtividade, concentração de carboidratos solúveis em água (CS), poder tamponante (PT) e bom valor nutritivo (Reis et al., 2013). As forrageiras mais cultivadas com a finalidade de ser ensilada são: milho, sorgo, capins tropicais e cana-de-açúcar (Millen et al., 2009; Bernardes, 2012).

Porém, fermentações indesejáveis podem ocorrer nas silagens, principalmente nas silagens de capins tropicais, o que levou a um grande número de estudos com uso de aditivos. Aditivos sequestrantes de umidade ou estimuladores de fermentação tem sido indicados com objetivo de aumentar os teores de matéria seca e reduzir as perdas

comumente encontradas nessas silagens. Subprodutos da indústria, como melaço, polpa cítrica, o farelo de milho, farelo de arroz, farinha de mandioca também tem sido opções utilizadas (Antonio, 2016).

Mesmo que a silagem seja de ótima qualidade, não é possivel atender as exigências nutricionais dos animais somente com esse alimento. Por isso, o uso de concentrados faz parte da estratégia nutricional da maioria dos propriedades leiteiras (Gomes et al., 2015). A silagem de dieta total é uma nova estratégia de produção de silagem, que consiste na mistura de todos os alimentos que compõem a dieta animal antes da ensilagem.

Nesse capítulo, trataremos de diferentes estratégias para a melhoria da silagem, como: fatores a serem levados em consideração antes de ensilar, alimentos que podem ser usados como aditivos e a silagem de dieta total para otimização dos recursos forrageiros.

Conservação de forragem

A conservação de forragem é uma forma de otimizar os recursos forrageiros disponíveis ao longo do ano e reduzir os custos de produção. A conservação é o processo de reservar/guardar forragem para uso futuro. A forragem pode ser conservada *in situ* (forragem armazenada em pé) ou colhida, preservada e estocada. As principais formas de conservação são: feno, silagem e silagem pré-secada (Reis et al., 2013).

A ensilagem é um método de conservação de forragem em seu estado úmido, por meio da fermentação parcial anaeróbica, realizada por bactérias formadoras de ácido lático, as quais promovem um abaixamento do pH, inibindo o crescimento de microrganismos indesejáveis por um longo período de tempo. É uma ferramenta útil, quando se pretende aproveitar o excedente de produção de forragem na época das águas, para ser administrado na época das secas (Reis et al., 2013).

Fatores que afetam a qualidade da silagem

Apesar dos aditivos serem substâncias que podem ser adicionadas no momento da ensilagem, é importante ressaltar que a obtenção de silagem de boa qualidade não constitui apenas em utilizar aditivos, mas também envolve outros fatores, como: cuidado com a implantação da lavoura, realizar os devidos tratos culturais, época de corte da forrageira no momento ideal, grau de processamento do material, higiene de silo, tipo de silo, tempo de fechamento do silo, compactação e vedação do silo (Neumann et al., 2010).

Caso esses processos tenham sido realizados de forma adequada e as variáveis tenham sido adequadas de forma satisfatória, o uso de aditivos seria a última etapa do processo de adoção de tecnologias a ser considerada. A partir da tomada de decisão pelo uso de aditivos, mais importante do que a escolha de um aditivo adequado, independente da cultura a ser ensilada, é a correta aplicação do mesmo durante o processo (Antonio, 2016).

Culturas destinadas à silagem

Milho (Zea mays)

O milho possui teor de matéria seca adequado (30-40% MS) (Tabela 1), elevada concentração dos carboidratos solúveis e baixo poder tamponate no momento ideal do corte, o que favorece a fermentação da massa (Allen et al., 2003), elevado potencial de produção de matéria seca e elevado valor nutricional, além da flexibilidade de uso (silagem de planta inteira ou grãos) (Reis et al., 2013).

Contudo, a colheita do milho ocorre no período chuvoso, fator limitante na compactação no silo e MS ideal, possui janela de corte curta, seu cultivo é complexo devido a necessidade de uso de diversos insumos agrícolas e inviável próximo a áreas urbanas pelo possível roubo de espigas. Os custos podem representar até 49,5% do total dos

custos e o custo de produção fica vinculado ao mercado internacional (Tabela 2). Tradicionalmente, o custo da tonelada de silagem de milho é moderadamente elevado quando comparado, por exemplo, ao custo da silagem de sorgo e de cana-de-açúcar (Reis et al., 2013).

Tabela 1 – Parâmetros agronômicos e nutricionais de volumosos suplementares

Parâmetros	Feno	Silagem de milho	Silagem de sorgo	Silagem de capim-tanzânia	Cana fesca	Silagem de cana
Produtividade (t MV/ha)	-	41,0	44,0	100,0	84,4	84,0
Produtividade (t MS/ha)	-	13,0	13,4	20,0	25,2	25,2
% MS forragem	87,0	32,0	32,0	20,0	30,0	30,0
NDT (%)	58,0	65,0	60,0	56,0	60,0	58,0
PB (%)	12,0	8,7	9,4	7,8	2,5	3,5

Fonte: Daniel et al. (2011de forma comparativa, opções agrícolas para equacionar a disponibilidade de forragem na propriedade. São abordados os aspectos de viabilidade agronômica, associados a parâmetros qualitativos, o custo estimado das diferentes opções e os aspectos ambientais relacionados à produção destas forragens. Do ABSTRACT -The present study aimed to compare forage sources to fulfill animal requirements at farm level. Some aspects were considered: agronomic and nutritional traits, estimated cost and related environmental issues. Sugarcane crop was enhanced by maximizing forage yield and lowering DM and nutrient costs. For both, beef (19.75%).

Sorgo (Sorghum bicolor)

O sorgo, assim como o milho, possui características que favorecem o processo fermentativo (Bolsen et al., 2003), tendo como diferencial a menor sensibilidade ao fotoperíodo e a deficiência de água (Weinberg et al., 2011), além ser flexível quanto ao uso, o que o posiciona como opção para a safrinha quando cultivada no Brasil (Reis et al., 2013). Contudo, o sorgo sofre intenso ataque de pássaros quando os grãos estão na fase de enchimento, o que pode aumentar as perdas da fração amido, além de ser exigente quanto aos tratos culturais.

Também é necessário ressaltar que existem 2 tipos de sorgo: o forrageiro e o granífero. O sorgo “forrageiro”, apresenta elevado

rendimento de matéria seca e baixo valor nutricional. O sorgo “granífero” produz menos massa, contudo apresentam valor nutricional superior (Berenji & Dahlberg, 2004).

Tabela 2 – Custo de produção de volumosos suplementares

Parâmetro	SM	SS	Silagem de capim-tanzânia		Cana mecanizada		Cana manual	Silagem de cana mecanizada		
			Fo	Ma	Pl	So	Pl	So	Pl	So
Insumos	2010,02	1745,72	1569,97	1513,00	2379,42	601,50	2379,42	601,50	2379,42	601,50
Investimentos	171,91	171,91	694,66		-		-		169,84	
Preparo do solo	225,44	225,44	59,84	-	164,69	-	164,69	-	164,69	-
Plantio e tratos culturais	145,70	145,70	62,13	23.95	668,06	99,75	668,06	99,75	668,06	99,75
Colheita e ensilagem	842,79	842,79	1102,35		541,50		1410,18		1238,5	
Descarga e distribuição	661,59	661,59	1122,34		509,12		509,12		1040,4	
Aditivação	-	-	-		-		-		13,17	
TOTAL (R$/ha)	4057,44	3878,88	4402,33		2379,60		3248,28		3790,88	
TOTAL (R$/t MV)	99,49	88,16	67,73		28,54		38,95		61,43	
TOTAL (R$/t MS)	310,92	293,85	338,64		95,12		129,84		204,77	

Onde: SM = silagem de milho; SS = silagem de sorgo; Fo = formação; Ma = manutenção; Pl = planta; So = soca. Fonte: DANIEL et al., 2011.

Cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.)

A cana-de-açúcar apresenta várias vantagens, como: necessidade de tratos culturais menos intensos (Tabela 2) e frequentes que milho e sorgo, alia produtividade elevada (Tabela 1) com valor nutritivo satisfatório (Tabela 3), colheita no período seco do ano, janela de corte extensa, rico em carboidratos solúveis, sobrevive ao fogo (janela de corte de 10 dias) sem prejuízo na composição bromatológica (Roth et al., 2010a) e desempenho animal (Tabela 4) (Roth et al., 2010b). Porém, a cana apresenta algumas desvantagens, como a dominância de leveduras no processo fermentativo, com produção de álcool e consequente perda de MS (Ávila et al., 2010) tornando-se imprescindível o uso de aditivos.

Tabela 3 – Valor nutritivo de silagens de milho, sorgo, cana-de-açúcar e capim

Parâmetro (%)	Silagem de milho	Silagem de sorgo	Silagem de cana	Silagem de capim
MS	34,6	31,0	25,1	14,4
MMMS	3,0	3,8	5,1	9,3
PBMS	7,9	8,5	3,2	4,4
NIDNN	1,3	-	44,4	16,0
NIDAN	24,8	28,3	-	11,3
FDNMS	55,3	55,7	65,1	61,1
FDAMS	30,5	31,9	42,5	33,4
CELMS	22,9	26,0	35,5	29,5
HEMMS	25,3	25,0	24,7	20,5
LIGMS	7,8	5,9	7,2	4,1
CNFMS	30,5	22,6	18,2	-
AmidoMS	24,9	13,6	-	1,4
CHOMS	7,7	2,3	5,1	0,5
EEMS	2,7	2,1	-	1,4

Onde: MS = matéria seca; MM = matéria mineral; PB = proteína bruta; NIDN = nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDA = nitrogênio insolúvel em detergente ácido; FDN = fibra insolúvel em detergente neutro; FDA = fibras insolúvel em detergente ácido; CEL = celulose; HEM = hemicelulose; LIG = lignina; CNF = carboidratos não fibrosos; CHO = carboidratos; EE = extrato etéreo. Adaptado de Zopollatto et al. (2009).

Tabela 4 – Variações no desempenho de bovinos recebendo silagens de milho, sorgo, cana de açúcar e capim

Parâmetros	Silagem de milho	Silagem de sorgo	Silagem de cana	Silagem de capim
CMS (%PV)	2,3	1,9	3,1	1,9
CMSD (%PV)	1,4	0,9	1,3	0,8
CNDT (%PV)	1,4	0,9	-	0,7
CFDN (%PV)	0,9	0,8	0,7	-
GP bovinos (kg/d)	1,2	-	1,1	1,0
CA	-	-	8,3	8,2
DAMS (%)	61,3	60,6	66,4	55,0
DAFDN (%)	45,2	51,4	56,2	55,2
DIVMS (%)	70,3	59,5	48,0	53,6

Onde: CMS = consumo de MS; CMSD = consumo de MS digestível; CNDT = consumo de nutrientes digestíveis totais; CFDN = consumo de FDN; GP = ganho de peso; CA = conversão alimentar; DAMS = digestibilidade aparente da MS; DAFDN = digestibilidade apararente da FDN; DIVMS = digestibilidade in vitro da MS. Adaptado de Zopollatto et al. (2009).

Capins tropicais

Os capins tropicais mais comuns para produção de silagem são: capim-elefante (*Pennisetum purpuerum*), capim-mombaça e capim-tanzânia (*Panicum maximum*), capim-marandu e capim-xaraês (*Urochloa brizantha*) e capins Cynodon (Tifton 85 e Coastcross), cuja vantagem é que são altamente produtivos pois há possibilidade de vários cortes ao ano (Reis et al., 2013).

Mas devemos considerar as limitações de uso desse tipo de forragem quanto aos aspectos fermentativos (Tabela 5). Os capins podem apresentar alta umidade (Tabela 2), baixa concentração de carboidratos solúveis, alto poder tamponante no momento ideal de corte(que desfavorece a fermentação e aumenta os riscos do processo de fermentação não se concretizar de forma adequada) devido a proliferação de mm indesejáveis, baixo valor nutricional (NDT ~ 50%), o que torna a dieta mais cara devido a necessidade de uso de concentrados para atendimento da exigência animal, fermentação pouco eficiente, com possibilidade de

proliferação de mm. patogênicos como *Listeria monocytogenes*, os quais podem contaminar o leite, restringindo o uso dessas silagens na pecuária leiteira (Reis et al., 2013).

Observação: a produção de silagem a partir de capins tropicais tem um custo elevado (Tabela 2). Isso pode ser explicado quando equacionamos o custo em função da MS, mesmo o custo da tonelada de matéria verde sendo muito baixo (Daniel et al., 2011).

Segundo Millen et al. (2009) a cultura mais utilizada na bovinocultura de corte é a cana-de-açúcar (fresca e picada), seguida da silagem de milho, silagem de sorgo e silagem de capins tropicais. Enquanto que na bovinocultura de leite, a espécie mais cultivada foi o milho (para produção de silagem), assim como sorgo, capins tropicais e cana, respectivamente (Bernardes, 2012).

Com isso, existe a necessidade da busca por melhorias na qualidade da silagem de capins tropicais e cana, visto que estes possuem papel importante na pecuária nacional. E a forma mais discutida, e controversa, tem sido com o uso de aditivos (Reis et al., 2013).

Tabela 5 – Variações nos parâmetros fermentativos de silagens de milho, sorgo, cana-de-açúcar e capim

Parâmetros	Silagem de milho	Silagem de sorgo	Silagem de cana	Silagem de capim
pH	3,9	3,8	3,4	4,5
EtanolMS (%)	0,1	3,3	7,8	0,9
AcéticoMS (%)	2,7	1,5	4,0	1,5
PropiônicoMS (%)	0	0	0,7	0,1
ButíricoMS (%)	0	,	0,1	0
LáticoMS (%)	1,4	6,1	3,3	4,2
Rel Lac:Ace	0	-	-	8,0
N-NH3 (% N total)	8,5	5,7	6,4	10,0
Estabilidade aeróbia (h)	33,0	41,7	60,0	-
Poder tampão (mEq/100g)	41,6	6,1	-	34,0
Perdas MS (%)	-	-	24,6	6,4
Perdas gasesMS (%)	-	-	17,9	4,7
Perda efluente (kg/t MV)	-	-	47,2	40,2
Recuperação de MS (%)	-	-	71,2	91,0
Recuperação CNF (%)	-	-	35,2	-
Mofos e leveduras (ufc/g)	-	-	5,6	3,3
BAL (ufc/g)	-	-	2,5	7,3

Onde: Rel. Lac:Ace = relação lactato:acetato; N-NH_3 = nitrogênio amoniacal; BAL = bactérias ácido láticas. Adaptado de Zopollatto et al. (2009).

Aditivos

Aditivos são produtos que podem ser adicionados às forrageiras que não apresentam características ideais para serem ensiladas. Tem-se como objetivo com o uso de aditivos: melhorar os padrões fermentativos da massa ensilada (Lima & Evangelista, 2001), redução das perdas de matéria seca, preservação dos nutrientes durante ou após a fermentação, fornecer substratos fermentáveis para bactérias ácido lácticas, melhorar o valor nutritivo da silagem, contribuir com a melhoria da palatabilidade

e aumento do consumo de silagem pelos animais (Evangelista & Lima, 1999).

A sobreposição da função dos aditivos é grande, o que dificulta sua classificação (Kung et al., 2003). De acordo com Kung et al. (2003), os aditivos podem ser classificados de quatro formas: estimuladores de fermentação; inibidores de fermentação; inibidores de deterioração aeróbia; fornecedores de nutrientes e sequestrantes de umidade. Entretanto, Nussio e Schmidt (2004) classificaram os aditivos dividindo-os em três grupos distintos: aditivos microbianos, aditivos químicos e sequestrantes de umidade.

Alguns fatores são importantes no momento da escolha de um aditivo a ser utilizado na ensilagem. Evangelista e Lima (1999) destacaram alguns desses fatores a serem tomados em consideração pelo produtor, como por exemplo: disponibilidade na aquisição do produto, apresentar facilidade ao manejar, não deixar resíduos tóxicos, eficiência em promover fermentação, aumento do valor energético ou protéico em relação à silagem sem aditivos, e que o custo seja compatível com a qualidade promovida no produto final.

Segundo Henderson (1993), o aditivo ideal a ser empregado à silagem é aquele que proporcione segurança no seu manuseio, que contribua na redução de perdas de matéria seca, propicie a melhoria da qualidade higiênica da silagem, restrinja a fermentação secundária (atuação de bactérias clostrídicas ou enterobactérias), aumente o valor nutritivo, melhore a estabilidade aeróbica e ofereça o maior retorno em produção animal em relação ao custo apresentado pelo uso do aditivo.

Apesar dos aditivos serem substâncias que podem ser adicionadas no momento da ensilagem, é importante ressaltar que a obtenção de silagem de boa qualidade não constitui apenas em utilizar aditivos, mas também envolve todos os cuidados exigidos pela cultura, como: cuidado com a implantação da lavoura, realizar os devidos tratos culturais, época de corte da forrageira no momento ideal, grau de processamento

do material, higiene de silo, tipo de silo, tempo de fechamento do silo, compactação e vedação do silo, são alguns fatores aliados que vem a contribuir com a produção de silagem de qualidade. Caso esses processos tenham sido realizados de forma adequada e as variáveis tenham sido adequadas de forma satisfatória, o uso de aditivos seria a última etapa do processo de adoção de tecnologias a ser considerada. A partir da tomada de decisão pelo uso de aditivos, mais importante do que a escolha de um aditivo adequado, independente da cultura a ser ensilada, é a correta aplicação do mesmo durante o processo (Antonio, 2016).

Aditivos sequestrantes de umidade e fornecedores de nutrientes

Aditivos sequestrantes de umidade e fornecedores de nutrientes são bastante utilizados no Brasil, principalmente para ensilagem de gramíneas tropicais. Além de corrigir a MS, alguns materiais fornecem carboidratos solúveis e estimulam a fermentação (Schmidt et al., 2014). Alguns exemplos desses aditivos estão citados a seguir: melaço, polpa cítrica; subprodutos da indústria de mandioca, maracujá; biodiesel; resíduos de colheita de soja e algodão; tortas e farelos. Por diluição, quanto maior a qualidade do sequestrante usado, menor o teor de FDN e maior a digestibilidade da MS, o que leva ao maior consumo e desempenho de ruminantes fermentação (Schmidt et al., 2014). A redução do teor de água na forragem concentra os carboidratos solúveis, diminui a ocorrência de fermentações clostrídicas, favorece o abaixamento do pH, reduz a quebra de proteína em amônia e diminui a produção de gases e efluentes (Andrade, 2010).

Silagem de dieta total

O que é dieta total?

A dieta total é a mistura de todos os ingredietes /alimentos necessários para a alimentação animal capazes de atender 100% da exigência dietética animal. A silagem de “dieta total” (ração total

misturada, dieta completa ou DT), também chamada de silagem TMR ("Total Mixed Ration"), consiste na preparação da dieta total antes da ensilagem, e tem como objetivo melhorar os parâmetros fermentativos de forragens com baixo valor nutritivo e alta umidade. Isso porque farelos que estão presentes na ração (como farelo de soja e fubá, por exemplo) atuam como sequestrantes de umidade quando adicionados à forragem antes da ensilagem. Isso confere uma vantagem ao processo por aliviar os custos de "energia" associados à pré-secagem e transporte da forragem, e ainda facilita a preservação do material ensilado, independentemente da composição das forragens utilizadas (Gusmão, 2018).

Além da vantagem econômica, a silagem DT estabiliza a função ruminal por evitar a seleção das partículas pelos animais. Os trabalhos incorridos na mistura da ração antes da alimentação são evitáveis quando a silagem DT é usada (Wang & Nishino, 2008). Alimentos de baixa aceitação pelos animais, como ocorre: com o feijão guandu, subprodutos agroindustriais, resíduos de culturas e rações não convencionais podem ser incorporados as rações, pois melhoram o odor e o sabor através da fermentação durante a ensilagem (Lourenço et al., 1994)

Nesse contexto, a silagem de dieta total aumenta o leque de técnicas que podem ser usadas para com o objetivo de melhorar o perfil fermentativo, redução nas perdas por gases e efluentes, maior recuperação da matéria seca das silagens, e pode resultar em melhoria no valor nutritivo e digestibilidade da forragem ensilada.

Um pouco de história...

A dieta total tem sido estudada desde a década de 60, e desde então, tem sido largamente utilizada na alimentação de ruminantes. McCoy et al. (1966) já relatavam que a combinação de fenos, silagens e concentrados, proporcionam aumento na produção de leite. Inicialmente, a silagem era produzida a partir de uma única cultura, e apenas no momento da alimentação dos animais, ocorria a mistura dos ingredientes da dieta.

Na década de 70, foram iniciados estudos com silagens mistas (com a mistura de uma ou mais espécies forrageiras).

Nos últimos anos, a silagem DT tem sido amplamente utilizada por produtores no Tibete (China), no qual o ecossistema das pastagens alpinas é frágil devido ao clima severo e ao longo período de baixo ou zero crescimento de planta a cada ano (7 a 8 meses). Em algumas áreas agrícolas do Tibete, o cultivo de capim e leguminosas é limitado devido a necessidades de cultivo de outros gêneros agrícolas destinados a alimentação humana, assim, o uso de subprodutos agrícolas locais nas rações DT é valioso. Com isso, naquela região, é necessário realocar as silagens de DT antes de alimentar os ruminantes (Yuan et al., 2015).

As silagens DT são preparadas no sul, onde há safra agrícola excedente disponível e, posteriormente, movidas para o norte, para a alimentação dos rebanhos leiteiros. O transporte da silagem pode levar de 3 a 5 dias, que se mostra um grande inconveniente visto que as silagens são inevitavelmente expostas ao ar, os microrganismos aeróbicos se proliferam, agravando a deterioração da massa da silagem. Sendo assim, uma atenção crescente tem sido dedicada a estudos sobre silagem de dieta total nos últimos anos porque a ensilagem da dieta total poderia contornar não apenas o trabalho diário para a preparação da dieta total, mas também poderia melhorar a preservação e facilitar o transporte de silagens a longas distâncias com menores perdas de qualidade (Yuan et al., 2015).

Perfil fermentativo da silagem de dieta total

Um dos principais eventos que ocorre no silo, se refere as transformações dos carboidratos solúveis em água (CSA) em ácidos orgânicos sob condições anaeróbias. Normalmente, o ácido lático, acético e butírico são os principais ácidos identificados em silagens, contudo, outros compostos tais como ácido málico, cítrico, succínico, tartárico, também podem estar presentes na silagem. Numa fermentação

ideal, bactérias ácido homoláticas usam CSA (por exemplo, glicose) para crescimento e favorecem a recuperação relativamente alta de MS e energia (Pahlow et al., 2003). No entanto, a fermentação das culturas forrageiras é muito complexa e envolve muitos tipos de microorganismos, resultando em uma variedade de diferentes produtos finais (Kung & Shaver, 2001). A Tabela 5 mostra as recomendações típicas para produtos finais comuns de fermentação dos principais tipos de silagens nos Estados Unidos.

Tabela 5 - Concentrações típicas de produtos finais de fermentação comuns em várias silagens

Parâmetro	Silagem de leguminosa <30–35% MS	Silagem de leguminosa 45–55% MS	Silagem de gramínea 25–35% MS	Silagem de milho 30–40% MS
pH	4,3–4,5	4,7–5,0	4,3–4,7	3,7–4,0
Ác. lático (%)	6–8	2–4	6–10	3–6
Ác. acético (%)	2–3	0,5–2,0	1–3	1–3
Ác. propiônico (%)	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1
Ác. butírico (%)	<0,5	0	<0,5–1,0	0
Etanol (%)	0,5–1,0	0,5	0,5–1,0	1–3
NH_3-N (% do N total)	10–15	<12	8–12	5–7

Fonte: Kung et al. (2018).

O maior aporte de carboidratos solúveis no momento da ensilagem pode contribuir para que maiores concentrações de ácido lático seja encontrados nas silagens de rações totais. A aplicação de aditivos como o melaço, farelos ou polpa cítrica podem aumentar o aporte de nutrientes para o crescimento de bactérias ácido láticas (BAL), mas nem sempre são encontrados efeitos significativos sobre a concentração de ácido lático (Gusmão et al., 2018).

Assim como ocorre com o ácido lático, o ácido butírico também pode não apresentar diferença significativa em comparação ao tratamento controle. Em silagens de gramíneas do gênero *Pennisetum* valores superiores a 3% podem ser observados (Liu et al., 2016). Em silagens

de ração total, uma grande amplitude de resultados tem sido encontrados quanto a concentração desse composto, desde a ausência até concentrações próxima a 2,5% (Wang & Nishino; 2008; Kondo et al., 2014). Vários fatores físicos e químicos podem interferir sobre as fermentações ocorridas em uma silagens e sobre a produção desse composto. Por isso, quando observamos baixos valores de pH, associados com os altos teores de matéria seca das silagens não é possível afirmar que o surgimento do ácido butírico possa ter sido oriundo de fermentações clostrídicas (Tabela 6) (Gusmão, 2017).

Tabela 6 – Matéria seca, pH e produtos da fermentação de silagem de dietal total e silagem de seus ingredientes

	MS (g/kg)	pH	**Ác. Lático (g/kg MS)**	Ac. Acético (g/kg MS)	Etanol (g/kg MS)	2,3-Butanediol (g/kg MS)	Rel. Lac:Ace
Agosto							
Silagem milho inteiro picado	283	4,06	10,5	50,5	1,41	0	0,21
Silagem de sorgo	226	3,95	57,7	44,2	2,53	1,59	1,42
Silagem de azevém	459	5,17	4,46	2,18	5,72	7,46	1,97
Silagem de dieta total	555	4,20	52,4	22,7	2,87	1,76	2,32
Outubro							
Silagem de trigo	288	4,30	13,9	13,9	50,2	28,9	1,07
Silagem de dieta total	470	4,11	53,1	21,4	32,8	10,7	2,49
Novembro							
Silagem de grãos de cervejaria	375	3,72	44,3	5,28	2,25	0	8,40
Silagem de dieta total	535	4,50	56,8	14,1	3,98	0	4,02

Adaptado de Nishino et al. (2015)

A presença dos ácidos málico, cítrico, succínico e oxálico são outros ácidos podem ser observados em silagens (Tabela 7). Esses compostos podem ser produtos finais do metabolismo de leveduras, ou mesmo originados do metabolismo intermediário de certas bactérias (Rooke & Hatifield; 2003). Em determinadas situações, esses compostos também

podem estar associados a funções bioquímicas das plantas e previamente antes da ensilagem já se encontram presentes (Buxton & O'Kiely, 2003).

Tabela 7 - Perfil fermentativo, contagem microbiológica, perdas de matéria seca e estabilidade aeróbia de silagens de ração total contendo capim-elefante como fonte forrageira

Parâmetros	CE	MFS	MFSME	PCFS	PCFSME	EPM	P-valor
MS (%)	27,08b	38,28a	38,63a	38,21a	39,49a	0,293	0,38
pH	3,76b	3,95a	3,97a	3,94a	3,99a	0,022	<0,0001
Ac. lático (% MS)	6,04b	7,28a	7,23a	7,25a	7,30a	0,317	<0,0001
Ac. acético (% MS)	0,23	0,34	0,32	0,24	0,31	0,044	0,004
Ac. butírico (% MS)	1,66	1,37	1,29	1,27	1,23	0,116	<0,0001
Ac. oxálico (% MS)	0,22a	0,06b	0,07b	0,07b	0,09b	0,022	<0,0001
Ac. málico (% MS)	0,12a	0,04b	0,04b	0,05b	0,09ab	0,015	<0,0001
Ac. succínico (% MS)	0,04b	0,19a	0,13ab	0,08b	0,07b	0,02	<0,0001
Ac. cítrico (% MS)	0,04b	0,03b	0,08b	0,21a	0,13a	0,027	<0,0001
Etanol (% MS)	1,23	1,18	1,13	1,11	1,17	0,039	<0,0001
NH_3-N (% N total)	6,46a	5,30b	5,33b	4,13c	4,05c	0,266	<0,0001
Nitrato (mg kg-1 de MS)	613,9b	1177,0a	1100,0a	1180,0a	1139,0a	72,63	<0,0001
Perdas de MS (%)	12,9a	7,85b	8,65b	4,89c	4,07c	0,474	<0,0001
Efluentes (g kg -1)	87,3a	64,6b	60,8b	33,1c	31,1c	5,68	<0,0001
Estabilidade aeróbia (h)	57,8c	75,2b	80,6b	89,8b	127,0a	3,574	<0,0001
Deterioração aeróbia (°C)	10,1c	25,7a	21,1ab	17,2b	9,5c	1,464	<0,0001
PMS durante exp. ao ar (%)	3,12c	8,16a	6,79a	6,06ab	5,14b	0,822	<0,0001

Onde: CE – capim-elefante; MFS – CE, milho e farelo de soja; MFSME – CE, milho, farelo de soja e melaço; PCFS - capim-elefante, polpa cítrica e farelo de soja; PCFSME - polpa cítrica, farelo de soja e melaço. Fonte: Gusmão et al. (2018).

Em gramíneas, o nitrato é um dos compostos nitrogenados que participa ativamente da formação de proteínas. Quando adubadas, altas concentrações desse composto podem ser encontradas em silagens. Durante o processo de fermentação, parte ou a totalidade desse composto pode ser degradado a nitrito e óxido nitroso (Spoelstra, 1985). As enterobactérias são os principais microrganismos envolvidos com a redução do nitrato. Em certas proporções, essa redução tem sido apontada como benéfica,

uma vez que os intermediários produzidos, possuem atividade inibitória sobre o crescimento de clostrídeos (Tabacco et al., 2009).

No entanto, os intermediários formados no silo podem ter ação temporária e os mesmos podem desaparecer após uma ou duas semanas de formados (Spoelstra, 1983). Ao que tudo indica, houve uma maior preservação desse composto em silagens de ração total. Maiores teores de MS associado a uma maior quantidade de carboidratos solúveis podem reduzir a degradação do nitrato em silagens (Spolestra, 1985).

Redução de perdas por gases e efluentes, e recuperação da matéria seca de silagem de dieta total

O ambiente criado quando gramíneas de alta umidade são ensiladas resulta em perdas por efluentes e perdas de nutrientes via fermentações indesejáveis (Panditharatne et al., 1986). Nessas silagens, a formação de compostos como ácido butírico, amônia e aminas biogênicas também são preocupantes, uma vez que os mesmos, além de indicarem perdas de nutrientes importantes, também podem atuar inibindo o consumo em animais (Dulphy & Van Os; 1996; Gerlac et al., 2014). A ensilagem do capim-elefante junto a outros ingredientes que compõem a silagem de dieta total reduzem de forma significativa as perdas de MS e a produção de efluente (Tabela 7).

O aumento dos teores de matéria seca em silagens é uma das principais razões para o sucesso na redução da produção de efluentes e nas perdas de matéria seca. A alta capacidade que esse aditivo possui em absorver umidade e alta quantidade de carboidratos solúveis, estimulam o rápido crescimento de BAL, resultando no rápido abaixamento do pH. Além disso, o uso de polpa cítrica reduz a atividade de água e aumenta a pressão osmótica em silagens, tornando o ambiente menos favorável ao crescimento de microrganismos.

Estabilidade aeróbia de silagens de dieta total

A prolongada estabilidade aeróbia em silagens de dieta total tem sido relatada em vários estudos, e o tempo de ensilagem interfere na sua estabilidade após abertura do silo e exposição da silagem ao ar (Figura 1) (Wang et al., 2018, Wang & Nishino; 2008). Os resultados da estabilidade aeróbia mostraram prolongada estabilidade na silagens de dieta total em comparação com as silagens exclusivas (Tabela 8).

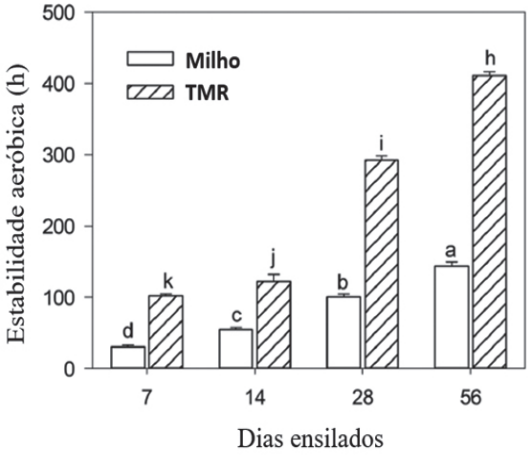

Figura 1 - Estabilidade aeróbia de silagens de milho inteiro picado (WCC) e dieta total (TMR) ensiladas por períodos prolongados. Fonte: Wang et al. (2018).

De maneira geral, o ácido acético produzido por meio do metabolismo de bactérias ácido lácticas heterofermentativas é um dos principais responsáveis pela maior estabilidade aeróbia em silagens (Driehuis et al., 2000; Taylor & Kung, 2002). Quando presente em quantidades satisfatórias, esse compostos podem inibir o crescimento de leveduras, microrganismos iniciadores do processo de deterioração (Kleinschmit & Kung, 2006; Wilkinson & Davies, 2013).

No entanto, Gusmão et al. (2018) relataram que as concentrações de ácido acético encontradas foram baixas e bastante similar entre as

silagens (Tabela 8). A presença de outros ácidos não dissociados podem ter contribuir com a maior estabilidade das silagens de dieta total.

Tabela 8 – Estabilidade, deterioração aeróbica e perdas de silagem capim-elefante e silagem de dieta total durante tempo de exposição ao ar por 240h

						Contrates P-valor		
Parâmetro	CE	DT1	DT2	DT3	DT4	CE x DT	DT1 e 2 x DT3 e 4	Com melaço x sem melaço
Estabilidade aeróbica (h)	57,70	75,20	80,60	89,80	127,00	<0,01	<0,01	<0,01
Deterioração aeróbica (ºC)	10,10	25,70	21,10	17,20	9,53	<0,01	<0,01	<0,01
Perdas de MS (g/kg)	31,20	81,60	67,90	60,60	51,40	0,001	0,27	0,29

Onde: CE = capim-elefante; DT1 = dieta total com milho sem palha seco e farelo de soja; dieta total com milho sem palha seco, farelo de soja e melaço; DT3 = dieta total com polpa cítrica e farelo de soja; DT4 = silagem de dieta total contendo polpa cítrica, farelo de soja e melaço. Adaptado de Gusmão et al. (2018).

Embora as silagens de ração total apresentem maior resistência ao início do processo de deterioração, quando este se inicia, uma maior intensidade de deterioração é verificada, o que pode ser notado pelas temperaturas mais altas em silagens de ração total durante o contato com o ar (Figura 2). Uma maior população de leveduras na abertura das silagens contendo milho e aquelas contendo milho e aditivos, associados a altas quantidade de nutrientes presentes nessas silagens podem acelerar a propagação de leveduras e outros microrganismos deterioradores. No processo de deterioração, esses microrganismos metabolizam o ácido lático presente nas silagem e os carboidratos residuais a ácido acético, CO_2 e água, resultando no aumento do pH, no aumento da temperatura e no crescimento de vários outros microrganismos aeróbios (Woolford et al., 1982).

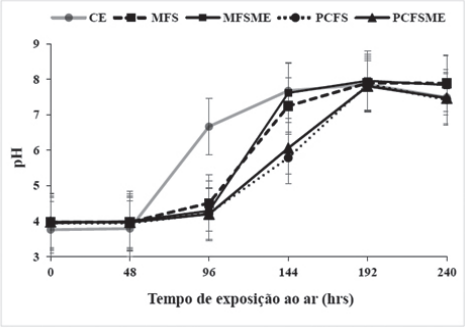

Figura 2 - Variação de pH durante o teste de estabilidade aeróbia de silagens de capim-elefante e de silagens de dieta total. CE = Capim-elefante, MFS = Silagem contendo milho e farelo de soja, MFSME = Silagem contendo milho, farelo de soja e melaço; PCFS = Silagem contendo polpa cítrica e farelo de soja; PCFSME = Silagem contendo polpa cítrica, farelo de soja e melaço.

Valor nutritivo de silagem de dieta total

Segundo Muck (1988), a muitas décadas o uso de aditivos tem sido uma das principais tecnologias indicadas, para contornar problema desse tipo. No entanto, quando usados, dificilmente os aspectos da nutrição animal são considerados, sendo observados apenas aspectos relacionados com a conservação da silagem. Na escolha de ingredientes para se produzir silagens de ração total, a capacidade de permitir a conservação das silagens e a aceitação pelo animal devem ser considerados, além disso, o uso e proporção de inclusão de certos ingredientes também podem ser alterados de acordo o preço e a disponibilidade sazonal. Tudo isso deve estar alinhado ao balanceamento correto da dieta a fim de atender 100% da exigência dietética animal.

Com relação ao valor nutricional das silagens DT, teores de MS são semelhantes ao previamente estabelecido em consequência da adição de ingredientes de baixa umidade. As diferenças que podem ser observadas na teor de FDN estão relacionadas a característica químicas

dos ingredientes utilizados nessas dietas e suas concentrações refletem diretamente sobre os valores de CNF, permitindo que as silagens contendo milho apresentassem os menores valores de FDN e maiores valores de CNF (Tabela 9).

Tabela 9 – Proporção de ingredientes, composição bromatológica e perfil fermentativo de silagem de dieta total (após 225 dias), contendo 0, 10 ou 20% de grãos de café úmido (GCU)

	GCU			
Parâmetros	0	10	20	EPM*
Ingrediente (% MS)				
Gão de café úmido	0,00	10,00	20,00	-
Concentrado**	36,50	36,50	36,50	-
Feno de timótio	30,00	24,00	18,00	-
Feno de alfafa	20,00	16,00	12,00	-
Polpa de beterraba	12,00	12,00	12,00	-
Núcleo***	1,50	1,50	1,50	-
Composição bromatológica (%)				
MS	42,60	43,10	43,10	0,13
MO	93,10	92,90	93,40	0,17
PB	14,50	14,70	14,80	0,19
EE	2.40	4.10	5,60	0,46
FDA	24,10	25,60	27,10	0,44
FDN	37,40	39,20	41,00	0,53
CNF	41,50	38,70	36,80	0,15
Perfil fermentativo (% MS)				
pH	4,03	4,04	4,01	0,33
Ác. Lático	7,14a	6,90ab	6,75b	0,059
Ác. acético	0,61	0,63	0,65	0,13
Ác. Propiônico	ND	ND	ND	-
Ác. Butírico	ND	ND	ND	-
N-amoniacal	0,07	0,07	0,07	0,002

Onde: *EPM = Erro padrão da média. Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, na linha, não diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Tukey. **Composição do concentrado: 69% milho e cevada, 20% farelo de arroz e trigo, 8% farelo de soja, 3% $CaCO_3$, NaCl e CaH_2PO_4. ***Núcleo: 1,2% Zn; 1,0 % Mn; 0,5% Fe; 0,2% Cu e min. 5000 UI de vit. A.g^{-1} e 600 UI de vit. D. g^{-1}. CNF = carboidratos não fibrosos; ND = não detectado. Fonte: Xu et al. (2007timothy hay,

alfalfa hay, dried beet pulp, and a vitamin-mineral supplement in a ratio of 36.5:30:20:12:1.5, respectively, on a DM basis, with timothy hay and alfalfa hay being replaced by WCG at 0, 10, or 20%. All TMR silages, irrespective of WCG addition, were well preserved, with a low pH and ammonia-N content and a high lactic acid content. Intakes by wethers of TMR silages containing 0 and 10% WCG were 96.6 and 94.8 g/kg of BW 0.75 , and did not differ ($P > 0.05$).

Em silagens de dietas totais, a presença de carboidratos de rápida degradação, como o amido, a pectina e a sacarose oriundo dos ingredientes utilizados contribuem para maior digestibilidades. Na prática, as altas concentrações de FDN observadas em silagens exclusivas de gramíneas, podem limitar o consumo de energia pelos animais, uma vez que a ingestão de MS está positivamente correlacionado com a concentração de FDN (Allen, 2000).

Desempenho de animais com silagem de dieta total

O desempenho dos animais está relacionado com os alimentos escolhidos para compor a dieta (pois interferem no valor nutritivo) e com a realização da ensilagem de forma adequada da dieta total. Por exemplo: dietas contendo milho, possuem como principal carboidrato não fibroso o amido e aquelas com polpa cítrica possuem a pectina como principal fonte energética. Na prática, o uso dessas duas fontes energéticas em dietas de bovinos leiteiros é bastante comum, e os resultados quanto ao desempenho de animais de produção mais baixa também podem ser similares (Gehman et al., 2006). Em animais de alta produção, é comum se observar uma queda no consumo e uma redução da produção de leite em 2 ou 3 kg dia quando o milho é substituído por polpa cítrica (Broderick et al., 2002).

Contudo, em situações onde a média de produção do rebanho é mais baixa, o volume de produção pode ser mantido, mas a concentração de proteína no leite pode ser reduzida. Embora o crescimento microbiano à base de pectina seja rápido, o potencial de síntese de proteína microbiana a partir desse substrato é menor que o do amido (Hall & Herejk, 2001).

Nutricionalmente, opção por milho ou por polpa cítrica vai de encontro com a disponibilidade e o preço desses produtos no mercado.

Quando a opção energética das silagens é feita pela polpa cítrica, menores concentrações de nitrogênio não proteico e nitrogênio amoniacal ($N\text{-}NH_3$) são encontradas nessas dietas. Ao que tudo indica, quando esse ingrediente é utilizado, uma maior fração da proteína verdadeira é preservada. No silo, a extensão da proteólise é afetada por diversos fatores, como: umidade, enzimas, densidade da silagem, pH e presença de microrganismos (Rooke & Hatfield, 2003). Diferentemente da polpa cítrica, o milho adicionado as dietas não permite o crescimento de BAL, uma vez que o amido não é utilizado como substrato. Um rápido declínio do pH limita a extensão da degradação da proteína e reduz a atividade da protease pelas plantas (Owens et al., 2002). A população de microrganismos também pode afetar as taxas de proteólises nas silagens DT. As enterobactérias, por exemplo, quando presentes, são microrganismos que competem com as BAL pelo mesmo substrato no início do processo de fermentação e podem degradar compostos nitrogenados para obtenção de energia (Pahlow et al., 2003). É possível também que esses microrganismos sejam mais ativos no início do processo de fermentação dessas silagens.

Ishida et al. (2012) estudaram os efeitos da adição de subprodutos alimentares, como resíduos de batatas, torta de molho de soja, coalhada de soja e resíduos de macarrão para silagem de dieta total. Esses pesquisadores avaliaram a qualidade da fermentação, consumo, digestibilidade, utilização de nitrogênio e fermentação ruminal. A silagem DT foi formulada para satisfazer os mínimos níveis de PB, NDT, cálcio (Ca) e fósforo (P) para novilhas de 450 kg com ganho esperado de 0,6 kg por dia. Os ingredientes da dieta foram ensilados em tambores de óleo (capacidade de 200 L) e depois armazenados ao ar livre por um mês. Durante os experimentos, a silagem DT foi reembalada em quantidades de cerca de 8 kg em sacos de plástico e armazenados a 4 ° C.

Dois tipos de silagem DT foram bem preservados com alta qualidade de fermentação e alto conteúdo de PB. A alimentação da silagem DT teve poucos efeitos negativos na ingestão e digestibilidade do MS e MO, digestibilidade da PB, e aumento da ingestão de PB. Enquanto isso, a silagem DT imediatamente diminuiu o pH ruminal após a alimentação, o que pode ter sido devido à alta degradabilidade ruminal resultante de mais CNF e menos FDN.

Tabela 10 – Efeitos da alimentação com dietas experimentais no consumo e digestibilidade aparente em novilhas.

Parâmetro	Tratamentos			EPM
	DT1	DT2	Controle	
Consumo (g/d.PV^{0,75})				
MS	50,58	49,62	49,27	1,42
PB	5,59b	5,31b	4,63a	0,1
MO	48,09	47,05	45,78	1,32
FDNc	20,39	20,35	22,77	0,98
FDAc	11,87	11,81	12,59	0,5
Digestibilidade aparente (%)				
MS	68,5	66,63	65,77	0,89
PB	71,62	68,3	67,99	1,22
MO	69,19	67,11	66,2	0,94
FDNc	50,05	46,94	52,47	1,29
FDAc	48,46	47,71	47,04	1,14

Onde: DT1 e DT2 = silagens de dieta totais; THF = dieta basal com feno. TRE1, TRE2 e CLT compostos por T1, T2 e CC com THF por 1: 1 em uma base MS, respectivamente. Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, na linha, não diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Tukey. EPM = erro padrão da média.

Em vista dos resultados deste estudo, pode-se concluir que os dois tipos de silagem de dieta total contendo vários subprodutos alimentares podem ser utilizados como substitutos para um concentrado à base de cevada e milho para engorda de bovinos.

Conclusão

Apesar do uso de aditivos microbianos terem sido largamente estudados no Brasil, o uso de alimentos como aditivos sequestrantes de umidade e a silagem de dieta total foram pouco estudados. Além disso, se faz necessário o desenvolvimento de logística para produção de silagem de dieta total em larga escala, assim como mais estudos com relação ao desempenho de animais alimentados com tais dietas.

Referências

ALLEN, M.S.; COORS, J.G.; ROTH, G.W. Corn silage. In: AL-AMOODI, L.; BARBARICK, K.A.; VOLENEC, J.J.; DICK, W.A. (Eds.) *Silage Science and Technology*. American Society of Agronomy, Inc., Crop Science Society of America, Inc., Soil Science Society of America, Inc., Wisconsin, USA, pp. 547–608, 2003.

ALLEN, M.S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v.83, n.7, p.1598–1624, 2000.

ANTONIO, P. *Aditivos proteicos sequestrantes de umidade na ensilagem de gramíneas tropicais*. [s.l.] UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, 2016.

BRODERICK, G.A.; MERTENS, D.R.; SIMONS, R. Efficacy of carbohydrate sources for milk production by cows fed diets based on alfalfa silage. *Journal of Dairy Science*, v.85, n.7, p.1767–1776, 2002.

BUXTON, D.R.; O'KIELY, P. *Preharvest plant factors affecting ensiling*, n.42, p.199–250, 2003.

DANIEL, J.L.P.; ZOPOLLATTO, M..; NUSSIO, L.G. Revista Brasileira de Zootecnia A escolha do volumoso suplementar na dieta de ruminantes How to choose the supplemental forage source on ruminant diet A baixa produção de forragens durante o período seco. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, n.6, p.261–269, 2011.

GEHMAN, A.M. et al. The effect of carbohydrate source on nitrogen capture in dairy cows on pasture. *Journal of Dairy Science*, v.89, n.7, p.2659–2667, 2006.

GOMES, R.C. et al. Estratégias alimentares para gado de corte : suplementação a pasto, semiconfinamento e confinamento. *Nutrição de bovinos de corte: fundamentos e aplicações*, p. 119–140, 2015.

GUSMÃO, J.O.; DANES, M.A.C.; CASAGRANDE, D.R.; BERNARDES, T.F. Total mixed ration silage containing elephant grass for small-scale dairy farms. *Grass Forage Science*, n. April, p. 1–10, 2018.

GUSMÃO, J.O. *Silagens de dietas completa contendo o capim-elefante como fonte de forragem*. [s.l.] Universidade Federal de Lavras, 2017.

HALL, M.B.; HEREJK, C. Differences in yields of microbial crude protein from in vitro fermentation of carbohydrates. *Journal of Dairy Science*, v.84, n.11, p.2486–2493, 2001.

ISHIDA, K. et al. Effects of adding food by-products mainly including noodle waste to total mixed ration silage on fermentation quality , feed intake , digestibility , nitrogen utilization and ruminal fermentation in wethers. *Animal Science Journal* ©, n.5, 2012.

KLEINSCHMIT, D.H.; KUNG, L. A meta-analysis of the effects of Lactobacillus buchneri on the fermentation and aerobic stability of corn and grass and small-grain silages. *Journal of Dairy Science*, v.89, n.10, p.4005–4013, 2006.

KONDO, M. et al. Fermentation characteristics, tannin contents and in vitro ruminal degradation of green tea and black tea by-products ensiled at different temperatures. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, v.27, n.7, p.937–945, 2014.

MUCK, R.E. Factors influencing silage quality and their implications for management. *Journal of Dairy Science*, v.71, n.11, p.2992–3002, 1988.

NEUMANN, M.; OLIBONI, R.; ROGÉRIO, M. *Chemicals additive used in silages*, v.6325, p.197–208, 2010.

NISHINO, N. et al. Identification of bacteria in total mixed ration silage produced with and without crop silage as an ingredient. *Animal Science Journal*, v.86, n.1, p.45–50, 2015.

OWENS, V.N.; ALBRECHT, K.A.; MUCK, R.E. Protein degradation and fermentation characteristics of unwilted red clover and alfalfa silage harvested at various times during the day. *Grass and Forage Science*, v.57, n.4, p.329–341, 2002.

ROOKE, J.A.; HATFIELD, R.D. *Biochemistry of Ensiling*, n.42, p.95–139, 2003.

SCHMIDT, P.; SOUZA, C.M.; BACH, B.C. Uso estratégico de aditivos em silagens - Quando e como usar? *Produção e Utilização de Forragens Conservadas*, n.5, p.243–264, 2014.

SPOELSTRA, S.F. Inhibition of clostridial growth by nitrate during the early phase of silage fermentation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v.34, n.2, p.145–152, 1983.

SPOELSTRA, S.F. Nitrate in silage. *Grass and Forage Science*, v.40, n.1, p.1–11, 1985.

WANG, F; NISHINO, N. Resistance to aerobic deterioration of total mixed ration silage: effect of ration formulation, air infiltration and storage period on fermentation characteristics and aerobic stability. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v.88, n. November 2008, p.133–140, 2008.

WANG, H. et al. Characterization of culturable yeast species associating with whole crop corn and total mixed ration silage. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, v.31, n.2, p.198–207, 2018.

WILKINSON, J. M.; DAVIES, D. R. The aerobic stability of silage: Key findings and recent developments. *Grass and Forage Science*, v.68, n.1, p.1–19, 2013.

XU, C. C. et al. Fermentation quality and nutritive value of a total mixed ration silage containing coffee grounds at ten or twenty percent of dry matter. *Journal of Animal Science*, v. 85, n. 4, p. 1024–1029, 2007.

YUAN, X.J. et al. The effect of different additives on the fermentation quality, in vitro digestibility and aerobic stability of a total mixed ration silage. *Animal Feed Science and Technology*, v.207, p.41–50, 2015.

Realização:

UFV
Universidade Federal de Viçosa

DZO
ZOOTECNIA - UFV

Apoio:

CAPES

Fundação FACEV
Cultura, Extensão e Ensino

FUNDAÇÃO agrisus

9 786599 035944