



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**



**AVALIAÇÃO DE DOIS MÉTODOS UTILIZADOS COMO SUBSTRATOS NA
HIBRIDAÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum spp.*)**

BENIGNO FRANÇA AMORIM DE ALMEIDA

**RIO LARGO
ESTADO DE ALAGOAS
2010**

BENIGNO FRANÇA AMORIM DE ALMEIDA

**AVALIAÇÃO DE DOIS MÉTODOS UTILIZADOS COMO SUBSTRATOS NA
HIBRIDAÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum spp.*)**

**Trabalho de Conclusão de
Curso apresentado ao Centro
de Ciências Agrárias como
parte dos requisitos para
obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.**

**Orientador: Prof. Ms. Geraldo
Veríssimo de Souza Barbosa**

**ALAGOAS
2010**



**ATA DE REUNIÃO DE BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE TRABALHO
DE CONCLUSÃO DE CURSO**

Aos 15 (quinze) dias do mês de Dezembro do ano de 2010, às 08h30min, sob a Presidência do Professor Ms. **GERALDO VERÍSSIMO DE SOUZA BARBOSA**, em sessão pública na sala de Reunião do PMGCA, na Unidade Acadêmica Centro de Ciências Agrárias, km 85 da BR-104 norte, Rio Largo, AL, reuniu-se a Banca Examinadora de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) "**AVALIAÇÃO DE DOIS MÉTODOS UTILIZADOS COMO SUBSTRATOS NA HIBRIDAÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum spp.*)**", do aluno **BENIGNO FRANÇA AMORIM DE ALMEIDA**, sob matrícula **2006G0339**, requisito obrigatório para conclusão do Curso de Agronomia, assim constituída: Prof. Ms. GERALDO VERÍSSIMO DE SOUZA BARBOSA, FIT/CECA/UFAL (Orientador), Prof. Dr. MARCELO DE MENEZES CRUZ, FIT/CECA/UFAL e Eng. Agrônomo Ms. JOÃO MESSIAS DOS SANTOS, PMGCA/CECA/UFAL. Iniciados os trabalhos, foi dado a cada examinador um período máximo de 30 (trinta) minutos para a arguição ao candidato. Terminada a defesa do trabalho, procedeu-se o julgamento final, cujo resultado foi o seguinte, observada a ordem de arguição: Prof. Ms. GERALDO VERÍSSIMO DE SOUZA BARBOSA, nota _____ (_____), Prof. Dr. MARCELO DE MENEZES CRUZ, nota _____ (_____), Eng. Agrônomo Ms. JOÃO MESSIAS DOS SANTOS, nota _____ (_____). Apuradas as notas, o candidato foi considerado _____, com média geral _____ (_____). Na oportunidade o candidato foi notificado do prazo máximo de 30 (trinta) dias, a partir desta data, para entrega à Coordenação do Trabalho de Conclusão de Curso, devidamente protocolada, da versão definitiva do trabalho hoje defendido, em 04 (quatro) vias, impressas e encadernadas e uma cópia digitalizada em CD com as correções sugeridas pela Banca, sem o que esta avaliação se tornará sem efeito, passando o aluno a ser considerado reprovado. Nada mais havendo a tratar, os trabalhos foram encerrados para a lavratura da presente ATA, que depois de lida e achada conforme, vai assinada por todos os membros da Banca Examinadora, pelo Coordenador do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) e pelo Coordenador do Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo/AL, 15 de Dezembro de 2010.

1º Examinador

2º Examinador

3º Examinador

Coordenador do TCC

Coordenador do Curso Agronomia

*Aos meus pais, José Benigno Amorim de Almeida e Margareth de Fátima Chaves
de França que me deram a vida e me ensinaram a vivê-la com dignidade, que
foram eternos investidores de confiança...
...a vocês que se doaram inteiros e muitas vezes renunciaram aos seus sonhos,
para que pudesse realizar os meus.*

DEDICO

A todos que me acompanharam, me apoiaram, torceram, que me viram cair e levantar, chorar e sorrir, aos que confiam e me olham com carinho, aos que criticaram, enfim, aos que tornaram este sonho possível.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Para se chegar a algum lugar, realizar um sonho, almejar um objetivo é preciso saber onde se está e onde se quer chegar, dar o primeiro passo. E em cada passo dado nessa nossa jornada encontramos pessoas que têm alguma importância, mesmo que não saibamos reconhecê-la de imediato. Não se caminha ou se chega a algum lugar sozinho. Gostaria de deixar registrado que seria impossível citar todas as pessoas que tiveram importância desde o início da minha formação profissional e pessoal, porém sei o quão importante foram e são para mim e espero poder agradecer, de alguma forma, a cada uma delas.

Primeiramente, agradeço a Deus por ter me dado a oportunidade de estar no mundo, me dado paciência e discernimento para enfrentar os entraves existentes nessa longa caminhada e principalmente por ter me dado um dom, o dom de plantar;

A Deus novamente, por conceder-me uma família a qual posso amar e ser fortalecido na reciprocidade do mesmo amor, por ser sempre tão incentivadora e entender minha ausência por tantos anos;

Agradeço ao meu pai e minha mãe, cuja fé em mim me ensinou a ter fé em mim mesmo e em Deus;

A Crystal França Amorim de Almeida, que além de irmã foi amiga e cúmplice dessa minha realização;

A Layse Menezes de Andrade pelo amor, companheirismo, compreensão, apoio e força durante toda essa caminhada em minha formação;

Aos meus companheiros diários Anthony Gomes dos Santos e Lídia Nathaly Gomes dos Santos, que além de amigos tornaram-se irmãos, por fazerem desta uma jornada mais leve e divertida;

Aos meus amigos eternos Pedro Henrique Lopes, Everton Talvanes Barros, Iago Mendonça Lopes e Felipe Sarmiento Vital pela presença constante, estímulo e apoio prestado nesses anos de convivência;

Aos meus amigos de graduação, William Antônio Raposo, Diogo Feliciano Dias, Diego Olympio Lopes, Luciano de Holanda Palmeira, Wéliton Tenório da Silva, Thiago Batista dos Santos, Heitor Duque dos Santos, Renan Almeida Brito e a todos os outros colegas de classe pela amizade nos bons e maus momentos, convivência ao longo do curso e incentivo nas dificuldades contribuindo para um engrandecimento na vida;

A pesquisadora Walane de Melo Ivo pela oportunidade e ensinamentos práticos concebidos durante o estágio na EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária;

Ao Centro de Ciências Agrárias nas pessoas dos seus professores pela contribuição em seus ensinamentos, carinho e dedicação com seus alunos;

Em especial aos professores José Teodorico Filho e Jakes Halan Costa que fazem parte do grupo seleto de mestres que se tornaram amigos;

Um agradecimento mais do que especial ao meu professor e orientador Geraldo Veríssimo de Souza Barbosa, pelas oportunidades, orientações, amizade e conhecimento transmitido, contribuindo de forma fundamental para a minha formação profissional;

Ao PMGCA - Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-açúcar, esse que me acolheu desde o início da minha graduação, pela grande contribuição em meus conhecimentos práticos e teóricos;

Ao pesquisador João Messias dos Santos pelo auxílio, paciência, dedicação e orientação na condução desse trabalho;

Ao professor e vice-coordenador do PMGCA Marcelo de Menezes Cruz pela dedicação, apoio, atenção e respeito sempre que foi solicitado por mim;

Aos demais pesquisadores do PMGCA, Antônio Jorge de Araújo Viveiros, Antônio José Rosário de Sousa, Antônio Maria Cardoso Rocha, Carlos Alberto Guedes Ribeiro, Francisco Sampaio Filho, José Lopes Cavalcante Ferreira e Paulo Pedro da Silva, pela amizade e ensinamentos na área de pesquisa, no que diz respeito à cultura da cana-de-açúcar;

Aos técnicos do PMGCA, Adeilson Mascarenhas de Oliveira Silva, Antônio Carlos Alves de Amorim, Edimundo Leobino da Silva, Edinaldo Martins da Silva, Gilmar Odilon da Silva, Haroldo Oliveira Guedes, José Cícero Pereira, José Roberto Pedrosa Santiago, José Venício Correa da Silva, Eduardo Jorge G. de Almeida e Petrônio Walquírio de Barros, pelo apoio, respeito, dedicação e amizade em todo esse tempo de convívio, que foram de fundamental importância para a realização desse trabalho;

A Edileuza Cupertino da Silva e Maura Cristina da Silva, por compartilhar o ambiente de trabalho, tornando-o prazeroso e também pela amizade durante todo o período de formação;

Aos amigos e estagiários Aécio Ferreira dos Santos e Bruno Fernando Costa do Nascimento, pela contribuição na realização do trabalho e apoio prestado durante todos esses anos de convivência;

Mesmo que a palavra "obrigado" signifique tanto, não expressará por inteiro o quanto seu gesto atencioso e dedicado foi importante para mim.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	III
OFERECIMENTO	IV
AGRADECIMENTOS.....	V
LISTA DE TABELAS	X
LISTA DE FIGURAS	XI
RESUMO.....	XII
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Classificação botânica e aspectos morfológicos da cana-de-açúcar	3
2.2. Melhoramento genético da cana-de-açúcar.....	4
2.2.1. Métodos utilizados como substrato na hibridação da cana-de-açúcar	5
2.2.1.1. Alporquia.....	6
2.2.1.2. Solução Nutritiva	6
3. MATERIAL E MÉTODOS	8
3.1. Ensaio 1: Avaliação dos métodos alporquia e solução nutritiva na produção de cariopses por panícula de cana-de-açúcar	8
3.2. Ensaio 2: Avaliação dos métodos alporquia e solução nutritiva na obtenção de plântulas de cana-de-açúcar	11
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
4.1. Ensaio 1: Avaliação dos métodos alporquia e solução nutritiva na produção de cariopses por panícula de cana-de-açúcar	13
4.2. Ensaio 2: Avaliação dos métodos alporquia e solução nutritiva na obtenção de plântulas de cana-de-açúcar	15
5. CONCLUSÃO	18
6. BIBLIOGRAFIA	19

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Médias de produção de cariopses por panícula (g) e análise de variância dos fatores métodos, reciprocidade e da interação substratos x reciprocidade..... **13**

Tabela 2: Médias do número de plântulas por 2,5 gramas de cariopses dos fatores: métodos (alporquia e solução nutritiva), cruzamentos (Co62175 x RB961003 e NA56-79 x RB72454) e seus recíprocos (RB961003 x Co62175 e RB72454 x NA56-79) e resultados da análise de variância. Dados transformados em \sqrt{x} **15**

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Morfologia externa do colmo da cana-de-açúcar (ARTSCHWAGNER & BRANDES, 1958).....	4
Figura 2: Vista aérea da Serra do Ouro.....	8
Figura 3: Detalhe da implantação dos alporques: Montagem do alporque (A); Garrafa Pet fixada no colmo (B); Cana alporcada (C).....	9
Figura 4: Processo para realização das hibridações envolvendo os dois métodos (alporquia e solução nutritiva): Panícula em estágio ótimo (A); Colmos emparelhados com solução nutritiva e alporque (B); Cruzamentos do tipo biparental (C)	10
Figura 5: Pesagem das cariopses (A); Cariopses organizadas e etiquetadas (B)	10
Figura 6: Realização do semeio dos quatro cruzamentos: Detalhe da caixa etiquetada com substrato (A); Semeio (B); Detalhe das cariopses (C)	11
Figura 7: Realização da repicagem: Repicagem e contagem de plântulas (A); Plântulas repicadas (B)	12
Figura 8: Peso médio de cariopses (g/panícula) dos métodos (alporquia e solução nutritiva).....	14
Figura 9: Média de plântulas viáveis por 2,5 gramas de cariopses (dados transformados) dos métodos (alporquia e solução nutritiva).....	16

RESUMO

ALMEIDA, B. F. A. **AVALIAÇÃO DE DOIS MÉTODOS UTILIZADOS COMO SUBSTRATOS NA HIBRIDAÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum spp.*)**. Rio Largo. UFAL. CECA 2010. (Trabalho de Conclusão de Curso).

O melhoramento genético da cana-de-açúcar tem dado elevada contribuição para o setor canavieiro brasileiro, através da obtenção de variedades com boas características agroindustriais e adaptadas às diversas condições ambientais. O uso de métodos utilizados como substrato no processo de hibridação da cana-de-açúcar é essencial, visto que o mesmo é o responsável pela manutenção do metabolismo durante todo o processo, daí a importância do estudo e comparação de alguns métodos existentes na literatura. O presente trabalho teve como objetivo comparar dois métodos (alporquia e solução nutritiva) utilizados para a conservação dos colmos seccionados durante o processo de hibridação da cana-de-açúcar. Foram realizados dois ensaios, onde o primeiro avaliou a produção de cariopses por panícula e o segundo o número de plântulas viáveis por 2,5 gramas de cariopses. Os trabalhos foram realizados na Estação de Floração e Cruzamento Serra do Ouro da RIDESA (Murici, AL, latitude 09° 13' S; longitude 35° 50' W; 515 m de altitude) e no Laboratório de Produção de Plântulas do Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-açúcar no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (Rio Largo, AL, latitude 12°40' S; 39°06' W; 127 m de altitude). Após o flor escimento, os colmos de cada variedade foram utilizados em cruzamentos controlados do tipo bi-parental. Em seguida foram coletadas as amostras de cada tratamento e procedido a pesagem das cariopses por panícula dos 12 parentais utilizados no ensaio 1 e o semeio dos 4 cruzamentos utilizados no ensaio 2 para avaliação do número de plântulas viáveis por 2,5 gramas de cariopses. Os dados foram submetidos a análise de variância considerando delineamento inteiramente ao acaso no esquema fatorial. Para o ensaio 1 os resultados da análise de variância indicou significância apenas para os métodos, apresentando a solução nutritiva como melhor resultado. No

ensaio 2 houve significância para todos os fatores, repetindo sempre a superioridade da solução nutritiva com o maior número de plântulas viáveis. Diante dos resultados obtidos conclui-se que para a manutenção do metabolismo da cana-de-açúcar durante o processo de hibridação nas condições da Estação de Floração e Cruzamentos Serra do Ouro, a solução nutritiva apresentou resultados superiores ao da alporquia tanto na produção de cariopses por panícula quanto no número de plântulas produzidas por 2,5 gramas de cariopses.

Palavras chave: cana-de-açúcar, hibridação, alporquia, solução nutritiva.

1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma cultura de grande expressão no Brasil, que é o maior produtor mundial dessa matéria-prima, com área estimada para a safra 2010/2011 de 8,1 milhões de hectares (CONAB, 2010). Essa matéria-prima é utilizada principalmente para a produção de açúcar, etanol e bioeletricidade, e é a cadeia produtiva de maior importância socioeconômica e estratégica em termos energéticos (BARBOSA et al., 2008). Nos últimos anos, devido à crise energética e o aquecimento global, o etanol e o bagaço vêm ganhando destaque mundial; o etanol por ser um combustível carburante de fonte renovável e o bagaço pela geração de bioeletricidade. Além disso, contribui para o equilíbrio ambiental, pois a cultura possui alta taxa de seqüestro de carbono, reduzindo os efeitos da emissão de poluentes (UNICA, 2009).

Os programas de melhoramento genético tem dado elevada contribuição no avanço do setor canavieiro, através da obtenção de variedades com boas características agroindustriais e adaptadas às diversas condições ambientais do Brasil. A variedade melhorada de cana-de-açúcar é a tecnologia que mais tem contribuído na elevação de produtividade, com menor custo, o que viabiliza economicamente essa importante agroindústria canavieira, bem como torna a região independente do domínio tecnológico externo (BARBOSA et al., 2008).

No Brasil entre os programas de melhoramento destaca-se o da RIDESA (Rede Interinstitucional para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro), composta por dez Universidades Federais e tem como objetivo a obtenção de novas variedades RB (República do Brasil), que são obtidas a partir de hibridações realizadas na Serra do Ouro, em Murici-Alagoas. O banco de germoplasma da Serra do Ouro tem uma grande variabilidade genética, com uma coleção de híbridos oriundos de diversas locais do mundo e anualmente são realizados vários cruzamentos que geram sementes sexuadas para obtenção de novas variedades RB dos programas da RIDESA (ROCHA et al., 2008).

No melhoramento genético da cana-de-açúcar a hibridação caracteriza-se como a fase mais importante. As atividades têm início com o censo de florescimento feito no banco de germoplasma para posterior escolha dos genitores a serem utilizadas nos cruzamentos. Dado que, nos bancos de germoplasma da cana-de-açúcar, os diversos genitores são cultivados em diferentes campos, há a

necessidade de cortar os colmos das canas florescidas na sua parte basal, e transportá-los para o emparelhamento das panículas com as de outros genitores, efetivando assim as hibridações para obtenção das cariopses, processo esse que passa por um período de três a quatro semanas.

Para tanto, é essencial a utilização de técnicas que mantenham o metabolismo da cana durante todo o processo. Os métodos mais empregados são o da alporquia (envoltura da parte basal do colmo com substrato de solo, algumas semanas antes do cruzamento, induzindo o enraizamento) e solução nutritiva (imersão dos colmos seccionados numa solução contendo água e alguns ácidos, no momento do cruzamento).

A solução nutritiva é um método mais recente, e é utilizada por vários programas de melhoramento genético da cana-de-açúcar. A alporquia, que é uma técnica mais antiga, ainda é utilizada por motivos econômicos ou quando há limitações de clima ou variedades sensíveis à solução nutritiva. Uma alternativa tem sido a utilização das duas técnicas simultaneamente.

O presente trabalho teve por objetivo comparar dois métodos utilizados como substratos (alporquia e solução nutritiva) para conservação dos colmos seccionados durante o processo de hibridação da cana-de-açúcar na Serra do Ouro.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Classificação botânica e aspectos morfológicos da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar é uma planta alógama, pertencente à família *Gramineae* (Poaceae), tribo *Andropogoneae* e gênero *Saccharum* (MATSUOKA et al., 1999). Atualmente, a maioria dos técnicos aceita a classificação por Jeswiet, qual seja: gênero: *Saccharum*; espécies: *S. barberi*, Jeswiet; *S. edule*, Hask; *S. officinarum*; *S. robustum*, Jeswiet; *S. sinensis*, (Roxb) Jeswiet e *S. spontaneum*, L.

Morfologicamente, a cana-de-açúcar apresenta três tipos básicos de raízes: superficial, de fixação e de cordão, que segundo Sampaio et al. (1995) podem atingir até 4 m de profundidade, embora cerca de 80% concentrem-se nos 20 cm superficiais do solo. Além dessas, apresenta raízes aéreas, que podem ser induzidas com a envoltura do colmo com solo (alporquia), e esse enraizamento ocorre mais precisamente nos nós localizados na zona radicular, como apresentado na Figura 1.

Os colmos são compostos de nós e entrenós. Em cada nó há uma gema que é disposta alternadamente em torno do colmo. Estas são protegidas pela bainha das folhas, que é firmemente presa ao internódio. As folhas são alternadas, opostas e presas aos nós dos colmos.

A inflorescência é composta por flores hermafroditas; o ovário é oval com dois pistilos na extremidade que terminam em estigmas plumosos, de cor roxa ou avermelhada, e apenas um óvulo; o órgão masculino é constituído por três estames formados por filamentos brancos e finos, onde cada estame sustenta uma antera linear fixa pelo dorso. Os grãos de polens são esféricos, quando férteis, e prismáticos, quando inférteis, e o fruto da cana-de-açúcar é uma cariopse elíptica alongada (CORTE-BRILHO et al., 1981; BACCHI, 1985).

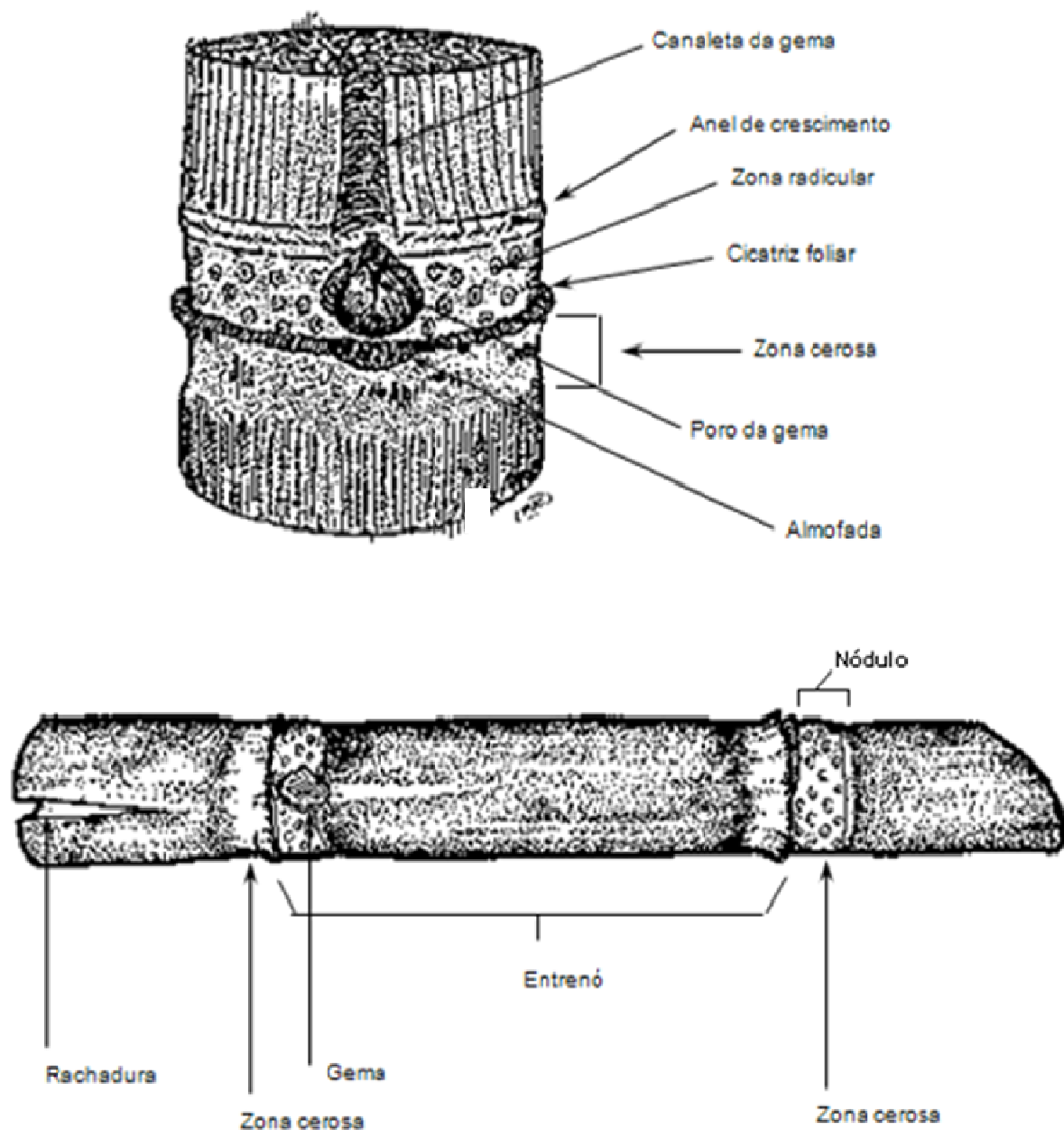


Figura 1: Morfologia externa do colmo da cana-de-açúcar (ARTSCHWAGNER & BRANDES, 1958).

2.2. Melhoramento genético da cana-de-açúcar

Machado Jr. (1993) relata que o melhoramento genético da cana-de-açúcar começou ao mesmo tempo do seu cultivo, pois o homem primitivo deve ter selecionado variedades com base no maior teor de sacarose e no menor teor de fibra, ou ainda com base no seu aspecto morfológico.

No passado, a introdução de variedades na lavoura canavieira do Brasil era feita exclusivamente através da importação, até surgirem programas de melhoramento genético que é o método mais eficiente, pois são obtidos cultivares apropriado para os ambientes de cultivo da região, através de cruzamentos genéticos e anos de pesquisa com seleção e experimentação (BARBOSA et al., 2003).

No início do melhoramento genético da cana-de-açúcar, as variedades eram, em sua maioria, derivações das panículas de polinização aberta, normalmente selecionadas em situações onde a fêmea desejada estivesse em crescimento próximo ao macho desejado. Um método posterior consistia no corte das panículas da variedade que atuaria como macho, colocando essas panículas seccionadas em vasos contendo água e deixando-as próximo da panícula feminina, que continuaria no campo. Em alguns casos as panículas eram encobertas com uma espécie de capuz, evitando assim contaminações por pólen estranho. Mesmo estando em vasos contendo água às panículas masculinas dificilmente subsistiriam por mais de um dia, tornando-se necessário a substituição diária das mesmas (MANGELSDORF, 1970).

A hibridação caracteriza-se como a fase mais importante no melhoramento da cana-de-açúcar. Para realização da hibridação faz-se necessário o florescimento da cana-de-açúcar que na região equatorial ocorre próximo ao equinócio de outono (21 de março), atrasando cerca de dois dias para cada grau de aumento de latitude (BRETT, 1951; MOORE E NUSS, 1987).

Inicialmente é feito um censo de florescimento, com o objetivo de identificar quais genitores estão aptos a serem cruzados. Em seguida, os colmos florescidos disponíveis são coletados no campo pela manhã, através de cortes na parte basal. Estes são imediatamente etiquetados e transportados para a área de cruzamentos. Os tipos de cruzamentos utilizados na hibridação podem ser de polinização livre, policruzamento, bi-parental, policruzamentos especiais e auto fecundação (ROCHA et al., 2008).

2.2.1. Métodos utilizados como substratos na hibridação da cana-de-açúcar

Para manter vivos os colmos retirados do campo pelo tempo necessário desde a fecundação até a maturação das sementes, utiliza-se uma solução nutritiva ou a técnica da alporquia, conforme recomendação de Mangelsdorf (1966).

2.2.1.1. Alporquia

Alporquia é uma técnica desenvolvida pelo *Sugarcane Breeding Institute*. Nesta técnica é induzido a rizogênese na região nodal do colmo, cobrindo 2 a 3 nós com mistura de areia, silte e matéria orgânica em um recipiente adequado. Os colmos são então destacados abaixo da parte onde foi realizado o alporque, que são usados nos cruzamentos. Embora a técnica tenha sido desenvolvida nesse centro de pesquisa, não é muito utilizado pelo seu programa de melhoramento. No entanto, em países onde é difícil fazer cruzamentos de campo por diversos motivos, a técnica está sendo usada extensivamente (SBI, 2010).

Segundo Paranhos (1987), é uma técnica que consiste em colocar ao redor do nó da base da cana, um saco de polietileno contendo matéria orgânica ou solo para permitir a formação de raízes, algumas semanas antes dos cruzamentos. E após a panícula emergir do cartucho, corta-se o colmo abaixo do nó enraizado para realização de cruzamentos dirigidos.

Conforme Barreto (2002) a alporquia é utilizado na Serra do Ouro, basicamente para os genótipos sensíveis a solução acida nutritiva. A técnica é realizada uma a duas semanas antes do cruzamento.

Philsurin (2001) relata que o método da alporquia é usado em cerca de 40 a 60% de todos os cruzamentos feitos pelo *Indonesian Sugar Research Institute*

Em Maurícius este método era comum para algumas variedades macho-estéreis limitadas pelas baixas temperaturas; no Havaí, em condições de casa de vegetação, a alporquia proporcionou melhores resultados que a solução nutritiva, sendo realizado através de um tubo com substrato formado por uma mistura de solo, com substâncias promotoras ao enraizamento e de propriedades fitossanitárias, sobre o quarto nó da cana a partir do solo (STEVENSON, 1965).

2.2.1.2. Solução Nutritiva

Visto que as “flechas” masculinas eram incapazes de desabrochar normalmente em um prazo de no máximo dois dias, Verret e colaboradores citado por Mangelsdorf (1970), em 1925 depois de conduzirem vários experimentos chegaram a conclusão que colocando a cana seccionada numa solução de ácido

sulfuroso (SO_2) na proporção de uma parte para 2000, ela subsistiria em condições aparentemente normais por várias semanas. Através de experiências posteriores, verificou-se que a longevidade da cana cortada podia ser melhorada acrescentando ácido fosfórico (H_3PO_4).

Para Heinz e Tew (1987) a viabilidade de alguns cruzamentos só se torna possível graças a esta solução. Mangelsdorf (1966) relata que a utilização da solução acida nutritiva, desenvolvida no Havaí, mantém vivos os colmos retirados do campo por tempo suficiente para maturação das sementes, a qual permite uma flexibilidade de manipular os cruzamentos, e complementa que as técnicas empregadas antes da solução, acarretavam em algumas conseqüências negativas como mão-de-obra excessiva, perda de materiais, menor período de florescimento entre outros.

Com a adição de novos ácidos, a solução nutritiva ficou composta de Dióxido de Enxofre (SO_2) 150 mg.kg^{-1} ; Ácido Fosfórico (H_3PO_4) 75 mg.kg^{-1} ; Ácido Nítrico (HNO_3) 37 mg.kg^{-1} ; Ácido Sulfúrico (H_2SO_4) 37 mg.kg^{-1} . e 100 mg.kg^{-1} de Ácido Cítrico ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$) promoveu melhores resultados na obtenção de cariopses (JALANDO-ON e BARREDO, 1982). Ainda nos dias atuais esta solução é utilizada com sucesso nos processos de hibridação,

Em um experimento conduzido por três anos em estufa na África do Sul para aumentar as taxas iniciais de sobrevivência da flor da cana após a alporquia, Nuss (1977) constatou que ao colocar as extremidades cortadas com as alporquias dos colmos em uma solução de nutrientes, a taxa de sobrevivência foi significativamente aumentada.

Embora algumas variedades se conservem bem com a utilização da solução nutritiva, outras morrem prematuramente, havendo a necessidade da aplicação de outro método mais viável.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Para o presente trabalho foram realizados dois ensaios, onde no primeiro avaliou-se a produção de cariopses por panícula e no segundo o número de plântulas viáveis por 2,5 gramas de cariopses. A seguir apresenta-se a metodologia dos dois casos.

3.1. Ensaio 1: Avaliação dos métodos alporquia e solução nutritiva na produção de cariopses por panícula de cana-de-açúcar

A pesquisa foi realizada na Estação de Floração e Cruzamento Serra do Ouro da RIDESA (Murici, AL, latitude 09° 13' S; longitude 35° 50' W; 515 m de altitude) que tem a gerência do Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-açúcar da Universidade Federal de Alagoas (Figura 2).

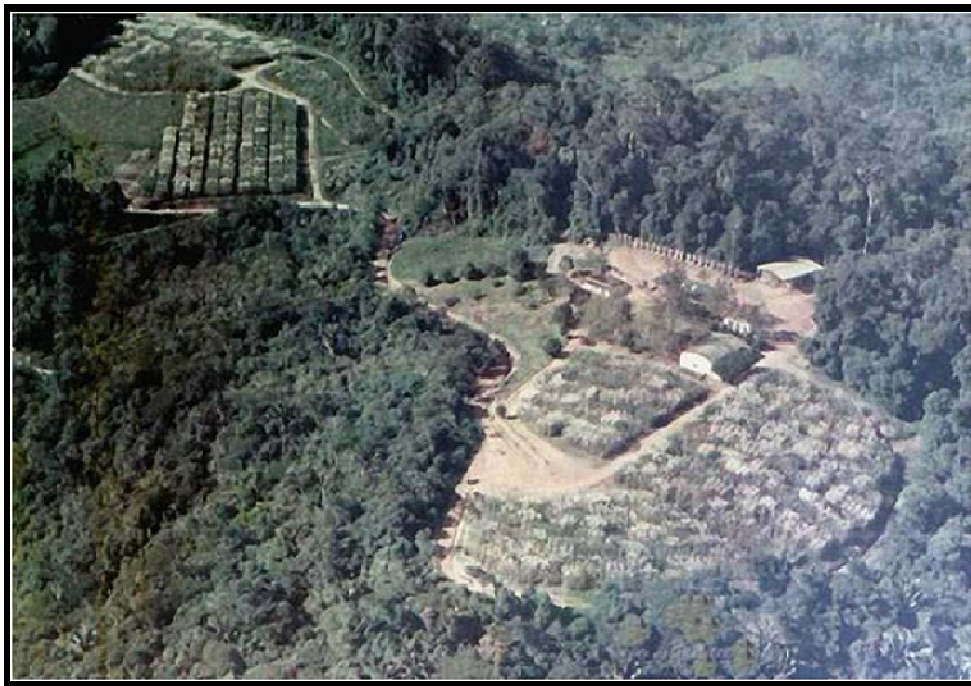


Figura 2: Vista aérea da Serra do Ouro.

O experimento foi conduzido durante o ano de 2010, iniciando no mês de março com a realização dos alporques. No período que compreendeu os meses de abril a junho foi feito o censo de florescimento e a realização dos respectivos cruzamentos utilizando os dois métodos (alporquia e solução nutritiva), concluindo

os trabalhos em julho com a coleta e pesagem das cariopses por panícula. A variável medida foi produção de cariopses por panícula (g) de 24 cruzamentos (12 principais e 12 recíprocos).

Realização das alporquias: foi induzida a rizogênese na região nodal do colmo, cobrindo 2 a 3 nós com solo envolvido por um recipiente (garrafa Pet), conforme é ilustrado na Figura 3.



Figura 3: Detalhe da implantação dos alporques: Montagem do alporque (A); Garrafa Pet fixada no colmo (B); Cana alporcada (C).

Preparação da solução nutritiva: a solução foi preparada conforme procedimento utilizado para as hibridações da RIDESA, onde mistura-se água da chuva com Dióxido de Enxofre (SO_2) 150 mg.kg^{-1} ; Ácido Fosfórico (H_3PO_4) 75 mg.kg^{-1} ; Ácido Nítrico (HNO_3) 37 mg.kg^{-1} ; Ácido Sulfúrico (H_2SO_4) 37 mg.kg^{-1} ; Ácido Cítrico ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$) 100 mg.kg^{-1} .

Após o florescimento e escolha dos genitores para cruzamentos, as canas foram seccionadas rente ao solo e utilizadas nas hibridações controladas do tipo biparental (genitores feminino e masculino conhecidos). Os colmos florescidos de cada cruzamento foram levados para campânulas, amarrados uns aos outros e colocados em baldes contendo solução nutritiva ou alporquia (Figura 4).

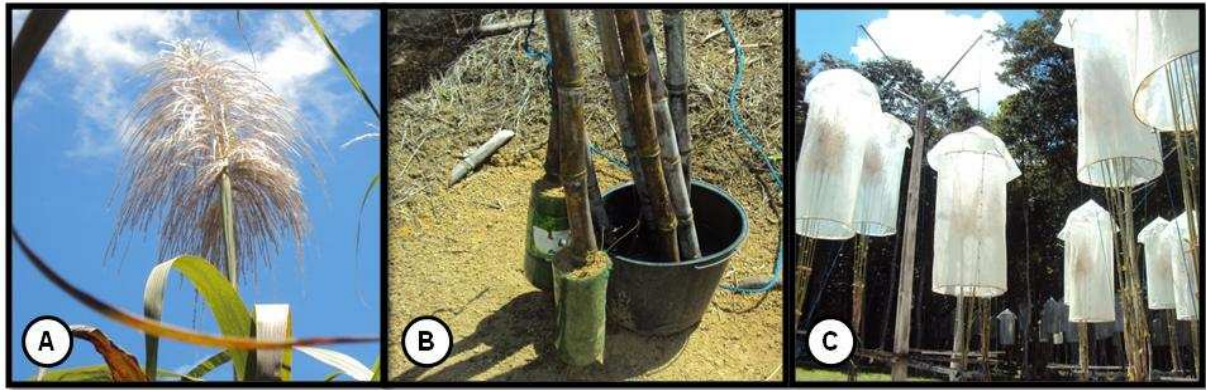


Figura 4: Processo para realização das hibridações envolvendo os dois métodos (alporquia e solução nutritiva): Panícula em estágio ótimo (A); Colmos emparelhados com solução nutritiva e alporque (B); Cruzamentos do tipo bi-parental (C).

Quando efetivado o cruzamento, as canas ainda com os substratos foram retiradas das campânulas e levadas para um galpão onde passaram em torno de 15 dias, até atingir a maturidade das cariopses. Após esse período procedeu-se o corte da panícula com as cariopses, que foram colocadas em sacos de papel e conduzidas para a sala de secagem onde ficaram de um a dois dias sob temperatura mínima de 30° e máxima de 35°C e umidade média de 50%. Após a secagem as panículas passaram por um processo chamado “descarte” onde foi feita a separação das cariopses do pendão. Em seguida foi realizada a pesagem em balança analítica das cariopses de cada cruzamento (g/panícula), etiquetadas e armazenadas na câmara fria, onde são controladas a umidade (50%) e temperatura (20°C), conforme Figura 5.

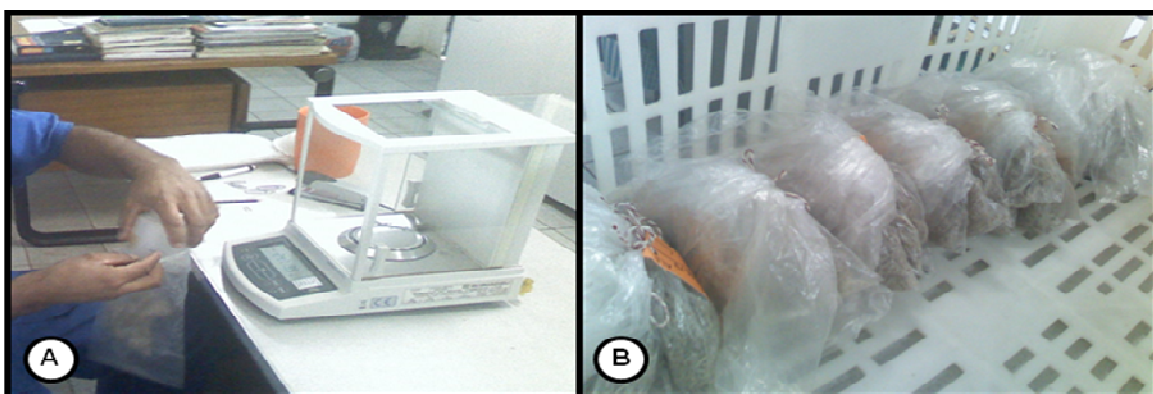


Figura 5: Pesagem das cariopses (A); Cariopses organizadas e etiquetadas (B).

Os dados foram submetidos a análise de variância, considerando o delineamento inteiramente ao acaso no esquema fatorial 2x2, sendo dois tipos de métodos (alporquia e solução nutritiva) e reciprocidade do genitor (receptor e fornecedor de pólen), com doze repetições (correspondentes aos doze parentais).

3.2. Ensaio 2: Avaliação dos métodos alporquia e solução nutritiva na obtenção de plântulas de cana-de-açúcar

Foi desenvolvido no Laboratório de Produção de Plântulas do Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-açúcar do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (Rio Largo, AL, latitude 12°40' S; 39°06' W; 127 m de altitude), no ano de 2010, sendo iniciado em agosto, com a separação dos cruzamentos utilizados e concluído em setembro, com o semeio e a repicagem.

O ensaio foi realizado no delineamento experimental inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 2x2x2 com quatro repetições. Os três fatores avaliados foram: Métodos (alporquia e solução nutritiva); Parentais (Co62175 x RB961003 e NA56-79 x RB72454); e Reciprocidade dos Genitores (receptor e fornecedor de pólen).

Como parcela foi usada uma caixa (dimensões: 40 x 30 x 10cm) contendo substrato composto de terra preta, fibra de coco e torta de filtro, na proporção 2:1:1, adicionada uma camada de 5 cm do substrato Bioplant® (vermiculita expandida), onde realizou-se o semeio de 2,5 gramas de cariopses por caixa (Figura 6).

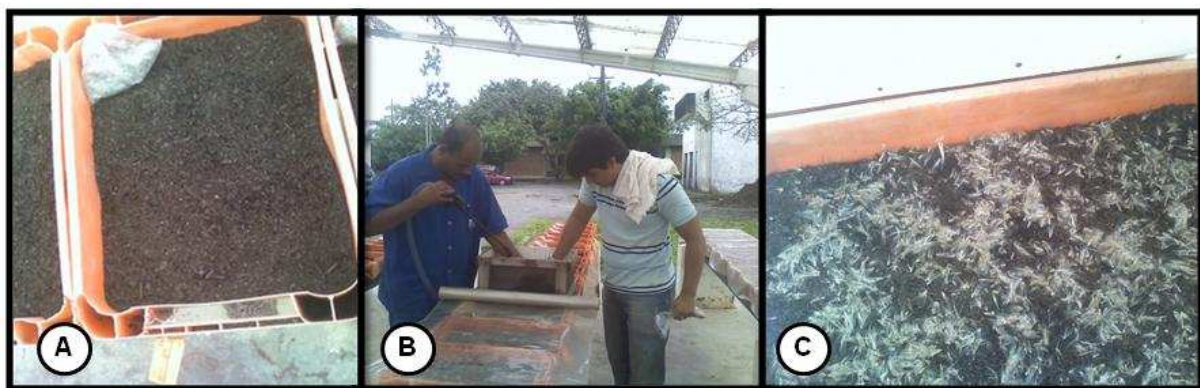


Figura 6: Realização do semeio dos quatro cruzamentos: Detalhe da caixa etiquetada com substrato (A); Semeio (B); Detalhe das cariopses (C).

Em seguida, as caixas foram cobertas com plástico transparente para retenção da umidade até sete dias após o semeio. Passado dez dias, realizou-se uma adubação foliar com o produto West Garden (N, S, Mg, Cu e Ca), na proporção de 5 ml por litro. As plântulas foram irrigadas em dias alternados.

Sucedidos 30 dias após o semeio, realizou-se a repicagem, contando-se o número de plântulas viáveis por caixa. A repicagem das plântulas foi feita individualmente para copos plásticos de 250 ml contendo o mesmo substrato sem a adição de Bioplant® (Figura 7).



Figura 7: Realização da repicagem: Repicagem e contagem de plântulas (A); Plântulas repicadas (B).

Os dados de número de plântulas viáveis por 2,5 gramas de cariopses foram transformados em \sqrt{x} , sendo aplicada a análise de variância (Teste F).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Ensaio 1: Avaliação dos métodos alporquia e solução nutritiva na produção de cariopses por panícula de cana-de-açúcar

Os resultados da análise de variância e das médias de produção de cariopses por panícula estão apresentados na Tabela 1. Observa-se que houve diferenças significativas pelo teste F para os métodos, indicando superioridade para a solução nutritiva. Para o fator reciprocidade não houve diferença significativa, indicando não existir nesses cruzamentos efeito materno na produção de cariopses, ou seja, não altera o resultado quando o genitor principal for feminino ou masculino. A interação métodos x reciprocidade também não apresentou significância estatística, o que indica que o método solução nutritiva produz mais cariopses que na alporquia, independente da reciprocidade do genitor.

O ensaio apresentou uma variação muito alta, com precisão muito baixa, mas pode ser justificado pelas diferenças genotípicas dos doze parentais utilizados como repetições.

Tabela 1: Médias de produção de cariopses por panícula (g) e análise de variância dos fatores métodos, reciprocidade e da interação substratos x reciprocidade.

Reciprocidade	Métodos		Média
	Alporquia	S. Nutritiva	
Receptor	2,76 aA	8,27 bA	5,52 A
Fornecedor	3,55 aA	10,65 bA	7,10 A
Média	3,16 a	9,46 b	6,31
Teste F: Métodos (M)	40,69 (p < 0,0000)		
Teste F: Reciprocidade (R)	2,58 (p < 0,1157)		
Teste F: M x R	0,65 (p < 0,4246)		
QMResíduo	11,74		
CV (%)	54,31		

*Valores médios seguidos pela mesma letra, minúsculas (comparação de métodos) e maiúsculas (comparação da reciprocidade), não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

A Figura 8 ilustra os resultados médios da produção de cariopses por panícula (g) dos dois métodos estudados. Observa-se que a solução nutritiva foi o método com maior média (9,46 g/panícula) superando a média da técnica da alporquia (3,16 g/panícula). No PMGCA/RIDESA, a média dos últimos anos é de aproximadamente 8,9 g/panícula, sendo compatível com a média da solução nutritiva apresentada nesse trabalho.

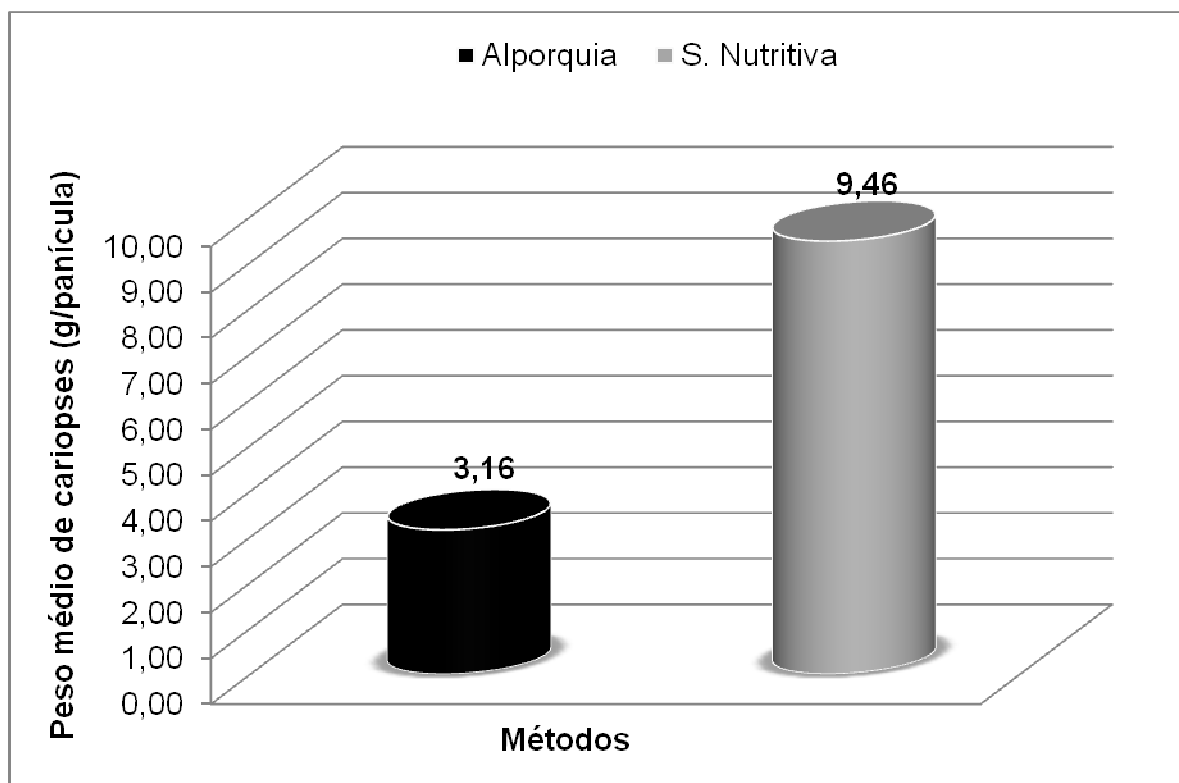


Figura 8: Peso médio de cariopses (g/panícula) dos métodos (alporquia e solução nutritiva).

Esse resultado evidencia que a solução nutritiva produz o triplo de cariopses por panícula da alporquia, e essa resposta pode ser atribuída à combinação dos componentes da solução, Dióxido de Enxofre, Ácido Fosfórico, Ácido Nítrico, Ácido Sulfúrico e Ácido Cítrico, que têm a habilidade de estimular a turgência nos colmos seccionados (MANGELSDORF, 1970).

4.2. Ensaio 2: Avaliação dos métodos alporquia e solução nutritiva na obtenção de plântulas de cana-de-açúcar

Na Tabela 2 encontram-se os resultados da análise de variância e das médias do número de plântulas viáveis por 2,5 gramas de cariopses (dados transformados em \sqrt{x}). Pode-se observar que houve significância para todos os fatores e suas diversas interações. O coeficiente de variação apresentou boa precisão.

Observa-se que todos os cruzamentos apresentaram as maiores médias com a utilização da solução nutritiva, podendo ser justificado pela não sensibilidade dos genótipos utilizados aos ácidos.

Tabela 2: Médias do número de plântulas por 2,5 gramas de cariopses dos fatores: métodos (alporquia e solução nutritiva), cruzamentos (Co62175 x RB961003 e NA56-79 x RB72454) e seus recíprocos (RB961003 x Co62175 e RB72454 x NA56-79) e resultados da análise de variância. Dados transformados em \sqrt{x} .

	Métodos		Média
	Alporquia	S. Nutritiva	
Parentais 1	4,61 a	15,13 b	9,87
Co62175 x RB961003	2,72 a	8,39 b	5,56
RB961003 x Co62175	6,51 a	21,87 b	14,19
Parentais 2	4,92 a	7,67 b	6,30
NA56-79 x RB72454	7,18 a	9,46 b	8,32
RB72454 x NA56-79	2,67 a	5,88 b	4,27
Média	4,77 a	11,40 b	8,08
Teste F: Métodos (M)	213,40 (p < 0,0000)		
Teste F: Cruzamento (C)	62,04 (p < 0,0000)		
Teste F: Reciprocidade (R)	25,48 (p < 0,0000)		
Teste F: M x C	73,26 (p < 0,0000)		
Teste F: M x R	34,15 (p < 0,0000)		
Teste F: C x R	194,88 (p < 0,0000)		
Teste F: M x C x R	23,31 (p < 0,0001)		
QMResíduo	1,65		
CV (%)	15,89		

*Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste F (p < 0,000).

Fica evidente a superioridade da solução nutritiva, que apresentou média de 11,40 plântulas por caixa, enquanto a técnica da alporquia obteve apenas 4,77 (dados transformados em \sqrt{x}). Esses resultados não estão de acordo com o citado por Stevenson (1965), que apresentou, sob condições de casa de vegetação no Havaí, maiores médias para a alporquia.

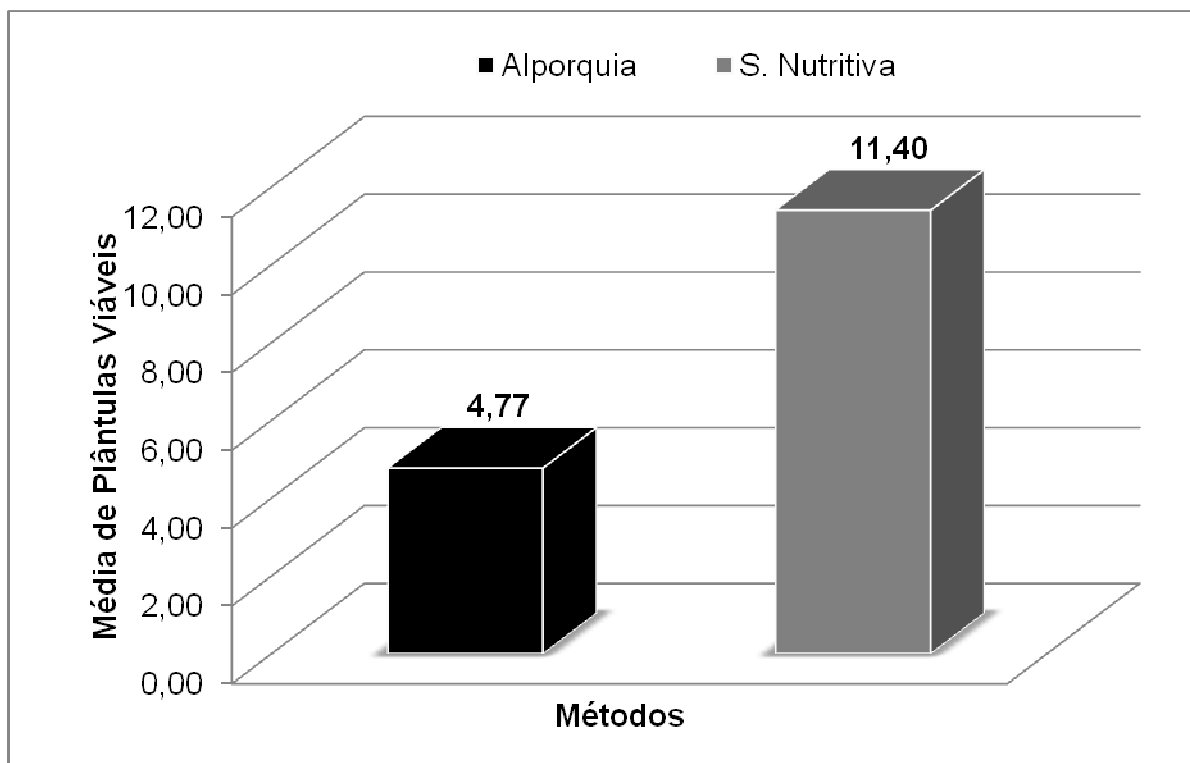


Figura 9: Média de número de plântulas viáveis por 2,5 gramas de cariópses dos métodos (alporquia e solução nutritiva). Dados transformados em \sqrt{x} .

Com base nos dados originais, a média de plântulas viáveis da solução nutritiva é quase seis vezes a média da alporquia.

Ressalta-se, no entanto, que o resultado inferior da alporquia também pode ser atribuído a vários fatores, tais como a técnica utilizada no experimento (solo em garrafa pet), a época da realização dos alporques, os parentais utilizados, entre outros. Apesar da alporquia ter sido desenvolvida pelo *Sugarcane Breeding Institute*, da Índia, não é mais utilizada nesse programa de melhoramento genético, devido aos resultados superiores encontrados com o uso da solução nutritiva (SBI, 2010). Em Maurícius, a alporquia era utilizada apenas para algumas variedades macho-estéreis, limitadas pelas baixas temperaturas (STEVENSON, 1965). Nas atividades

de hibridação da cana na Serra do Ouro, utiliza-se a alporquia apenas para genitores sensíveis aos ácidos da solução nutritiva (BARRETO, 2002).

Para o fator cruzamentos os resultados apontaram que as cariopses de RB961003 x Co62175 produzem muito mais plântulas viáveis dentre os estudados. No fator reciprocidade, observa-se que RB961003 e NA56-79 produzem mais plântulas quando foram receptoras de pólen.

Na interação métodos x cruzamentos foi comprovado que há diferença entre os métodos com a mudança do cruzamento. O efeito da solução nutritiva nos parentais Co62175 x RB961003 foi bem maior do que nos parentais NA56-79 x RB72454.

A interação dos fatores métodos x reciprocidade, indica ocorrência significativa do aumento no número de plântulas viáveis produzidas pelos dois métodos, quando o genitor passa de receptor para fornecedor de pólen, sendo maior o efeito quando utilizado a solução nutritiva.

5. CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos nas condições de hibridação da cana-de-açúcar na Estação de Floração e Cruzamentos Serra do Ouro, conclui-se que o método da solução nutritiva produz mais cariopses por panícula e maior número de plântulas viáveis.

6. BIBLIOGRAFIA

ARTSCHWAGER, E.; BRANDES, E. W. **Sugarcane (Saccharum officinarum L.). Origin, classification, characteristics and description of representative clones.** Us Department of Agriculture Handbook N° 122. (1958).

BACCHI, O. O. S. **Ecofisiologia da cana-de-açúcar.** Instituto do Açúcar e do Alcool – Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-açúcar – PLANALSUCAR, Piracicaba – SP, 1985. 20p.

BARBOSA, G. V. S.; SILVA, P. P.; SANTOS, J. M.; CRUZ, M. M.; SOUZA, A. J. R.; RIBEIRO, C. A. G.; FERREIRA, J. L. C.; SAMPAIO FILHO, F.; SANTOS, T. W. T.; NASCIMENTO, B. F. C.; SILVA, W. T.; ALMEIDA, B. F. A. Desempenho agroindustrial e censo de variedades de cana-de-açúcar cultivadas no Estado de Alagoas, 2008. Anais, **9º Congresso Nacional da STAB**, Maceió – AL, 2008. p.464.

BARBOSA, G. V. S.; SOUZA, A. J. R.; ROCHA, A. M. C.; SANTOS, V. P. S.; RIBEIRO, C. A. G.; BARRETO, E. J. S.; FILHO, G. M.; SOUZA, J. L.; FERREIRA, J. L. C.; SOARES, L.; CRUZ, M. M.; FERREIRA, P. V.; SILVA, W. C. M.; **Três novas variedades RB de cana-de-açúcar.** Boletim Técnico. Rio Largo, AL, n.2, Agosto, 2003.

BARRETO, E. J. S. **Estação de floração e cruzamento Serra do Ouro – EFCSO: características do banco de germoplasma, comportamento do florescimento e técnicas de hibridação em cana-de-açúcar.** Rio Largo, AL: CECA/UFAL, 2002. 32p. (Trabalho de Conclusão de Curso).

BRETT, P. G. C. **Flowering and pollen fertility in relation to sugarcane breeding in Natal.** Cong. Proc. Int. Soc. Sug. Cane Technol. Amsterdam: Elsevier, p. 795 – 812, 1967.

CESNIK, R. Melhoramento da cana-de-açúcar: marco sucro-alcooleiro no Brasil. <http://www.comciencia.br/comciencia/?section=8&edicao=23&id=256> Acessado em: Outubro de 2010.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar safra 2010/2011, primeiro levantamento, Abril/2010.** Brasília, 2010. p.17.

CORTE – BRILHO, F. F.; GIRARD, G. C. L.; CALHEIROS, G. G. **Treinamento de especialização sobre a cultura da cana-de-açúcar para agrônomos; Melhoramento.** IAA/PMGCA – Coordenadoria Regional Nordeste, Maceió – AL, 1981, 30p.

DAROS, E.; OLIVEIRA, R. A.; ZAMBON, J. L. C.; FILHO, J. C. B. **Catálogo nacional de variedades “RB” de cana-de-açúcar.** Curitiba, 2010. 136 p. il.

HEINZ, D. J.; TEW, T. L. Hybridization procedures. In: HEINZ, D. J. (ed.). **Sugarcane improvement through breeding.** Amsterdam: Elsevier, 1987. P. 313 – 342.

JALANDO-ON, R. R. e BARREDO, A. T. **Sugarcane Breeding and selection in victorias milling CO., Inc.** Philippine Sugar Commission Quarterley, Quenzon City, p. 3-11, 1982.

MACHADO Jr. G. R. & BRAGA Jr. R. L. C. Evolução da área de plantio de variedades entre os produtores cooperados à Copersucar. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB. 5. **Anais...** Águas de Pedro – SP: STAB, 1993. p. 122 – 124.

MANGELSDORF, A. J. **Um programa de melhoramento da cana-de-açúcar para a agroindústria canavieira do Brasil,** 1966. 63p. (Relatório Mimeografado).

MANGELSDORF, A. J. **A melhoria da cana-de-açúcar no Havaí.** Estação experimental de cana-de-açúcar. Serie genética. Publicação N^o4. Maceió - AL, 1970. 42p.

MATSUOKA, S.; GARCIA, A. A. F.; ARIZONO, G. G. **Hibridação em Cana-de-açúcar**. In: **BORÉM, A (Org). Hibridação Artificial em Plantas**. Viçosa – MG: Ed. UFV, 1999. p. 221 – 254.

MOORE, P. H.; NUSS, K. J. **Flowering and flower synchronization**. In: HEINZ, D. J. (ed.). *Sugarcane improvement through breeding*. Elsevier, Amsterdam, 1987. P. 273 – 311.

NUSS, K. J. Recent experiments in the cane breeding glasshouse at the experiment station. South African Sugar Association Experiment Station, Mount Edgecornbe. **Proceedings of the South African Sugar Technologists' Association**. June 1977. p. 27-29.

PARANHOS, S. B. **Cana-de-açúcar (Cultivo e Utilização)**. Fundação Cargil, vol. 1, Campinas - SP, 1987. 431p.

PHILSURIN Update (Official PHILSURIN Newsletter). **Sugarcane research facilities and breeding programs of the Philippines, Indonesia, Bangladesh, Thailand and Malaysia**. 2001. 6p.

ROCHA, A. M. C.; SANTOS, J. M.; BARBOSA, G. V. S.; CRUZ, M. M.; SOUZA, A. J. R.; RIBEIRO, C. A. G.; FERREIRA, J. L. C.; SILVA, P. P.; SANTOS, T. W. T.; NASCIMENTO, B. F. C. Quatro décadas de contribuição da Serra do Ouro para a agroindústria da cana-de-açúcar do Brasil, 2008. Anais, **9º Congresso Nacional da STAB**, Maceió – AL, 2008. p. 532.

SAMPAIO, E. V. et al. Capacidade de suprimento de nitrogênio e resposta à fertilização de vinte solos de Pernambuco. Campinas, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.19 p.269-279, (1995).

SUGARCANE BREEDING INSTITUTE (SBI). <http://sugarcane-breeding.tn.nic.in/hybridisation.htm>. Acessado em: Outubro de 2010.

STEVENSON, G. C. **Genetics and breeding of sugarcane**. Longmans, London, 1965. 284p.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR (UNICA). Etanol e bioeletricidade: A cana-de-açúcar no futuro da matriz energética. <http://www.unica.com.br/downloads/estudosmatrizenergetica>. Acessado em: Março de 2010.