

Mandioca: uma opção de biomassa renovável para promover energia e segurança alimentar em áreas rurais da América Latina e no Caribe



Bernardo Ospina-
Corporacion CLAYUCA
Cali, Colombia



Klanarong Sriroth
Kasetsart University
Bangkok, Thailand



Kasetsart University



(1999-2011)

Um mecanismo de planejamento e execução de atividades de investigação e desenvolvimento com o cultivo da mandioca na América Latina e no Caribe

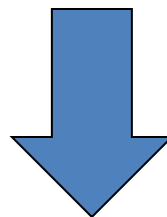


Agricultura Eco-Eficiente para reducir la Pobreza

Con el apoyo del CGIAR



(2012)



Um aliado para promover a transferência e adoção de tecnologias que ajudam a melhorar a competitividade da mandioca, e outros cultivos de raízes e tubérculos, na América Latina e no Caribe

Quem somos nós? (Em julho de 2012)



Mandioca na América Latina e o Caribe: 1000 anos atrás



MUSEO LARCO
VIRZOTYBC



Cultura Mochica - Perú
Museo Amano – Lima, 1300
A.C.



MUSEO LARCO
VIRZOTYBC



MUSEO LARCO
VIRZOTYBC



MUSEO LARCO
VIRZOTYBC

1911

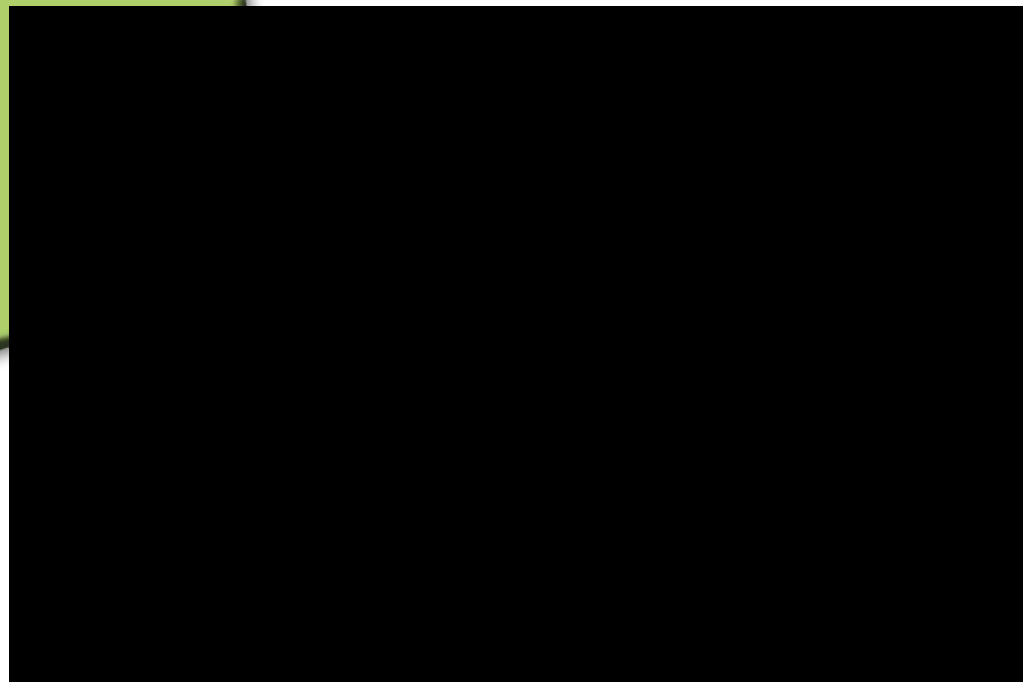
Roraima – Brasil
Cultura Kamaiwa-merú

Video: Koch Grunberg, 1911

2012



São Paulo



Mandioca na América Latina e o Caribe: BRASIL 2010



25.8 milhões de ton. de mandioca

Plantio mecanizado

Colheita semi-mecanizada

Alta produtividade, 30-40 t/ha

Crescimento médio anual (1990-2008)

0.7%

FONTE:CEPEA (2010)



583.859 Ton Fécula (2008)

63 fecularias (2010)

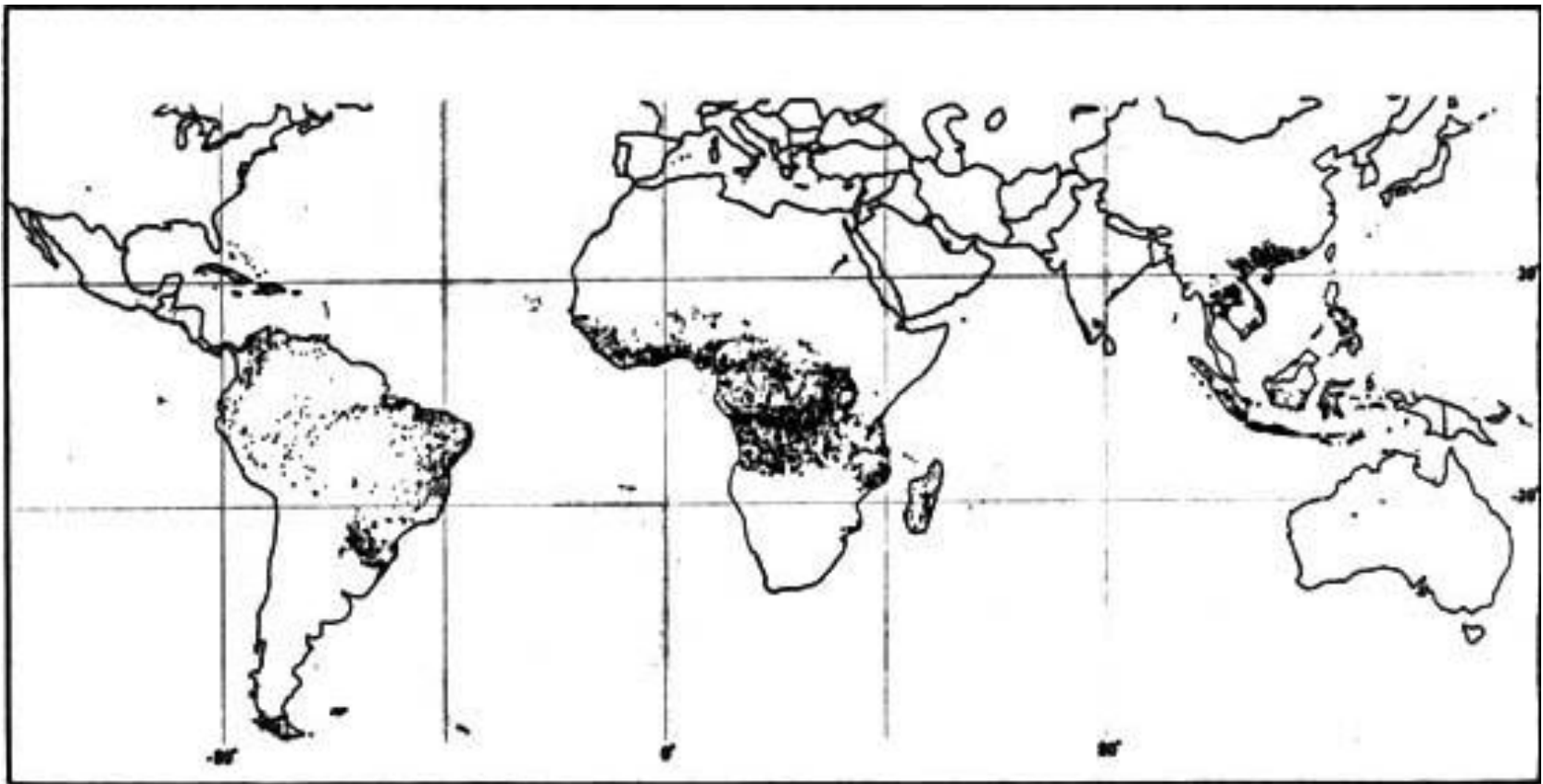
60.3 % entre 100-350 ton / dia

Crescimento médio anual (1990-2008)

6.9 %

FONTE:CEPEA (2010)

Distribuição de mandioca no mundo



Produção Mundial de Mandioca , 2008

Pais	milhões de toneladas	% Produção mundial
Nigeria	44.6	19.2
Brasil	26.7	11.5
Tailandia	25.2	10.8
Indonesia	21.6	9.3
DR Congo	15.0	6.5
Ghana	11.4	4.9
Angola	10.1	4.3
Vietnam	9.4	4.0
India	9.1	3.9
Tanzania	6.6	2.8
Uganda	5.1	2.2
Mozambique	5.0	2.2
China	4.4	1.9
Cambodia	3.7	1.6
Fuente :Faostat		

51
%

Asia 31.5 %

África 42.1
%

PRODUÇÃO BRASILEIRA DE MANDIOCA

- ❖ Produção praticamente estável nos últimos anos, com crescimento médio anual de 0,7% entre 1990 e 2008;
- ✓ 2009 – 26,0 milhões de toneladas;
- ✓ 2010 - 25,8 milhões de toneladas (-0,6%)
- ❖ Produtividade brasileira também manteve-se estável entre 1990 e 2008, algo em torno de 13 t/hectare;

Bahia e Pará (39% da área cultivada no Brasil);

✓ Pará = 15,7 t/ha

✓ Bahia = 12,9 t/ha

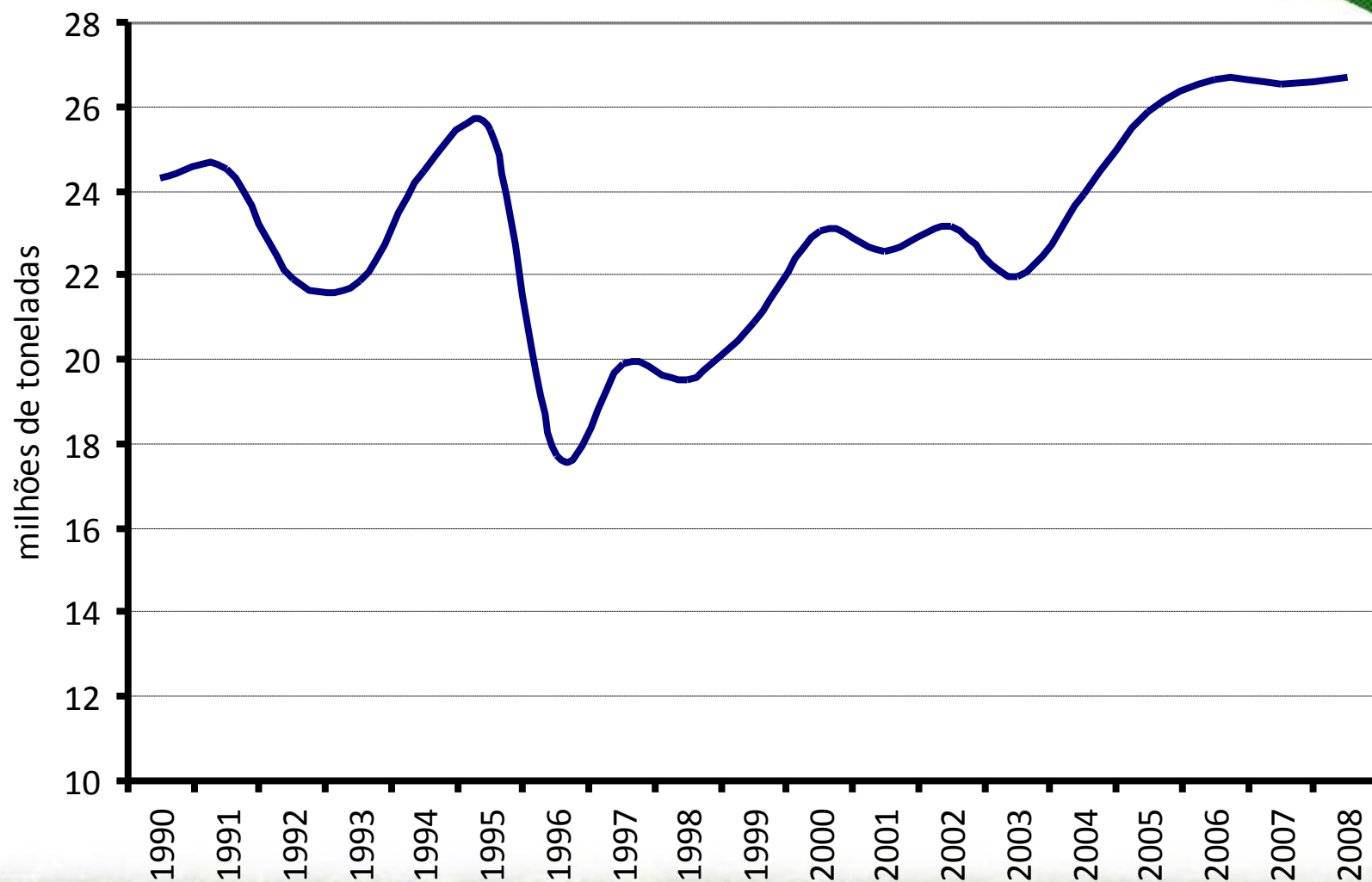


✓ São Paulo = 23,5 t/ha

✓ Paraná = 23,4 t/ha



EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO BRASILEIRA DE MANDIOCA



Fonte: IBGE (2010)

Etanol de Mandioca no Brasil ???



Porque a mandioca não é usada comercialmente no Brasil, como fonte de biomassa para o processamento de etanol???

Importância do Etanol no Brasil

Brasil: 2do. maior produtor de etanol do mundo



20 bilhões de litros por ano

80% usado no mercado interno

45% dos veículos brasileiros utilizam etanol

85% dos novos veículos utiliza tecnologia flex (4 milhões)

Fonte: SciDev.Net Carla Almeida, Dezembro 2007

História e situação atual da mandioca na China

Mais de 200 anos

80-90% de amido usado para o etanol, processamento

8-10% utilizado na alimentação animal

450 000 hectares, 8 milhões de toneladas

Mandioca na China: política do Governo

1.1 Fonte de Energia

Política de E 10

3,1 milhões de toneladas de etanol mandioca por ano

1.2 Segurança Alimentar

300,000 t / ano de amido para produtos de consumo humano

1.3 de matérias-primas para a indústria

400,000 t / a de fécula de mandioca para indústria de papel

200.000 t / ano (amido modificado) para as indústrias têxtil e petroquímica.

Variedade : Sur de China 5

Plantada em 60% da área de mandioca na China



Rendimento promedio: 30-45 t/ha

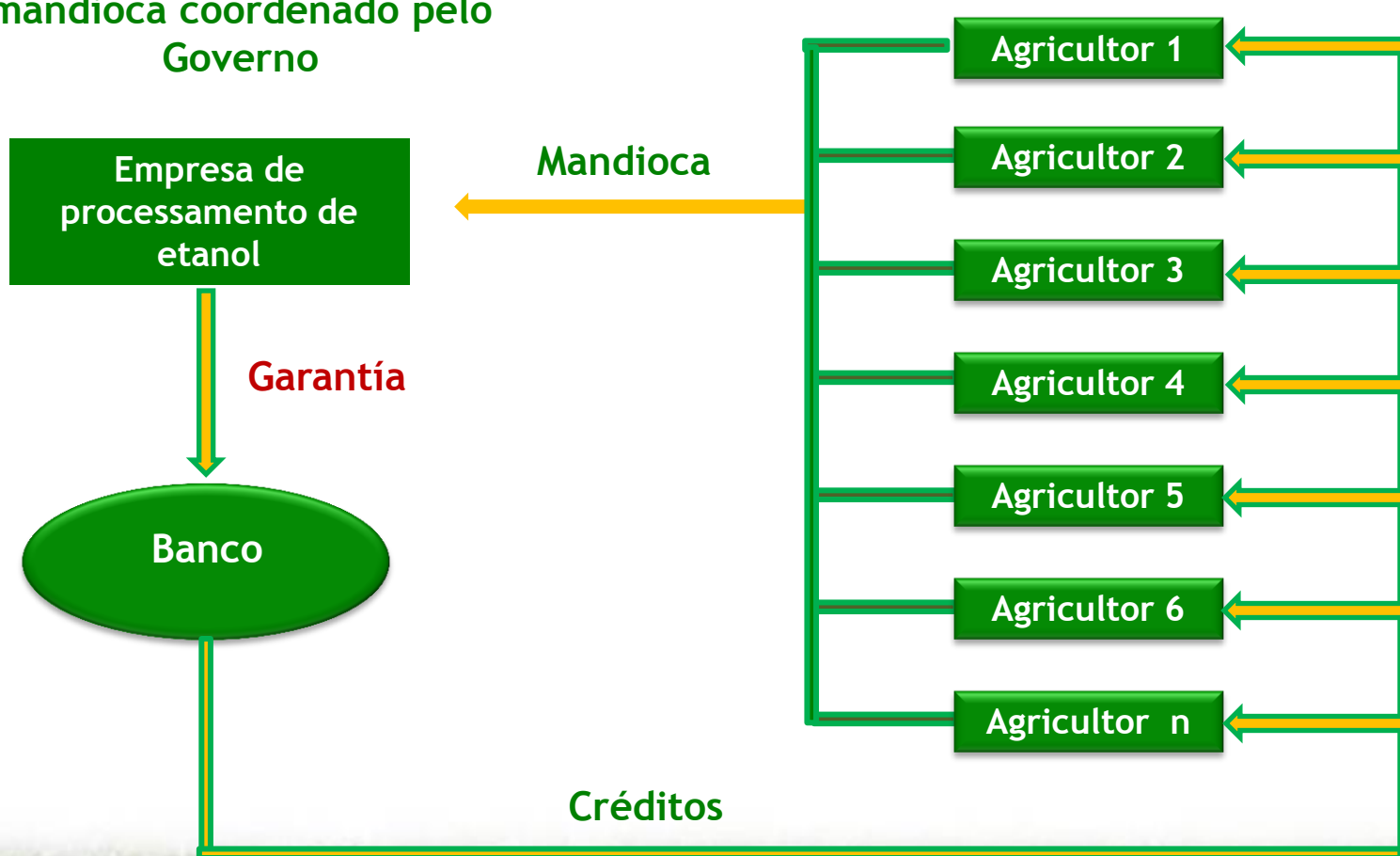
Conteudo de amido: 30%~32%

Tempo de plantío: 8-12 meses



Esquemas inovadores de plantio da mandioca

Sistema de plantio de
mandioca coordenado pelo
Governo



Fábrica de etanol de mandioca mais grande do mundo

COFCO Guangxi, 840,000 litros/día

5000 toneladas de
mandioca por dia



Planejamento a futuro

Metas a 10 anos, a partir de 2008

Agricultura

1,5 bilhão investido pelo Governo para apoiar:

- Plantação de áreas de mandioca : até 1 milhão de hectares.*
- Aumento da produção para 20 milhões t / ano*

Industria

1,5 bilhão investido pelo Governo para apoiar:

- Política de E10, 12 milhões de toneladas de etanol por ano serão necessários,*
- 3,1 milhões de toneladas serão obtidos a partir da mandioca*

Para atingir essas metas, China ainda deve importar mais de 10 milhões de toneladas de mandioca por ano (base úmida).

).

Que opinan os expertos?



- O processo de purificação do álcool de origem amilácea é mais fácil que o de álcool de cana
- No processo de refino e neutralização do álcool, todas as impurezas são eliminadas tornando o produto inodoro e insípido

JONAS ARANTES VIEIRA
Fundador e Diretor Técnico
Agro-Industrial Tarumá, Ltda.

Fonte: ABAM, Etanol de Mandioca
Silvana Porto, 2007

Que opinan os expertos?



- Destilarias de mandioca ,de pequeno e médio porte, sao viaveis hoje no Brasil, ao contrario de cana, que requer investimentos muito maiores

- O custo para instalar uma destilaria de mandioca com capacidade de producir duzentos mil litros por día de álcool, e de R\$ 6 milhoes, um 10% do valor necessario para a implantação de uma usina de cana com a mesma capacidade

CLAUDIO CABELLO

Ex-Diretor CERAT.

Fonte: ABAM, Etanol de Mandioca
Silvana Porto,2007

Que opinan os expertos?



- Para construir uma usina de cana-de-açúcar, com capacidade de moagem anual de 1 milhão de toneladas, faz-se um investimento de R\$ 130-140 milhões (parque industrial e parte agrícola)

6-7 meses de moagem; 85 milhões de litros de álcool por ano; 13,000 has de terra; 77 ton/ha

- Uma usina de mandioca com capacidade anual de moagem de 300 mil toneladas custa R\$ 25 milhões (R\$ 20 milhões de parque industrial e R\$ 5 milhões de parte agrícola, no sistema de parceria com contrato)

300 dias úteis ao ano; 60 milhões litros/ano; 10.000 -11.000 has ; 28 ton/ha

ANTONIO FADEL

Fonte: ABAM, Etanol de Mandioca

O que estão fazendo outros países?

Tailândia

Dr
Klanarong Sriroth
Kasetsart University
Bangkok, Thailand



Mandioca: a melhor alternativa



Mandioca na Tâilândia frente ao mundo

Produção de Mandioca no Mundo (2008) = 232,9 milhões de toneladas

Produção de Mandioca na Tâilândia (2008) = 25,66 milhões de toneladas
11 % da produção mundial

Produtividade de Mandioca na Tâilândia (2008) = 21.6 ton/ha
(1995) = 14.0 ton/ha

No período 1995-2008, acréscimo da ordem de 3.8 % ao ano

Fonte : <http://oae.go.th>;2009

Variedades



Manelho



Clima



Rendimentos de mandioca : aumento de 1ton/ha/ano

Area = 1,184,000 hectares'

Mandioca adicional = 1,184,000 TONELADAS



Mandioca como fonte de energia



de Usinas de álcool de mandioca que poderiam ser instaladas

50,000 litros /día	20,000 litros /día	5,000 litros /día
13	32	126

Calculos baseados em:

1,184,000 ton de mandioca

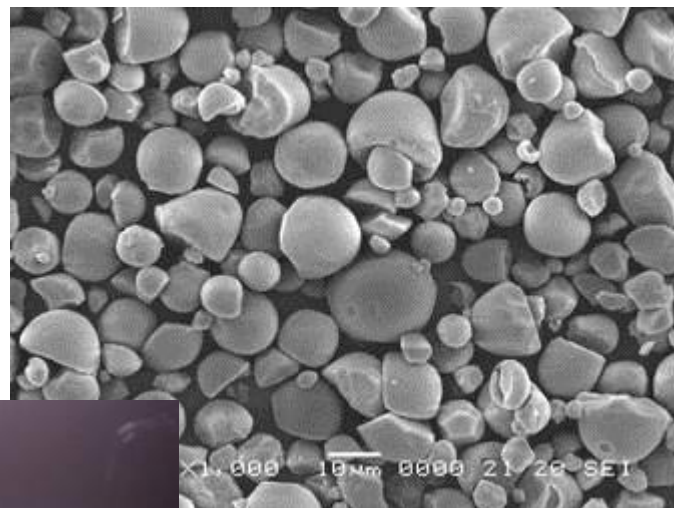
300 días por ano de operações

160 litros de álcool por tonelada de mandioca



Mandioca como fonte de energia

“Fonte de carboidratos, em grande quantidade e com ótima qualidade”



Mandioca como fonte de energia

“Pode converter-se em trozos secos para facilitar armazenamento e reduzir custos de transporte”



Trozos secos

Mandioca como fonte de energia

Vantagen em relacao de solidos fermentaveis e nao fermentaveis (F/N ratio)



E possivel obter glicose fermentavel (ate 99%) , através de hydrolise convencional de amido de mandioca.



Mandioca como fonte de energia

F/N ratio < 0.9

A taxa de fermentação é retardada em média 15-20%



Fonte: www.praj.com

Mandioca como fonte de energia

Vantagem de baixo teor de cinzas

Teor de cinzas > 10%
pode retardar a taxa de fermentação em 5-10%



Teor de cinzas mandioca
Max = 3.0%



Teor de cinzas molassas
10-16%

(www.praj.com)

Mandioca como fonte de energia

Vantagen de ausencia de acidos volateis

Acidos volateis

- > 5000 ppm reduz fermentação ate 30-40%
- > 7000 ppm reduce fermentação ate 40-50%

Trozos secos de mandioca : Ausente

Molasas : Acido acetico, Acido fórmico

(www.praj.com)

Mandioca como fonte de energia

Vantagen da utilização de resíduos



Resíduos sólidos



Resíduos líquidos

Mandioca como fonte de energia

Qualidade das vinazas em destilarias de etanol na Tailandia

	Vinazas de troços secos de mandioca	Vinazas de molasas
1. COD (mg/L)	40,000-60,000	100,000-150,000
2. BOD (mg/L)	15,000-30,000	40,000-70,000
3. TKN (mg/L)	350-400	1,500-2,000
4. Sólidos Totais (mg/L)	60,000-65,000	100,000-120,000
5. Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	3,000-20,000	14,000-18,000
6. Sólidos Voláteis Totais (mg/L)	20,000-40,000	n.a
7. Sólidos Totais dissolvidos (mg/L)	50,000	105,000-300,000
8. pH	3.5-4.3	4.1-4.6

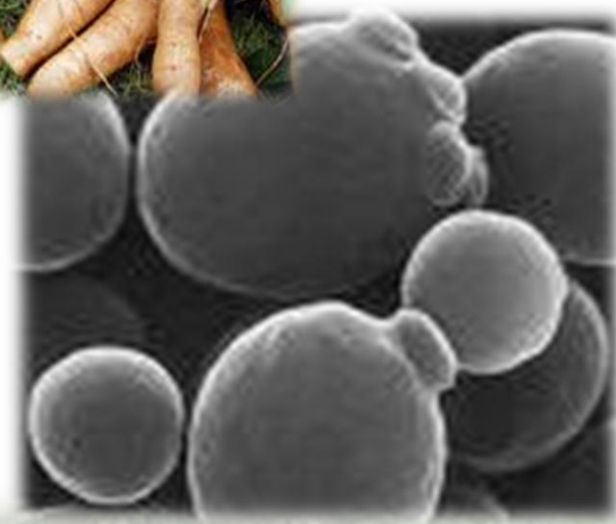
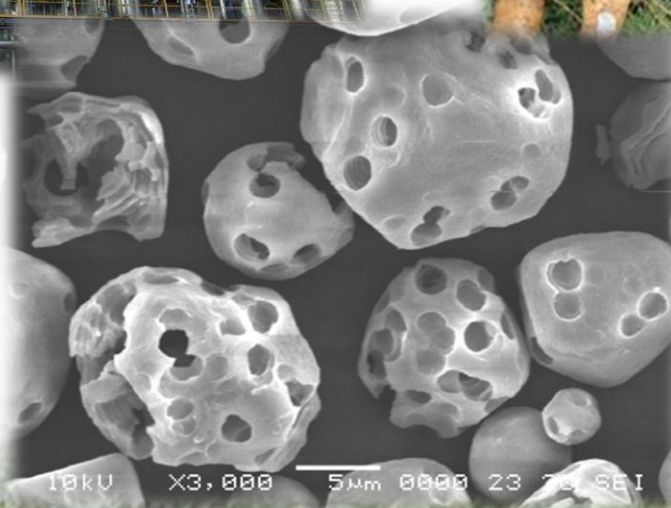
Sriroth et al., 2006.

n.a = not applicable

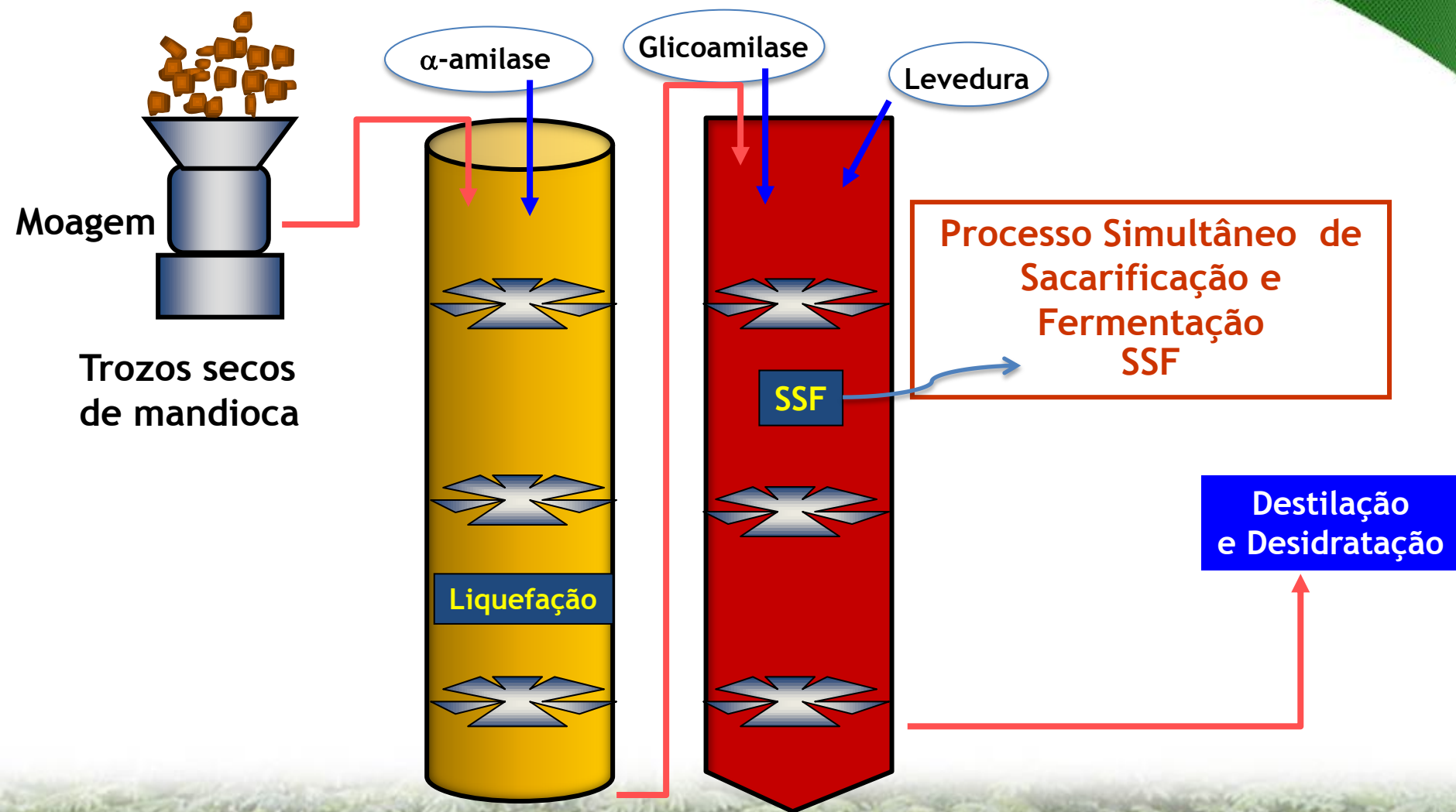


Mandioca como fonte de energia

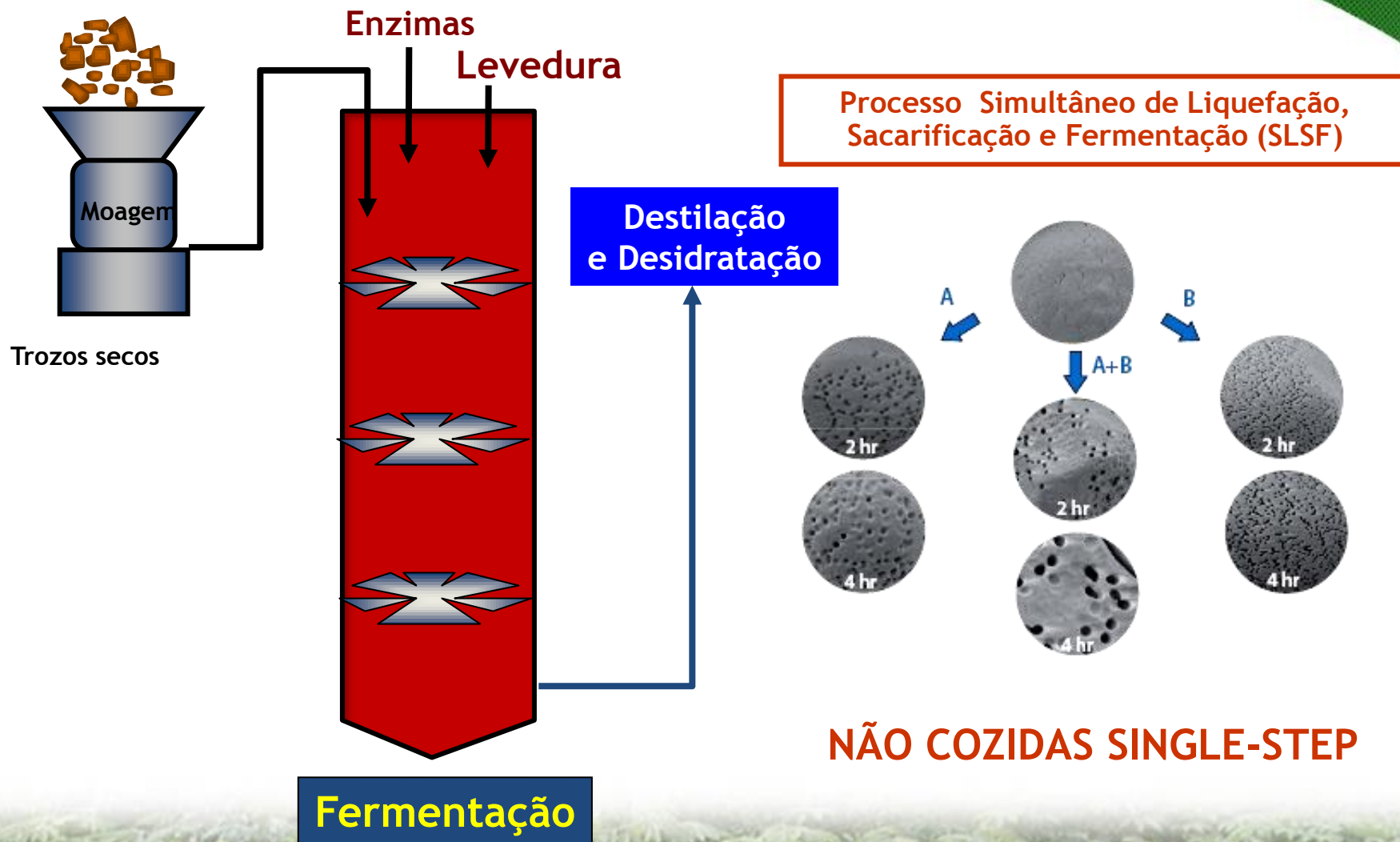
“Vantagem de uma tecnologia bem desenvolvida para produção de etanol a partir da mandioca”



Mandioca como fonte de energia



Mandioca como fonte de energia



Mandioca como fonte de energia

Tecnologia para produção de álcool combustível

VHG (Densidade Específica Muito Alta)

Para aumentar a concentração de etanol
18% (v / v) ou 14,6% (w / w)

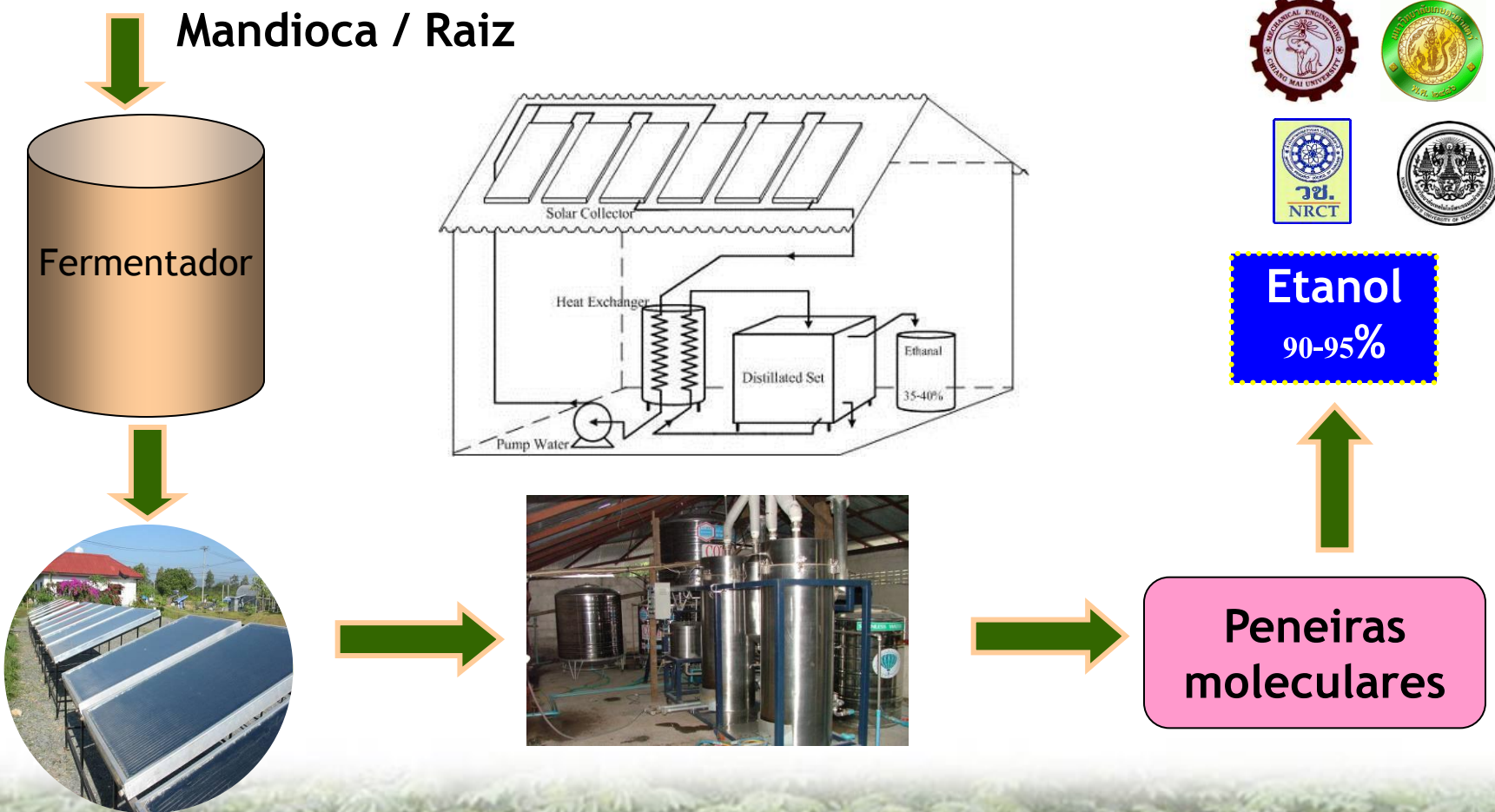


Cocktail da enzimas

Mandioca como fonte de energia

VHG-SLSF processo

(Em desenvolvimento)





Biorefinerías Rurales Sociales – BIRUS

***Producción y usos locales de
etanol hidratado de yuca
para promover
autosuficiencia energética,
desarrollo agrícola y
seguridad alimentaria en
América Latina y el Caribe***

Agradecimentos

Apoio financeiro e tecnológico de:

-  **Ministerio de Agricultura – Colombia**
-  **CIAT -FONTAGRO**
-  **Proyecto IFAD – ICRISAT – CIAT**
-  **USI – Usinas Socias Inteligentes, Brasil**
-  **UFRGS – Universidad Federal de Rio Grande del Sur, Brasil**

Etanol Social, Etanol para los Pobres



2,5 a 3 bilhões de pessoas no mundo inteiro usam formas tradicionais de bioenergia para cozinhar (carvão vegetal, madeira, estrume seco). 1,6 b bilhões de pessoas no mundo não têm acesso à eletricidade.



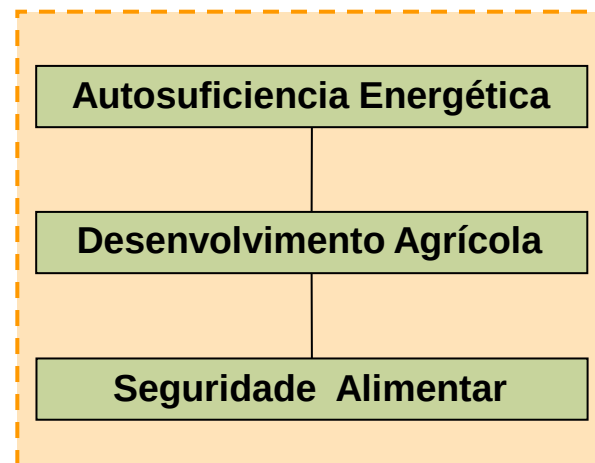
Falta de acesso à energia é uma grande barreira para o desenvolvimento econômico e o crescimento, especialmente em áreas isoladas, onde a instalação de redes elétricas é muito cara.



A maioria dos pobres e famintos estão concentrados nas áreas rurais. Com apoio à produção local e o uso de biocombustíveis em pequena escala, os governos e agências de apoio ao desenvolvimento, podem contribuir para melhorar o acesso à energia, com efeitos positivos sobre o desenvolvimento rural e alívio a fome e a pobreza

Componentes tecnológicos de BIRUS

- 1 A produção sustentável e competitiva das culturas energéticas: mandioca, sorgo sacarino, batata doce
- 2 Desenvolvimento, adaptação e avaliação de tecnologias para o processamento da biomassa fermentável
- 3 Desenvolvimento de uma instalação piloto para a produção de etanol hidratado
- 4 Avaliação de usos locais para o etanol hidratado combustível
- 5 Gestão sustentável dos resíduos e efluentes para uso na alimentação animal e como adubo



25 – 50 litros/hora



10 – 20 famílias de agricultores



US\$ 100.000 – 150.000

Para que serve BIRUS ??



Bio-electricidad

4 litros etanol hidratado = 1 hora electricidade

110-220 v ; 8.5 kwa

400 bombillas

Melhoramento da qualidade de vida em comunidades rurales



Fogões de “Cocimiento Limpo”

1 litro etanol hidratado = 4 horas cocimiento

Baixo custo

Saúde nas vivendas

Redução do desmatamento



Tecnología Flex-Fuel

Etanol hidratado (96% GL)

20% maior consumo por quilometro percorrido

20-30% menor preço

Redução de CO₂

Equipamentos de BIRUS



**Maquina lavadora/picadora
Trozos de mandioca**



**Maquina
lavadora/raladora
Mandioca ralada**



Equipamentos de BIRUS

Maquina moagem /
refinacao de farinha



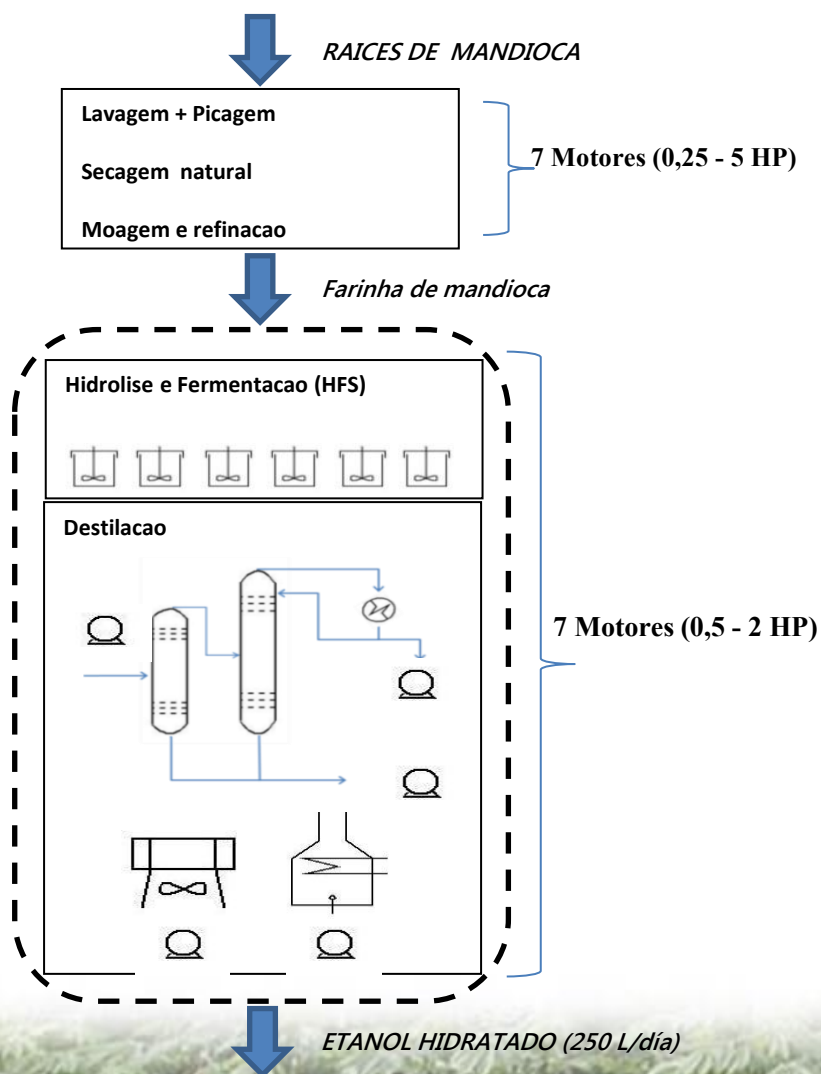
Planta processamento
etanol



Planta preparacao
blouques nutricionais



Balanço de energia



CONSUMO INDUSTRIAL	
ENERGÍA ELÉCTRICA	
Processamento de farinha de mandioca(kWh)	45,0
Processamento de etanol hidratado (kWh)	50,3
Subtotal (kWh)	95,3
Subtotal energía eléctrica (MJ)	342,9
ENERGÍA TÉRMICA	
Processamento de etanol hidratado (MJ)	3932,5
Subtotal energía térmica (MJ)	3932,5
TOTAL ELÉCTRICA + TÉRMICA (MJ)	4275,4
PRODUCCIÓN ETANOL (MJ/L)	17,10

CONSUMO AGRONÓMICO	
PRODUCAO RAÍCES (MJ/L)⁽¹⁾	1,54

(1) 9528 MJ/ha; 33 t/ha; 188 L/t

BALANCO ENERGÉTICO	
Energía consumida por litro (MJ)	18,64
Energía entregada por litro (MJ)	23,37
Balanco de energia	1,25

Custos Producao etanol

Ítem	Custo (US\$)	
	Por litro	%
Materia prima		
Raíces de mandioca (US\$0,055/kg)	0,51	38,0
Produção de farinha de mandioca		
Electricidade	0,02	1,5
Mao de obra	0,06	4,5
Produção de etanol		
Agua	0,1	0,7
Electricidade	0,02	1,5
Lenha	0,04	3,0
Insumos (enzimas, levaduras, urea)	0,41	30,6
Mao de obra	0,06	4,5
SUBTOTAL	1,13	
Depreciação e manutenção ¹	0,29	15,7
Venta de subproductos ⁽²⁾	- 0,08	
CUSTO TOTAL DA PRODUÇÃO	1,34	100

(1) Depreciação: 5 anos, 250 dias / ano. Manutenção: 4%. Investimento inicial: \$ 150.000

(2) Recuperação dos custos provenientes da venda de produtos (375 kg - \$ 0,11 / kg)

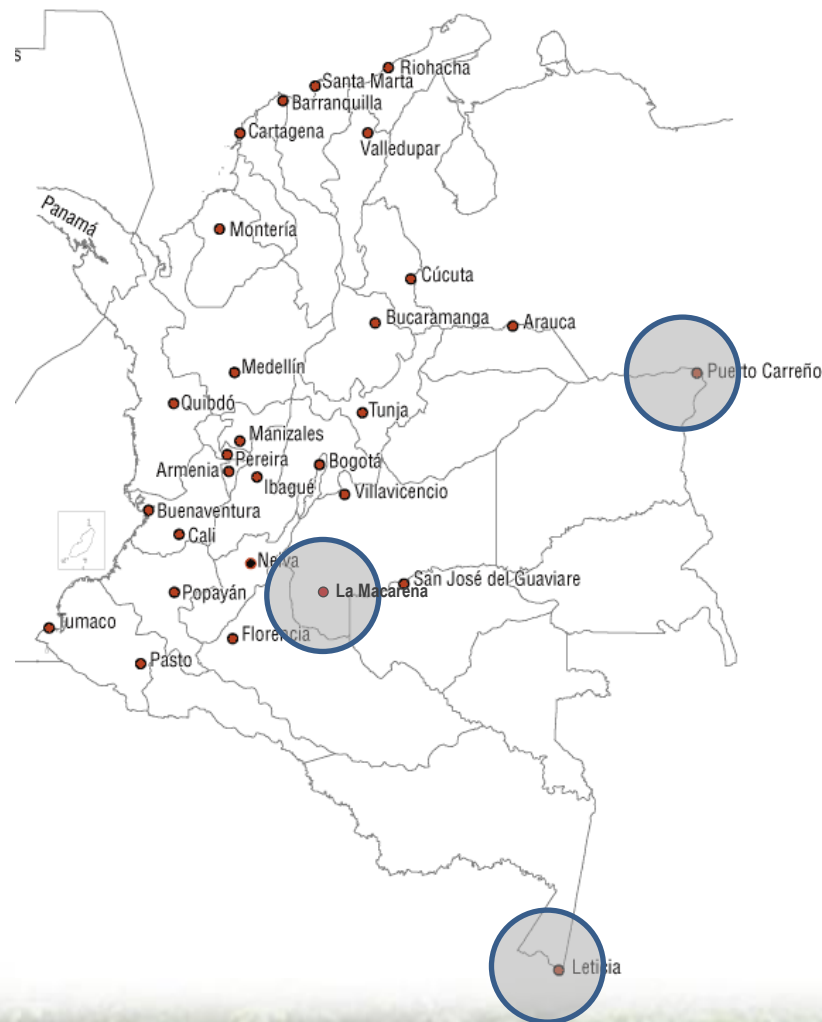
**Preço oficial de
etanol na Colômbia
(outubro de 2011):**

US\$ \$ 1,18 / L

Factibilidade técnica y económica*

Três regiões da Colômbia:

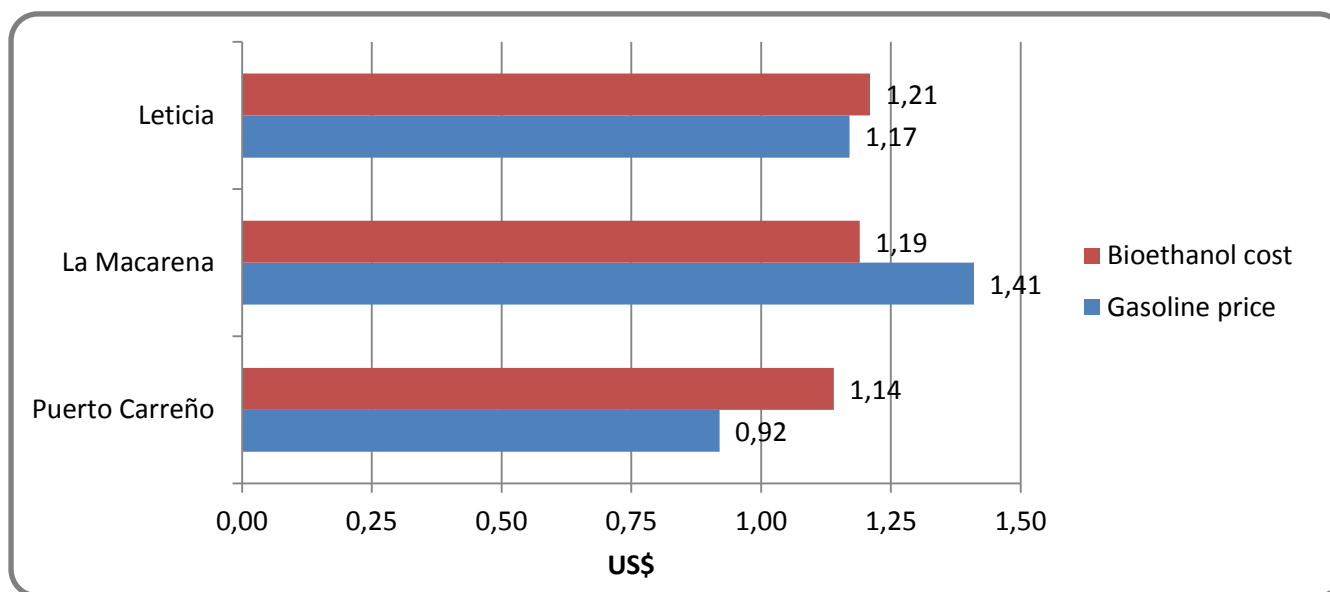
- Puerto Carreno, La Macarena, Leticia
- Diagnóstico da produção de mandioca
- A demanda por eletricidade e combustível
- Os parâmetros econômicos (investimento inicial, custos de produção)
- Os indicadores econômicos (TIR, VPN, payback)



* Gomes, A.R. 2010. Evaluación de la implementación de las Biorefinerías Rurales Sociales en Colombia. Disertación de Maestría, Ingeniería Alimentaria, Universidad Técnica de Lisboa. Lisboa, PT.

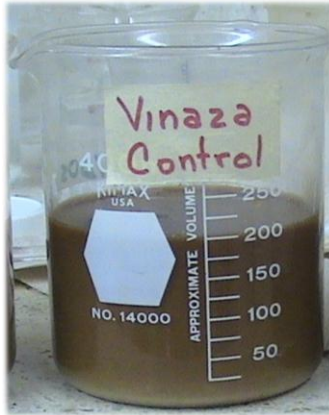
Factibilidad técnica y económica*

Sitio	Mercado potencial (Litros combustible por año)	Preco atual (US\$/litro)
Puerto Carreño	1.364.000	0,92
La Macarena	4.548.000	1,41
Leticia	6.503.640	1,17

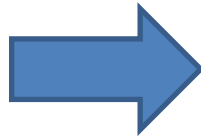


Floculação e coagulação de vinhaça

Vinhaça



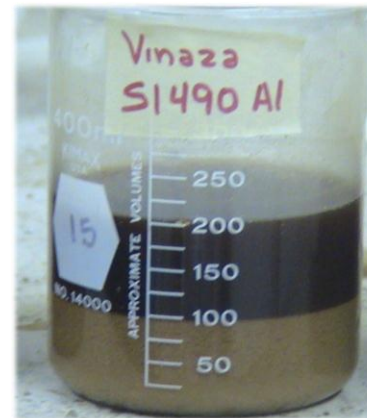
Adicionando
polímero



Floculação



Lodos
clarificados



Líquido
sobrenadante



Sólidos
floculados



Elaboração de blocos nutricionais



Passo 1: Preparação da matéria-prima



Passo 2: mistura de ingredientes



Passo 3: Prensagem



Paso 4: Secagem (8-15 días)

Caracterização de blocos nutricionais

Materia prima	Nível de inclusão (%)	Composição nutricional (%)	
Bagaço predigerido	25,10	Proteína cruda	24,00
Lodo clarificado	36,82	NPN (máx.)	3,85
Cinzass	4,32	TDN	33,00
Mie B (Melaço)	9,89	Ca	2,21
Outros ingredientes	23,87	P	1,00
Total	100,00	S	0,36

Outros ingredientes:

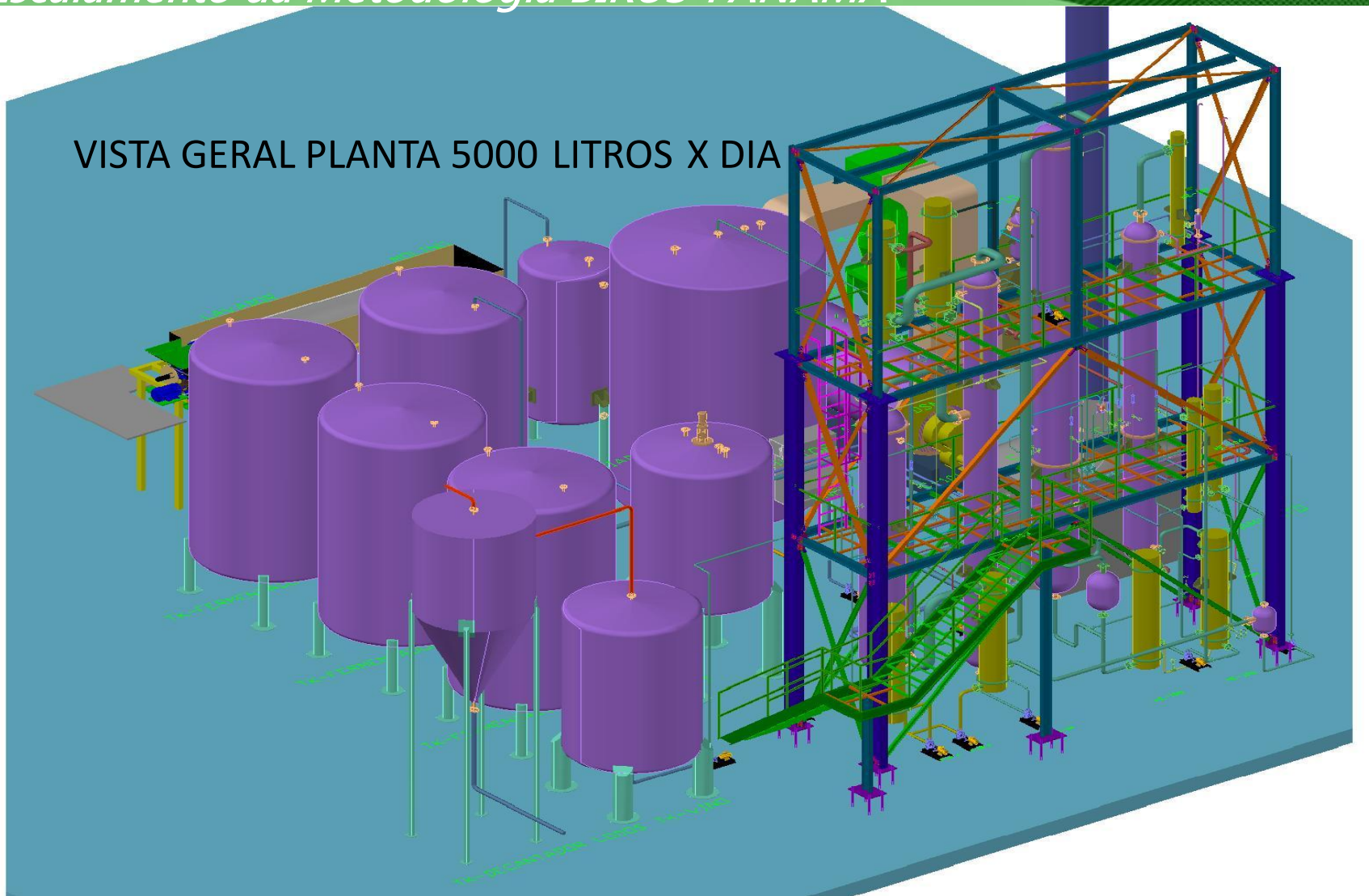
Urea, NaCl, flor de azufre, fosfato dicálcico, óxido de cálcio, bentonita de sódio, núcleo de minerais.

NPN = Nitrogênio no proteico

TDN = Nutrientes digestíveis totais



VISTA GERAL PLANTA 5000 LITROS X DIA



Escalamento da Metodologia BIRUS-PANAMA



Mandioca como fonte de energia

Conclusões

Mandioca: uma cultura vencedora



Alimentos - alta produtividade



Energia - Tecnologias modernas para
processamento eficiente
(**SLSF / VHG**)

ETANOL SOCIAL & Políticas Oficiais de Apoio



Uso obrigatório de biocombustíveis



Uso obrigatório de veículos que utilizam biocombustíveis



Uso de impostos para apoiar o uso de biocombustíveis



Programas de aquisição de biocombustíveis pelo Governo



Investigación y Desarrollo (cultivos, desarrollo de nuevas tecnologías de conversión, manejo de efluentes)



Política de subsidios durante las fases iniciales do desenvolvimento do mercado



Promover programas baseados em energias alternativas a partir de fontes tropicais de biomassa (mandioca, sorgo sacarino, batata doce)

Muito obrigado!!!

Bernardo Ospina-CIAT/Clayuca

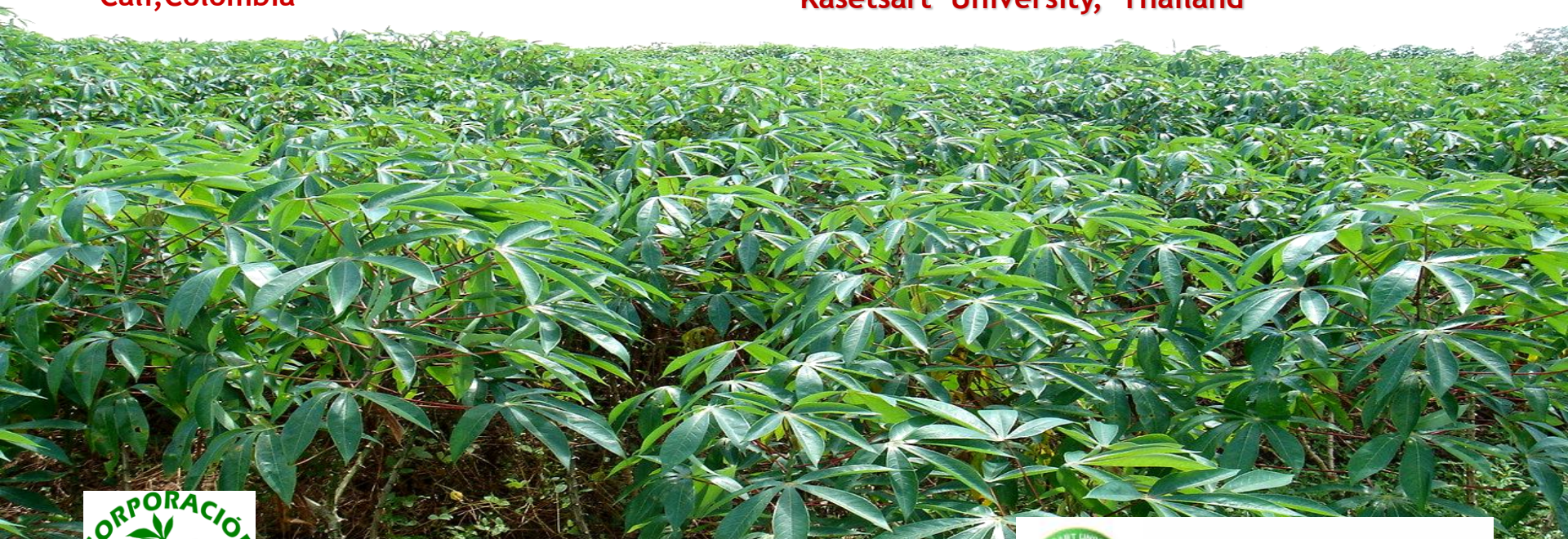
b.ospina@cgiar.org

Cali, Colombia

Klanarong Sriroth

aapkrs@ku.ac.th

Kasetsart University, Thailand



Kasetsart University