

Clique para editar os estilos do texto mestre

Segundo nível

- Terceiro nível

- Quarto nível

- Quinto nível

GERMOPLASMA DA CANA-DE-AÇÚCAR

Marcos G. de A. Landell
Programa Cana IAC
Instituto Agrônômico/APTA/SAA – SP

A cana-de-açúcar é classificada como:

Família: *Poaceae*,

Tribo: *Andropogoneae*

Gênero: *Saccharum*,

- ∅ Caracterizada por um alto nível de ploidia e freqüente aneuploidia.
- ∅ As cultivares de cana-de-açúcar apresentam alogamia e elevada heteroze e em geral, não toleram a endogamia (Hoarau et al. 2007).

Gênero *Saccharum*

CANAS NOBRES (ADOCICADAS)

- *Saccharum officinarum* ($2n = 80$) ou “cana nobre”

ESPÉCIES SELVAGENS

- *S. spontaneum* ($2n = 40-128$)
- *S. robustum* ($2n = 60-80$)

CANAS DA ÍNDIA E DA CHINA

- *S. barberi* ($2n = 81-124$)
- *S. sinense* ($2n = 111-120$)

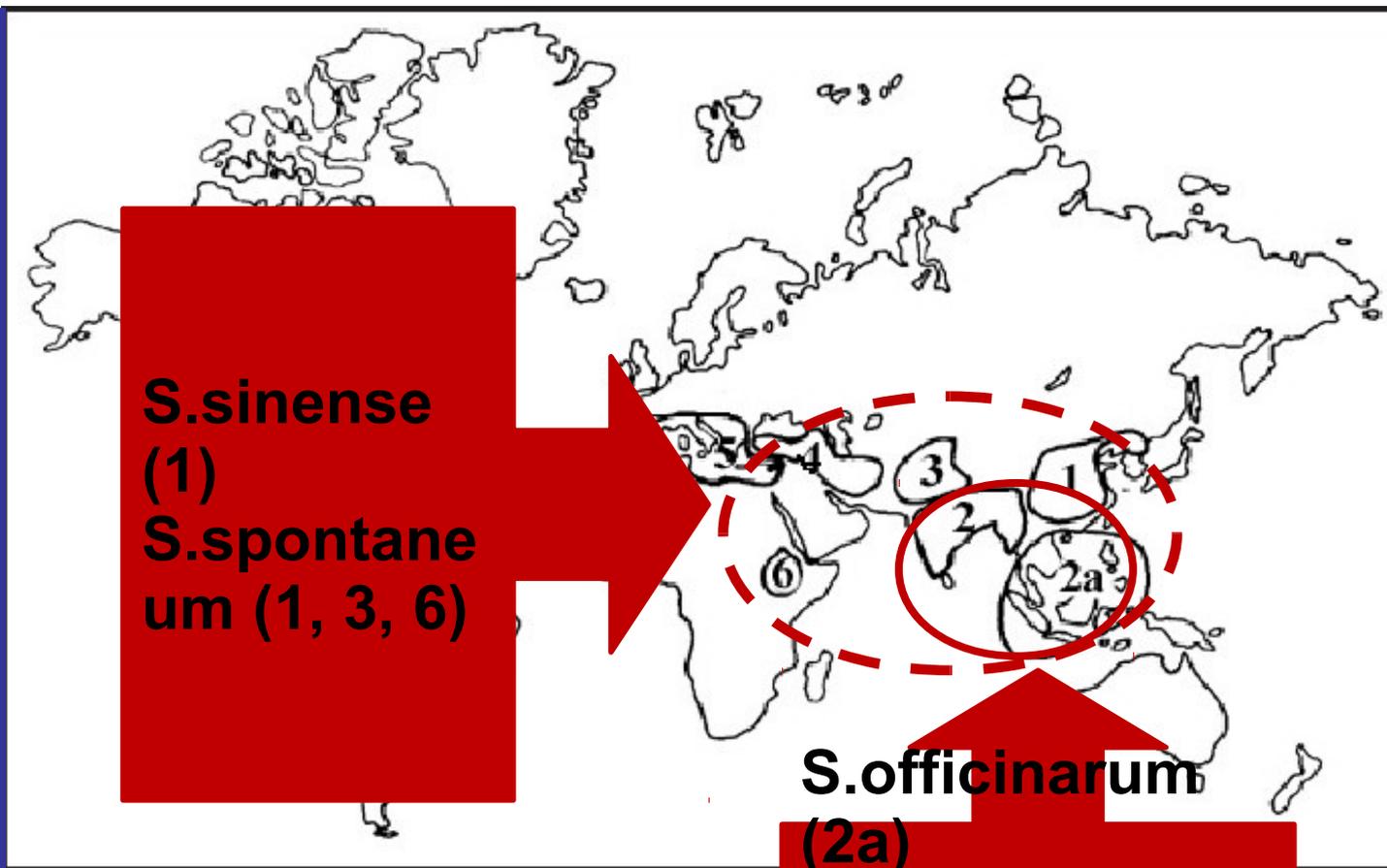
Complexo Saccharum

- Saccharum spp
- Erianthus sp,
- Sclerostachya,
- Narenga,
- Miscanthus



Centros de origem:

1. China,
1. Índia,
2a. Indo-malaio,
3. Ásia Central,
4. Oriente Próximo,
5. Mediterrâneo,
6. África Oriental,
7. Mesoamérica,
8. América do Sul,
8a. Chile,
8b. Brasileiro-paraguaio



S. sinense
(1)
S. spontaneum
(1, 3, 6)

S. officinarum
(2a)
S. robustum
(2a)
S. spontaneum
(2, 2a)
S. barberi (2)

GESTÃO DE GERMOPLASMA

1. Coleta/intercâmbio: formação da coleção
2. Manutenção
3. Avaliação / caracterização
4. Uso: recombinação / hibridações
5. Seleção

MELHORAMENTO DA CANA-DE-AÇÚCAR NO MUNDO



HISTÓRICO

Roach (1989) dividiu o melhoramento genético da cana-de-açúcar em três fases:

a) Primeira fase: compreendeu o cruzamento e seleção de clones de *S. officinarum*, os quais foram utilizados nas primeiras indústrias açucareiras em todo o mundo.

- boas qualidades industriais (alto teor de sacarose, baixa fibra, e baixa impureza),
- baixo vigor e longevidade
- muito suscetíveis a pragas e doenças.

b) Segunda fase: envolveu o desenvolvimento de híbridos interespecíficos entre *S. officinarum* e outras espécies, principalmente *S. spontaneum*, seguidas de sucessivos retrocruzamentos dos híbridos interespecíficos com a cana nobre (*Saccharum officinarum*), para recuperação do teor de sacarose existente no genitor recorrente, num processo denominado nobilitação (Bremer, 1961). Essa fase representou o grande salto no melhoramento genético da cana-de-açúcar, proporcionando ao setor sucroalcooleiro uma nova performance em matéria-prima, refletida em variedades altamente produtivas, com boa capacidade de perfilhamento, diâmetro dos colmos adequado, maior resistência a patógenos e pragas e capacidade de rebrota após vários cortes (Roach, 1972, Janoo et al 1999).

c) Terceira fase: envolveu a exploração dos híbridos desenvolvidos na segunda fase como genitores. No entanto, devido ao sucesso obtido na fase II, refletido pelos ganhos nas progênies de seleção recorrente, poucos esforços foram feitos para utilizar outros acessos de *S. spontaneum* e *S. officinarum*, ou outros clones existentes dentro do “Complexo *Saccharum*”.

HISTÓRICO

Fato: variedades comerciais alicerçadas em poucos genitores ancestrais, os quais foram extensivamente intercruzados, produzindo centenas de variedades, determinando uma base genética estreita para a cultura.

Consequência: os ganhos obtidos no melhoramento têm se tornado cada vez mais restritos, sendo que aqueles decorrentes da interação genótipo vs ambiente, têm se tornado mais expressivos do que os ganhos genéticos propriamente dito.

Estima-se que nos cruzamentos iniciais foram utilizados apenas 13 clones, dos quais oito *S. officinarum*, dois *S. spontaneum*, um provável híbrido natural entre *S. spontaneum* e *S. officinarum* e dois clones de *S. sinense*.

Aitken et al. 2006, cita que: há variabilidade genética entre acessos de *S. officinarum* provenientes de diferentes centros de origem.

Saccharum spontaneum é a espécie que apresenta maior variabilidade dentro do complexo *Saccharum*, com número de cromossomos variando de $2n = 40$ a 128, existindo ainda formas euploides e aneuplóides. Extensivas variações em características morfológicas e fisiológicas têm sido observadas em coleções de *S. spontaneum* (Mary et al. 2006).

Fato: a variabilidade genética presente no conjunto gênico utilizado pelos melhoristas de cana-de-açúcar é pouco representativa da variabilidade genética existente tanto no gênero como no Complexo *Saccharum*.

HISTÓRICO

Roach (1989) dividiu o melhoramento genético da cana-de-açúcar em três fases:

d) Quarta fase: implementação de um programa de ampliação de base genética, visando a exploração de novas fontes de germoplasma para o desenvolvimento de variedades com características para produção de biomassa. Nesse sentido, variedades com alto potencial produtivo, exibindo características para plantio e colheita mecanizados, adaptação a condições de cerrado, bem como refletindo melhor balanço energético e menores custos de produção deverão representar o portfólio das variedades de cana-de-açúcar nas próximas duas décadas.

HISTÓRICO

A PRÉ-HISTÓRIA: CULTIVADA DURANTE 350 ANOS NO MUNDO



=



x



Crioula

Hibridação natural
entre *S.Officinarum*
e *S.barberi*

**Saccharu
m
officinaru**

**Saccharu
m
barberi**

HISTORICO

(1) cruzamentos entre canas nobres (*Saccharum Officinarum*);



Ajax



Badila
de Java



Black
Borneo



Brava de
Perico



Caiana
Riscada



Caiana
Roxa



Caiana
verdadeira



Ceram
Red



Fiji 19



Fiji 62



Flor de
Cuba



Lousiana
Stripes



Manteiga



Sabura

HISTORICO

(1) cruzamentos entre canas nobres:

Esses novos cultivares foram importantes para a produção de açúcar no início do século 20. **Limitações:**

(-) muito suscetíveis à doenças e à pragas, o que limitou o crescimento da cultura.

Dessa forma, os melhoristas logo perceberam que a base genética deveria ser ampliada para melhorar a adaptabilidade e resistência à pragas e doenças

HISTÓRICO



Kassoer

Hibridação natural
entre *S.Officinarum*
e *S.spontaneum*

=



**Saccharum
officinarum**

X



**Saccharum
spontaneum**

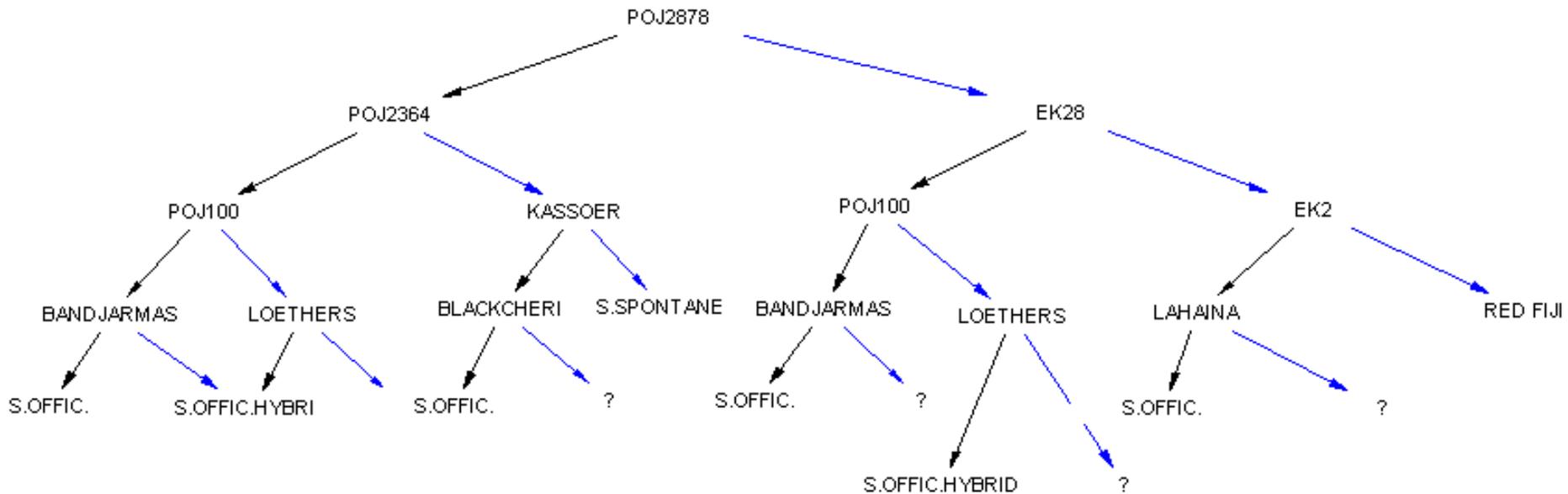
**desenvolvimento de híbridos interespecíficos entre
officinarum e outras espécies (nobilização da cana-de-açúcar)**

HISTORICO

(2) desenvolvimento de híbridos interespecíficos entre *S. officinarum* e outras espécies (nobilização da cana-de Açúcar):

Este processo constituiu no cruzamento entre canas nobres (*S.officinarum*) e a especie selvagem *S. spontaneum*, seguida do respectivo retrocruzamento com a cana nobre. O evento mais marcante na nobilização foi a obtenção da POJ2878, obtida em Proefstation Oost, Java, em 1921

PLANO DE HIBRIDAÇÃO EM 1934 (Aguirre Jr)



Primeiro enobrecimento de Kassoer

Segundo enobrecimento de F1 de Kassoer

Ex: POJ2364 x EK28

HISTORICO

PROCESSO DE NOBILIZAÇÃO



=



X



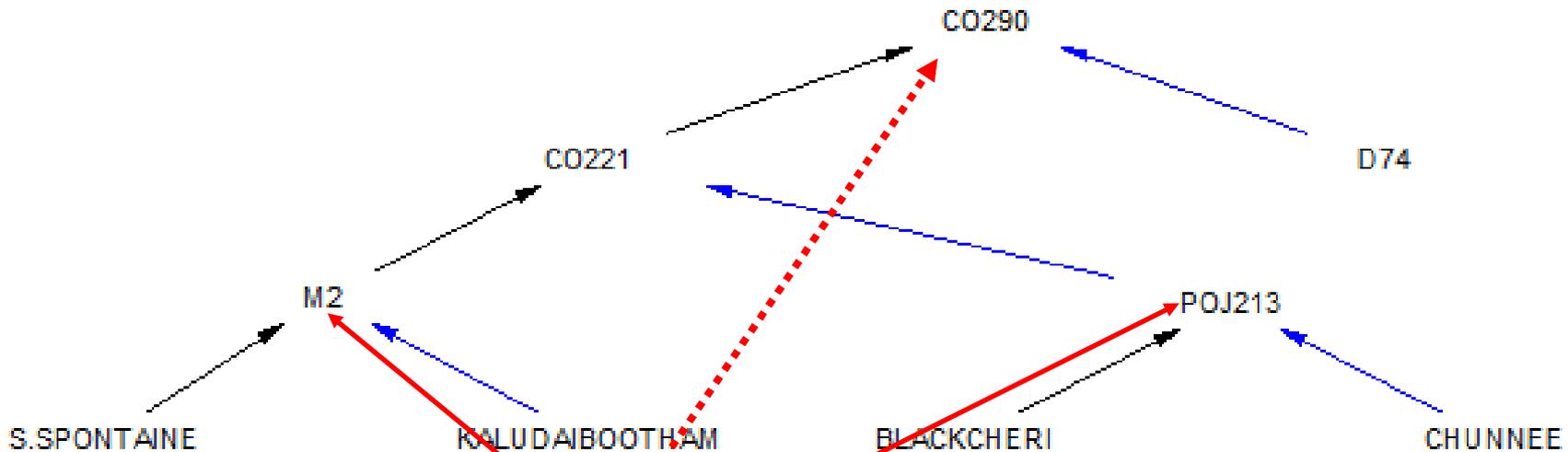
Saccharum spontaneum



Saccharum officinarum

PLANO DE HIBRIDAÇÃO EM 1934 (Aguirre Jr)

Co290



1) Primeiro enobrecimento de Chunees

1) Primeiro enobrecimento de S.spontaneum

1) Recorrência a híbrido de S.officinarum para obter variedade desejada = Co290

HISTORICO

(3) exploração dos híbridos desenvolvidos na segunda fase como genitores:

- O cruzamento Co421 x Co312 feito em Coimbatore em 1938, encaminhado e germinado em Natal, África do Sul, propiciou a seleção da NCO310, em 1939, que se tornou a mais importante cultivar do mundo nos anos 50 e 60.

HISTORICO TRI-CROSS INDIANO



Co419

=



POJ2878



Co290



Saccharum officinarum



Saccharum spontaneum

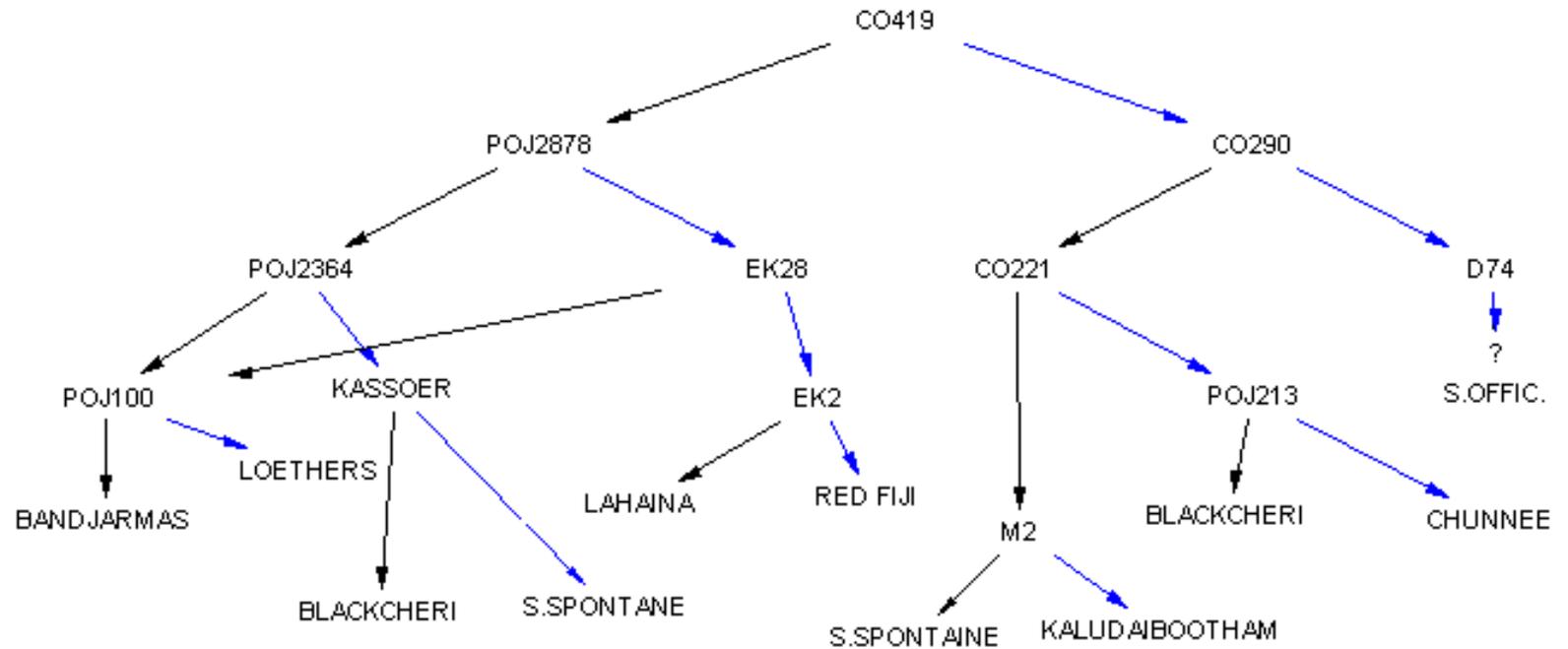
X



Saccharum barberi

GENEALOGIA DA VARIEDADE Co419

VARIEDADE Co419



HISTORICO

(3). exploração dos híbridos desenvolvidos na segunda fase como genitores

No Brasil, temos vários exemplos:

- a) NA56-79 x Co775: SP79-1011 e SP81-1763
- b) RB72454 x NA56-79: RB835089 e RB835054,
- c) RB72454 x SP70-1143: RB855113, RB855536, RB845210, RB865230 e RB845257,
- d) SP71-1088 x H57-5028: SP80-1816, SP80-1836, SP80-1842 e SP80-3280. Este último cruzamento também foi responsável por introduzir genes de *Saccharum robustum* em variedades comerciais brasileiras.

HISTORICO

(4) cruzamentos para aumentar a base genetica:

A base genética para a produção de cana e de açúcar em populações melhoradas na atualidade pode ser inferior à existente no início do melhoramento, devido à seleção direcional realizada por mais de 100 anos.

Em 1965 foi iniciado em Barbados, 1965, um programa de incorporação gênica, utilizando um grupo de clones selvagens diferentes daqueles utilizados em Java e na Índia.

Resultado: produziu um grupo grande de clones semi-comerciais nos anos 80 e na atualidade esta sendo incorporado ao pool gênico das populações em seleção comercial

Seja qual for o caminho, seguramente a possibilidade de se lançar mão de um bom banco de germoplasma de cana-de-açúcar continuará sendo uma garantia de bons resultados.

NOVO BIOTIPO DA CANA



NOVO BIOTIPO DA CANA

desenvolvimento de
variedades com
características favoráveis
para a produção de energia



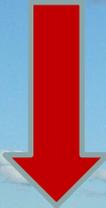
**Cruzamento de
híbrido comercial
de *Saccharum*
versus *Saccharum*
*spontaneum***

NOVO BIOTIPO DA CANA

OESTE DA BAHIA
LATOSSOLO 1 (Ambiente E2)
JULHO 2010

Perfil varietal adaptado às regiões
restritivas:

RB867515



IACSP94-2094



ATRIBUIÇÕES

1. Introdução de outras coleções no mundo e do Brasil

De coleções já existentes

Coletas em centros de origem

1. Caracterização botânica, citogenética, molecular e fenotípica

2. Uso propriamente dito:

hibridação, fisiologia do florescimento, etc.

1. Seleção

GRUPO GESTOR GERMOPLASMA

1. INTRODUÇÃO DE GERMOPLASMA:
 - a) QUARENTENÁRIO:
 - b) FOI AMPLIADO PARA INTRODUÇÃO DE CANA
 - c) DOCUMENTO COM NORMAS DE QUARENTENA PARA CANA-DE-AÇÚCAR
 - d) DEFINIR LISTA DE INTERESSE
 - e) ACORDOS EXTERNOS:
 - f) ARGENTINA: VISITA JUNHO/09,
 - g) FILIPINAS: FIRMADO EM JULHO/09,
 - h) CUBA: CONTATOS,
 - i) AUSTRÁLIA: VIAGEM EM AGOSTO 2009.
 - j) AÇÕES PARA EFETIVAÇÃO
 - k) RECURSOS OFICIAIS E PRIVADOS (CONSÓRCIO)

COLEÇÃO PÚBLICA DE CANA-DE-AÇÚCAR

GRUPO GESTOR DO GERMOPLASMA

COLEÇÕES MUNDIAIS DE CANA-DE-AÇÚCAR: introdução

USDA-EUA: há 2.426 (?) clones de várias espécies de *Saccharum* além de 95 clones de *Miscanthus*

Índia

- Índia

	Germplasm	Kannur:		Colmbatore
		ISSCT Coll.	Indian Coll.	
1	<i>S.officinarum</i>	764	-	
2	<i>S.barbert</i>	43	-	
3	<i>S.stnense</i>	29	-	
4	<i>S.robustum</i>	145	-	
5	<i>S.spontaneum</i>	67	398	598
6	Foreign Hybrids	585	-	
7	Related Genera	150	82	232
8	Indian hybrids		1158	
9	IA clones		130	
	Total	1783	1768	830

Germoplasma

Tipos	Genótipos
Erianthus spp	42
F1	218
F2	27
Híbridos	3173
Miscanthus spp	2
RC1	55
RC2	412
Self	297
Saccharum barberi	61
S. edule	16
S. officinarum	419
S. robustum	65
S. sinense	31
S. spontaneum	193
Outros generos	15
Total	5026



COLEÇÃO CANAVIALIS/ MONSANTO

COLEÇÃO MUNDIAL DE GERMOPLASMA DE CANA-DE-AÇÚCAR

GÊNERO	ESPÉCIE	NÚMERO DE ACESSOS
<i>Coix</i>	<i>gigantea</i>	1
<i>Erianthus</i>	<i>procerum</i>	1
<i>Erianthus</i>	<i>kanashiroi</i>	2
<i>Erianthus</i>	<i>rufipilum</i>	2
<i>Erianthus</i>	<i>ravennae</i>	3
<i>Erianthus</i>	<i>arundinaceum</i>	10
<i>Erianthus</i>	sp.	22
<i>Imperata</i>	sp.	1
<i>Miscanthus</i>	sp.	21
<i>Narenga</i>	<i>porphyrocoma</i>	1
<i>Saccharum</i>	<i>brevibarbe</i>	1
<i>Saccharum</i>	<i>bengalense</i>	4
<i>Saccharum</i>	<i>edule</i>	11
<i>Saccharum</i>	<i>sinense</i>	42
<i>Saccharum</i>	<i>barberi</i>	56
<i>Saccharum</i>	<i>robustum</i>	80
<i>Saccharum</i>	híbrido	185
<i>Saccharum</i>	sp.	242
<i>Saccharum</i>	<i>spontaneum</i>	367
<i>Saccharum</i>	<i>officinarum</i>	404
<i>Sorghum</i>	<i>arundinaceum</i>	1
<i>Sorghum</i>	<i>plumosum</i>	1
TOTAL		1.458

GRUPO GESTOR GERMOPLASMA

2. CARACTERIZAÇÃO DO GERMOPLASMA DA COLEÇÃO PÚBLICA:
 - a) INSTALAÇÃO/PLANTIO DA COLEÇÃO:
 - b) RELAÇÃO DO QUE FOI PLANTADO ATÉ O MOMENTO
 - c) RELAÇÃO DO QUE SERÁ PLANTADO ATÉ INÍCIO DO PRÓXIMO ANO.
 - d) SUB-GRUPO:
 - e) DEFINIR O QUE SERÁ FEITO E QUANDO SERÁ FEITO
 - f) COMO ACUMULAR OS DADOS? SOFTWARE EMBRAPA? OUTRO?

Caracterização botânica, citogenética, molecular e fenotípica

Aplicação de descritores botânicos: SNPC e UPOV

Caracterização citogenética

Levantamento de parâmetros biométricos e de produção de biomassa

Caracterização agroindustrial (Fibra, PC, Brix, etc)

Caracterização de reação às principais doenças

Caracterização molecular

Programa
Cana IAC
JARDIM VARIETAL

SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO





GRUPO GESTOR GERMOPLASMA

3. USO DA COLEÇÃO/GERMOPLASMA:
 - a) HIBRIDAÇÃO:
 - b) AQUISIÇÃO DA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE SERRA GRANDE EM JUNHO DE 2009
 - i. AÇÕES: LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO, DIVISAS, ENERGIA ELÉTRICA, COMUNICAÇÃO, ACESSOS (ESTRADAS)
 - c) AMPLIAÇÃO DA COLEÇÃO
 - d) PLANEJAMENTO DE HIBRIDAÇÕES PARA TRABALHOS COOPERATIVOS
 - e) CONSTRUÇÃO DA CASA DE FOTOPERÍODO NO CENTRO CANA

COLEÇÃO PÚBLICA DE CANA-DE-AÇÚCAR

NÚCLEO GESTOR DO GERMOPLASMA

Uso propriamente dito:

Hibridação:

- Planejamento de atividades
- Decisões referente a coleção para esta finalidade
- Estudos de diversidade
- Programas de pré-melhoramento

Fisiologia do florescimento:

- Estudos de fatores de indução
- Sincronização de florescimento
- Caracterização de parentais quanto ao florescimento
- etc



Clique para editar os estilos do texto mestre

Segundo nível

- Terceiro nível
- Quarto nível
- Quinto nível

Fisiologia do florescimento:

- **Estudos de fatores de indução**
- **Sincronização de florescimento**
- **Caracterização de parentais quanto ao florescimento**
- **etc**



1A
R - P : 9-5
QN97 - 2463

10-6
QN99-2387

P : 10-5
QN98-44

10-6
QN99-2387 1A
10-6
QN99-2387 1A
10-6
QN99-2387 1A

10-5
QN98-44 1A
10-5
QN98-44 1A
10-5
QN98-44 1A

BREEDING STATION (IAC), URUÇUCA, BA.



Clique para editar os estilos do texto mes
Segundo nível

- Terceiro nível
- Quarto nível
- Quinto nível



BREEDING STATION (IAC), URUÇUCA, BA.
ACQUISITION: JUNE/2009
INITIAL INVESTMENT : SEPTEMBER/2009
BEGINING OF HIBRIDIZATION ACTIVITIES: MAY 3th 2010

Number of parental genotypes in 2010:

815

Number of crosses in 2010: 500

Number of crosses in 2013: 1200

Hibridação:

1. Planejamento de atividades
2. Decisões referente a coleção para esta finalidade
3. Estudos de d

BREEDING STATION (IAC), URUÇUCA, BA.



BREEDING STATION (IAC), URUÇUCA, BA.

Cronograma do Processo

Segunda

Terça

Quarta

Quinta

Sexta

Sábado

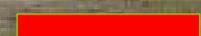
Levantamento
Identificação dos sexos
Planejamento cruzamentos



Coleta de flechas
Preparo
Emasculação
Cruzamentos



Encapsulamento
Coleta de flechas maduras,
outros

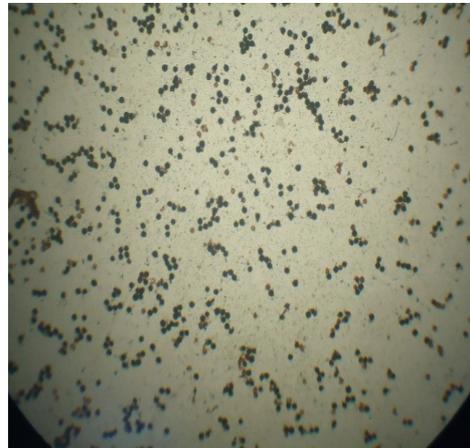


Banco de Germoplasma

Levantamento de Flechas



Sexagem dos Genotipos



“Semente” de cana-de-açúcar



Seedlings de cana-de-açúcar



4. REGRAS PARA CONDOMÍNIO COLEÇÃO PÚBLICA:

- a) QUEM PODE PARTICIPAR:
- b) INSTITUIÇÕES DO GRUPO GESTOR: IAC, ESALQ/USP, BIOLOGIA/UNICAMP, UNESP, ETC
- c) GRUPOS DE MELHORAMENTO DO BRASIL:
 - d) CTC, CANAVIALIS, RIDESA, SYNGENTA
- e) GRUPOS DE MELHORAMENTO DO EXTERIOR
- f) OUTRAS EMPRESAS: BASF, DUPONT, SYNGENTA, MONSANTO

4. REGRAS PARA CONDOMÍNIO COLEÇÃO PÚBLICA:

- a) FIGURAS DO CONDOMÍNIO:
- b) DEPOSITÁRIO
 - a) COMO PARTICIPA?: DISPONIBILIZANDO GERMOPLASMA PÚBLICO PARA A COLEÇÃO (NEGOCIAÇÃO CASO A CASO)
 - b) DIREITOS: ACESSO AOS DADOS DE CARACTERIZAÇÃO
- c) GRUPOS DE MELHORAMENTO DO BRASIL

COLEÇÃO PÚBLICA DE CANA-DE-AÇÚCAR

GRUPO GESTOR DO GERMOPLASMA

4. REGRAS PARA CONDOMÍNIO COLEÇÃO PÚBLICA:

- a) FIGURAS DO CONDOMÍNIO:
 - b) PROVEDOR
 - b) COMO PARTICIPA?: DOTANDO DE RECURSOS FINANCEIROS O GRUPO PARA GESTÃO DA COLEÇÃO PÚBLICA (R\$??????/ANO)
 - c) DIREITOS: ACESSO AOS DADOS DE CARACTERIZAÇÃO
 - c) GRUPOS DE MELHORAMENTO DO BRASIL
 - d) GRUPOS DE MELHORAMENTO DO EXTERIOR

APRESENTAÇÃO BURNQUIST, 2007

Germoplasma - conclusões

- Existem significativos recursos genéticos de cana coletados e mantidos em diversas coleções públicas e privadas.
- Manutenção “in vivo” tem custo elevado e risco significativo.
- Caracterização de germoplasma é uma atividade que deveria ser incentivada.

GERMOPLASMA - CONCLUSÕES

Ampliação do banco no Brasil:

> representação de locais de origem e tipos

Necessidade de caracterização para otimização do uso no melhoramento

Estratégia:

Utilização de sps e tipos para gerar o novo perfil bioenergético

- Necessidade de estudos em fisiologia de florescimento
- Estudos citogenéticos



OBRIGADO PELA ATENÇÃO.

CENTRO APTA CANA IAC

**Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica
do Agronegócio da Cana**



**SECRETARIA DE
AGRICULTURA E ABASTECIMENTO**

Rodovia Anel Viário km 321 (contorno sul)

Fones: (16) 3919-5959/3621-1110

E-mail: mlandell@iac.sp.gov.br