



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE MESTRADO**

**CARACTERIZAÇÃO SILVICULTURAL, IDENTIFICAÇÃO DE GENES
Rht E ALUMÍNIO TÓXICO EM JENIPAPEIROS DE QUATRO
PROCEDÊNCIAS DO RECÔNCAVO BAIANO**

CÁSSIA DA SILVA SOUSA

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA
ABRIL - 2009**

**CARACTERIZAÇÃO SILVICULTURAL, IDENTIFICAÇÃO DE GENES
Rht E ALUMÍNIO TÓXICO EM JENIPAPEIROS DE QUATRO
PROCEDÊNCIAS DO RECÔNCAVO BAIANO**

CÁSSIA DA SILVA SOUSA

Engenheira Agrônoma
Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia, 2006

Dissertação submetida à Câmara de Ensino de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Ciências Agrárias, Área de Concentração: Fitotecnia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Simone Alves Silva

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CRUZ DAS ALMAS - BAHIA – 2009

FICHA CATALOGRÁFICA

S725 Sousa, Cássia da Silva.

Caracterização silvicultural, identificação de genes Rht e alumínio tóxico em jenipapeiros de quatro procedências do Recôncavo Baiano Cássia da Silva Sousa. .- Cruz das Almas,, BA, 2009.

63f. : il.

Orientador: Simone Alves Silva.

Dissertação (Mestrado) – . Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

1. Jenipapo 2. Melhoramento genético – jenipapo. 3. Jenipapo – Variabilidade. I. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II. Título.

CDD 634.6

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Simone Alves Silva
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB
(Orientadora)

Dr. Carlos Alberto da Silva Ledo
EMBRAPA Mandioca e Fruticultura Tropical

Prof^a. Dra. Maria Angélica Pereira de Carvalho Costa
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB

Dissertação homologada pelo Colegiado de Curso de Mestrado em Ciências Agrárias
em

Conferindo o Grau de Mestre em Ciências Agrárias em.

OFEREÇO

A minha mãe Eliana Correia da Silva Souza, pelo exemplo de vida, amor, dedicação e apoio em todos os momentos da minha vida.

A meu pai Edmilson Colavolpe Souza, pelos valorosos e inesquecíveis ensinamentos e por sempre acreditar no meu potencial.

As minhas irmãs Carla e Evelin.

DEDICO

A minha avó, tias, primas e madrinha pelo carinho, amizade e pela essencial presença na minha vida.

A meu esposo Jens Linge, pelo amor, companheirismo e dedicação.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, pelo dom da vida, pelos sucessivos milagres diários e pela constante presença na minha vida;

A Nossa Senhora Aparecida pela preciosa intercessão junto a Jesus;

À minha amada Eliana, sinônimo de perfeição, amor incondicional, por abdicar dos seus sonhos em prol dos meus, enfim, pela honra e oportunidade de ser filha da melhor mãe do mundo;

A meu pai Edmilson, que apesar de não estar mais presente fisicamente, sempre que possível, me presenteia com sua presença e um saudoso abraço nos meus sonhos;

A minha irmã Carla, pelo incentivo, entusiasmo diante de meus objetivos, pela inexplicável força do sentimento que nutrimos uma pela outra, em síntese, por me fazer acreditar que somos uma única alma habitando em dois corpos;

A minha irmãzinha Evelin, por ser a minha eterna criancinha e transbordar o meu coração de alegria e de afeto;

A minha vovozinha Nina, por ser um presente divino e por ser dona do melhor abraço que possa existir;

As minhas tias, tios e meu padrasto que sempre contribuíram e me apoiaram nas diferentes etapas da minha vida;

As minhas primas queridas, e por que não dizer minhas irmãzinhas, que foram imprescindíveis nesta e em todas as conquistas da minha vida;

Aos meus avôs Euclides e Caetano, avó Aurelina, tia Arlinda e primos Jorge Euclides e César, que fizeram parte da minha história e onde quer que estejam os lembrarei com muito carinho e amor sempre.

A meu esposo Jens Linge, pela paciência, compreensão, amor, carinho, companheirismo e principalmente por transformar a nossa história em um conto de fadas;

A minha eterna e melhor amiga Tanilda Magalhães, pelos nossos 20 anos de amizade e por sempre acreditar e participar ativamente das minhas vitórias;

Aos meus amigos Alex, Diego, Olívia, Vânia, Adriana e Marlon que me ensinaram que sentimentos verdadeiros de amizade são reconhecidos e não conquistados;

A minha amiga e orientadora professora Dr^a Simone Alves Silva, pelos seis anos de valiosos ensinamentos, acreditar na minha força em momentos decisivos e pela presença nos momentos mais importantes da minha vida;

Aos co-orientadores, Ricardo Franco Cunha Moreira e Deoclides Ricardo de Souza pela contribuição e amizade na condução deste trabalho;

Aos queridos colegas e amigos do Núcleo de Melhoramento genético e Biotecnologia (NBIO) em especial a Magno e Luciel pelo auxílio na condução dos experimentos.

A Luiz Marcos e Jose Valdizio, pelo empenho e comprometimento com minhas coletas de jenipapos;

A Carlos Alberto da Silva Ledo, por diversas vezes orientar e auxiliar nas análises estatísticas das pesquisas;

Ao Programa de Pós Graduação em Ciências Agrárias pela oportunidade concedida;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão da bolsa de estudos.

Aos professores e amigos Soraya Jaeger e Vital Paz;

A todos os professores da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, pelos ensinamentos que muito contribuíram na minha formação profissional e que serão sempre lembrados na minha caminhada pela área da ciência.

A todos os funcionários da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia;

Aos companheiros de mestrado Fabíola, Dreid, Ádila, Juliana, Orlando, Humberto, Dario, Denis, Cícera, Ubiratan, Leandro, Jéferson, Darcilucia e Nailson pela convivência, amizade e momentos inesquecíveis.

As minhas plantinhas de jenipapeiro, por permitirem que o projeto hoje seja resultado;

A todas as pessoas que contribuíram de forma direta ou indireta para concretização deste sonho, os meus sinceros agradecimentos;

**“No início faça o
imprescindível; depois o
possível, e de repente estará
fazendo o impossível”**

São Francisco de Assis

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	
ABSTRACT	
INTRODUÇÃO	01
 Capítulo 1	
 DISSIMILARIDADE GENÉTICA DE JENIPEIROS PROCEDENTES DE QUATRO REGIÕES DO RECÔNCAVO BAIANO.....	19
 Capítulo 2	
 IDENTIFICAÇÃO DO GENE Rht E TOLERÂNCIA AO ALUMÍNIO TÓXICO EM JENIPEIROS NATIVOS DO RECÔNCAVO BAIANO.....	44
 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	63

CARACTERIZAÇÃO SILVICULTURAL, IDENTIFICAÇÃO DE GENES Rht E ALUMÍNIO TÓXICO EM JENIPEIROS DE QUATRO PROCEDÊNCIAS DO RECÔNCAVO BAIANO

Autora: Cássia da Silva Sousa

Orientadora: Profa. Dra. Simone Alves Silva

RESUMO: O trabalho teve como objetivo identificar a dissimilaridade genética a partir de caracteres silviculturais de jenipapeiros procedentes de Cruz das Almas, Sapeaçu, Governador Mangabeira e Cabaceiras do Paraguaçu, assim como avaliar o comportamento desta espécie mediante doses de alumínio tóxicos e identificar a presença do gene Rht através da insensibilidade ao AG_3 . Os caracteres silviculturais avaliados foram: diâmetro a 1,30m de altura do solo (*dap*); altura total (Ht); altura do fuste (Hf); área basal (AB); qualidade do fuste (QF); iluminação de copa (IC) e qualidade de copa (QC). Os jenipapeiros foram submetidos às doses 0, 30, 60 e 90 $mg L^{-1}$ de Al^{+3} em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições, sendo determinados os caracteres: comprimento da raiz (CR); recrescimento da raiz primária (RRP); comprimento da parte aérea (CPA) e comprimento da raiz secundária (CRS). Para detectar a presença do gene Rht foram utilizadas as doses 0 e 100 $mg L^{-1}$ de AG_3 e aferidos os caracteres referentes ao comprimento da parte aérea (CPA) e comprimento da raiz (CR). Na análise de dissimilaridade, o agrupamento utilizando o algoritmo de Gower promoveu a formação de dois grupos distintos. Houve diferença significativa para as doses de alumínio testadas. Os jenipapeiros nativos, avaliados expressaram sensibilidade ao AG_3 na dose 100, demonstrando ausência de genes Rht, responsáveis pela identificação de genótipos de baixa estatura.

Palavras-chave: variabilidade, tolerância ao alumínio, estatura.

SILVICULTURAL CHARACTERIZATION, IDENTIFICATION OF Rht GENES AND TOXIC ALUMINIUM IN GENIP TREES OF FOUR PROVENANCES FROM RECÔNCAVO BAIANO

Author: Cássia da Silva Sousa

Adviser: Prof. Dr. Simone Alves Silva

ABSTRACT: The study aimed at identifying genetic dissimilarity from silvicultural characteristics of Genip trees from Cruz das Almas, Sapeaçu, Governador Mangabeira and Cabaceiras do Paraguaçu as well as evaluating the behaviour of this species under toxic levels of aluminium and identifying the presence of the gene Rht by means of AG_3 insensitivity. The studied silvicultural characteristics were: diameter at 1.30 m breast height (*dap*), total height (Ht), stem height (Hf), basal area (AB), stem quality (QF), lighting of the crown (IC), and crown quality (QC). The Genip trees were submitted to doses of 0, 30, 60 and 90 mg l⁻¹ Al⁺³ in a completely randomized design with three replications, determining the characteristics: root length (CR), new growth of the primary root (RRP), shoot length (CPA), and length of secondary roots (CRS). To detect the presence of the gene Rht, doses of 0 and 100 mg l⁻¹ AG_3 were used and the characteristics referring to the shoot length (CPA) and root length (CR) were measured. In the analysis of dissimilarity, the clustering with the Gower algorithm showed two separate groups. There was a significant difference according to the tested aluminium doses. The evaluated native Genip trees exhibited sensitivity to AG_3 at the dose 100 mg l⁻¹, showing absence of Rht genes, responsible for the identification of genotypes of short stature.

Keywords: variability, aluminium tolerance, stature.

INTRODUÇÃO

No Nordeste brasileiro, o consumo de frutas nativas como Jenipapo (*Genipa americana* L.), Siriguela (*Spondias purpurea* L), Sapoti (*Achras zapota*), Tamarindo (*Tamarindus indica* L.) e Jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.), pouco conhecidas em outras regiões do país, é bastante comum. Os frutos são coletados de forma extrativista e são encontrados facilmente em feiras livres e mercados em todo o nordeste, sendo muito apreciados no consumo *in natura*, em licores, doces e frutas cristalizadas, especialmente no Recôncavo Baiano. São frutos de considerável importância econômica e social, principalmente para famílias de baixa renda (Coimbra et al., 2006).

A exploração de forma extrativista, destas espécies, ocorre em razão da falta de conhecimento de quem as utiliza, devido à carência de informações sobre os recursos genéticos e da importância da conservação de germoplasma. O uso indevido tem como principal consequência à redução da biodiversidade provocada pelo desmatamento de áreas com vegetação nativa (Carvalho et al., 2002).

Dentre as espécies arbóreas e frutíferas destaca-se, como potencial a *Genipa americana* L. conhecida como jenipapo. É uma espécie secundária tardia, com características de clímax, de crescimento moderado que ocorre em todo país (Carvalho, 1994). É uma árvore frutífera, pertencente à família Rubiaceae que habita todo o continente sul-americano.

No Brasil, sua distribuição ocorre nas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e no Sudeste, sendo muito comum encontrá-la no Estado da Bahia, principalmente na região do Recôncavo Baiano (Sousa et al., 2007). No sul da Bahia, a ocorrência de jenipapeiros ocorre em propriedades rurais, associados ao cultivo do cacaueteiro, em pastagens ou em pomares caseiros, porém, há poucos estudos referente a qualidade dos diferentes tipos de frutos e do seu rendimento para uso em produtos industrializados (Souza, 2007).

O Nordeste é o principal produtor com aproximadamente 180 ha⁻¹ de área cultivada, representando 84,33% da área total de 213,5 ha cultivados no Brasil. Sergipe e Bahia são responsáveis por 55,60% e 21,6% da produção, respectivamente, de um total de 2779 mil frutos colhidos em 1996 (IBGE, 2009).

Informações sobre as variedades de jenipapeiros são incipientes, sendo comum descrevê-las como: jenipapeiro-pequeno, médio e grande, jenipapeiro com caroço, jenipapeiro sem caroço, jenipapeiro sempreflorens (produz frutos o ano todo), jenipapeiro macho e jenipapeiro fêmea (Xavier & Xavier, 1976; Epstein, 2001).

Aspectos Botânicos

O jenipapo é uma árvore caducifólia, alta, de copa grande e arredondada, de até 20 m de altura, tronco geralmente reto, casca pouco espessa, lisa, de cor verde acizentada, com diâmetro de 20 a 40 cm, ramificação abundante e verticilada (Souza, 1996; Martins et al., 2002).

As folhas são curto-pecioladas, opostas, luzidias e as flores são hermafroditas, brancas no princípio e depois se tornam amareladas. Os frutos são do tipo baga subglobosa, de 8 a 10 cm de comprimento e 6 a 7 cm de diâmetro, casca mole, parda ou pardacento-amarelada, membranosa, fina e enrugada (Donadio et al., 1998).

O fruto é uma baga comestível, de forma, tamanho, cor e peso variáveis. Compõe-se de um invólucro carnoso, de diversas sementes chatas e polidas, recobertas por uma camada polposa adocicada, com casca mole, pardacenta, aromática (Santos, 2001).

Em trabalhos recentes, foram isolados da polpa do fruto cerca de 50 compostos voláteis, sendo 27 destes compostos importantes para o sabor ácido e as notas frutais que caracterizam o aroma especial do jenipapo (Alves, 2009).

A madeira do jenipapo é dura, amarela ou branca e ao contato com a água adquire uma coloração roxa, além de ser bastante compacta e de fácil manipulação (Prudente, 2002).

Importância econômica e utilização

A espécie consiste em uma boa opção para os pequenos agricultores, tanto pela madeira como pelos frutos de valor comercial. Também é utilizada na arborização urbana e na medicina popular (Costa et al., 2005). Na produção de cosméticos, tinturas, carvão e para fins madeireiros, ornamentais e alimentícios (Salomão & Padilha, 2006).

Na cultura popular o jenipapo tem indicações medicinais e, em alguns lugares, é considerado afrodisíaco. Sua polpa é usada contra icterícia, afecções do estômago, baço e fígado. Existem relatos de que a goma extraída do tronco desta frutífera tem efeito antidiarréico e propriedades antigonorréicas. O chá de suas raízes é utilizado como purgativo; as sementes esmagadas como vomitório; o chá das folhas como antidiarréico; o fruto verde ralado é utilizado contra asma; as brotações são desobstruinte; e o suco do fruto maduro é tônico para estômago e diurético (Sandri, 1998; Epstein, 2001). O chá da casca apresenta efeito diurético e é usado no processo de emagrecimento (Neto, 2006).

Nas folhas é possível encontrar o ácido geniposídico e outros princípios ativos que estão sendo avaliados em virtude da possibilidade de inibir *in vitro* tumores provocados por alguns tipos de vírus (Ueda et al., 1991).

O fruto se destaca por possuir sabor agradável, ser pouco perecível, rico em sais minerais, vitaminas, utilizado na fabricação de refrescos, licores, doces e sorvetes, todos com grande aceitação, principalmente no mercado nordestino (Prudente, 2002).

Segundo Oliveira et al., (2006) o jenipapo pode ser considerado como uma importante fonte de cálcio na dieta humana apresentando cerca de 680 mg 100g⁻¹. Em relação a vitamina C, os teores em frutos, tendem a aumentar com o avanço do amadurecimento, alcançando o pico alguns dias ou semanas antes do completo amadurecimento, permanecendo constante, e decrescendo na senescência (Lorient & Linden, 1996).

Do fruto verde pode se extrair a genipina, substância corante com a consistência do nanquim que os índios utilizam para pintar o corpo (Jenipapo, 2009).

De acordo com Gomes (1982), a madeira de cor amarelo-castanho ou branco-marfim, é fácil de ser trabalhada, sendo utilizada na fabricação de tábuas, compensados, laminados, na construção de barcos e também de gabinetes de trabalho (Lorenzi, 2002).

Outra forma de utilização é em programas de reflorestamento de áreas de preservação permanente e reservas legais pelos agricultores (Valeri et al., 2003). Segundo Melo et al. (2004) utilizar espécies nativas na restauração de áreas degradadas é uma prática relativamente recente e tem sido motivo de muitos estudos relacionados primordialmente à seleção de espécies aptas a revegetar com sucesso este tipo de ambiente.

Silva &Correa (2008) relatam que o jenipapeiro começou a ser utilizado em projetos de revegetação de áreas mineradas no Distrito Federal há menos de uma década e tem demonstrado um excelente desempenho.

Segundo Yared et al.(1978) na comparação de 16 espécies florestais nativas e exóticas, o jenipapo apresentou 84% de taxa de sobrevivência das mudas implantadas no campo, entretanto, aos 32 meses após o plantio, a altura média das árvores era de 2,98 m e o diâmetro médio do caule era de 3,58 cm, valores considerados baixo.

Silva & Correa (2008) avaliaram a sobrevivência e o crescimento de seis espécies arbóreas de Cerrado, em uma área minerada no Distrito Federal, e detectaram em jenipapeiro um percentual de sobrevivência superior a 90%. Ainda no Distrito Federal, Sampaio & Pinto (2007), observaram o desempenho de 17 espécies nativas utilizadas em um plantio de restauração, e obtiveram a taxa de 100% de sobrevivência no jenipapeiro.

De acordo com Mendes et al. (1983), o jenipapo apresenta possibilidades para reflorestamento comercial, apresentando um incremento do volume cilíndrico médio anual de 19,8 m³/ha/ano e uma produção total de 177,9 m³/ ha, possuindo madeira fácil de trabalhar, indicada para marcenaria.

Melhoramento do jenipapeiro

Na literatura, poucos são os trabalhos encontrados envolvendo o melhoramento do jenipapeiro. A escassez de informações da espécie associada à exploração extrativista torna a espécie bastante vulnerável, com risco de perdas de genótipos com características superiores, para aproveitamento econômico e também acarreta em uma possível redução de sua diversidade (Souza, 2007).

Uma alternativa promissora para a condução de programas de melhoramento é a execução das atividades com o pré-melhoramento. A atuação conjunta com pesquisadores especialistas em pré-melhoramento possibilita a supressão de etapas, pela utilização de material já caracterizado e trabalhado na mesma direção dos propósitos do programa de melhoramento genético (Tombolato et al., 2004).

Neste intuito a condução de pesquisas envolvendo atividades como caracterizações morfo-agronômicas e moleculares, assim como informações sobre o comportamento da espécie no seu habitat natural torna-se de extrema relevância uma vez que, a partir destes resultados, é possível avaliar a existência de variabilidade genética na espécie, e indicar indivíduos para exploração imediata ou para futuros trabalhos de melhoramento. Partindo deste princípio, no ano de 2003, o Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia (NBIO) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, iniciou pesquisas com jenipapeiros visando identificar diferentes constituições genéticas provenientes do estado da Bahia e selecionar matrizes superiores através da variabilidade genética obtida pela caracterização agronômica e por meio de marcadores moleculares do tipo RAPD. Desta forma, as conclusões desses trabalhos foram descritas por Hansen (2006) identificando matrizes promissoras e presença de variabilidade genética com potencial de seleção e possibilidade de adquirir plantas uniformes e com características morfo-agronômicas desejáveis.

O estudo morfológico e da dendrometria no jenipapeiro é extremamente atraente principalmente pela espécie ser utilizada na recuperação de áreas degradadas, florestamento e exploração da madeira para fins industriais. Segundo Tonini et al. (2005), espécies nativas como o jenipapeiro, deixam de ser estudadas

por não conseguirem despertar interesse equivalente, na maioria das vezes, pela inexistência de informações relativas a sua ecologia, silvicultura e biometria.

Outro aspecto relevante a ser estudado pelos melhoristas seria em relação à tolerância de jenipapeiros a níveis tóxicos de alumínio no solo, que é um fator limitante para a maioria das culturas e um grande problema dos solos brasileiros. Para Wadsworth (2000) o cultivo de espécies florestais como o jenipapeiro, exige menos nutrientes e tolera maior acidez e toxicidade ao alumínio do que a maioria dos cultivos agrícolas.

A estatura de plantas também é um parâmetro importante a ser avaliado na condução de um programa de melhoramento do jenipapeiro. Com o objetivo de aumentar as áreas cultivadas com a espécie, os melhoristas podem desenvolver variedades de porte baixo e alto, para atender diferentes mercados. O porte baixo possibilita atender o mercado de frutos e as variedades de porte elevado com o objetivo de exploração de madeira, recuperação de áreas degradadas ou reflorestamento. Estas variedades poderão tornar possível a utilização comercial de muitas áreas tidas como periféricas. Tal estudo pode ser feito a partir da identificação do gene *Rht* que possui ação pleiotrópica de insensibilidade ao ácido giberélico e que pode ser detectado em laboratório em experimentos com cultivo hidropônico.

Dissimilaridade Genética

A dissimilaridade genética é de grande importância para o melhoramento, pois, adequadamente explorada, pode acelerar o progresso genético para determinados caracteres (Cui et al., 2001).

Quanto menos similares forem os genitores, maior a variabilidade resultante na população segregante, e maior a probabilidade de reagrupar os alelos em novas combinações favoráveis.

Diferentes técnicas de análise multivariada têm sido usadas para estimar a dissimilaridade genética (Benin et al., 2003). Dentre as técnicas multivariadas disponíveis para a análise da divergência genética tem-se: a análise por componentes principais, quando os dados são obtidos de experimentos sem

repetições; a análise por variáveis canônicas, quando os dados são obtidos de experimentos com repetições e os métodos de agrupamento, cuja aplicação depende da utilização de uma medida de dissimilaridade previamente estimada (Oliveira et al., 2003).

Análises de componentes principais são instrumentos úteis na identificação de descritores com maior conteúdo informativo para caracterização de germoplasma e melhoramento genético, além de fornecer indicação para eliminar os caracteres que pouco contribuem para a variação total disponível (Cruz et al., 2004). No descarte de caracteres redundantes, pela análise de componentes principais, tem sido adotado mais de um procedimento (Strapasson et al., 2000; Alves et al., 2003) e sua eficiência tem sido verificada pela comparação dos agrupamentos formados com todos os descritores, além dos selecionados pelo método de otimização de Tocher (Araújo et al., 2002).

Santos et al. (2007) ressalta que a estimativa da dissimilaridade genética no jenipapeiro poderá ser de extrema importância na identificação de genitores, destinados aos cruzamentos e na identificação de genitores com máxima similaridade para propagação vegetativa, resultando em populações com desenvolvimento vegetativo uniforme e sem que a base genética seja restrita a uma única fonte.

Toxidez do alumínio e Insensibilidade ao AG_3

A toxidez do alumínio é um fator limitante para a obtenção de maiores rendimentos nas culturas. No Brasil, mais de 50% dos solos apresentam problemas devido à presença de alumínio em níveis tóxicos. Desta forma, podem ocorrer perdas significativas no rendimento final das mais diversas culturas (Oliveira, 2002).

O alumínio em níveis tóxicos limita o crescimento das plantas, além de não ser, às vezes, economicamente viável corrigir com as práticas convencionais da calagem, que apresenta o inconveniente de ser efetuada apenas nas camadas superficiais do solo e na medida em que a raiz das plantas penetrarem nas camadas mais profundas, o teor do elemento novamente torna-se elevado, acarretando

dificuldades no desenvolvimento com reflexos diretos no rendimento (Foy, 1988; Miyasaka et al. 1991; Finatto et al., 2007).

A presença do alumínio, em concentrações excessivas na solução do solo, tem como principal conseqüência alterações morfológicas, fisiológicas e bioquímicas nas plantas de muitas espécies, cujos efeitos variam de forma drástica entre genótipos diferentes. Desta forma, diversas pesquisas estão sendo conduzidas, buscando melhorar a adaptabilidade de genótipos a áreas consideradas marginais, permitindo o desenvolvimento de cultivares tolerantes ao alumínio tóxico (Al^{3+}), possibilitando um melhor aproveitamento dos avanços tecnológicos e potencial genético das espécies (Silva, 2003).

Segundo Oliveira (2002) as espécies e cultivares diferem amplamente nos níveis de tolerância ao excesso do elemento no solo. A toxicidade provocada pelo alumínio caracteriza-se pela redução da taxa de alongação radicular após o contato com a solução contendo alumínio (Custodio et al., 2002) e redução no crescimento da parte aérea (Beutler et al., 2001).

A avaliação da tolerância à toxicidade ao Al^{3+} pode ser eficientemente realizada através da hidroponia, utilizando soluções nutritivas em laboratório por meio da medida do recrescimento da raiz após o tratamento com Al^{3+} na solução. Por essa razão, a avaliação do crescimento radicular tem sido amplamente utilizada como indicadora de tolerância ao íon Al, principalmente em experimentos de seleção de genótipos realizados com a utilização desta técnica (Camargo & Oliveira, 1981; Dornelles, 1994; Dornelles et al., 1997; Alves et al., 2004; Silva et al., 2004; Silva et al., 2006a; Silva et al., 2006b).

Da mesma forma, a obtenção de genótipos de baixa estatura tem sido um importante parâmetro a ser estudado nos programas de melhoramento, tendo em vista que, através da manipulação deste caráter, é possível o surgimento de diferentes classes genotípicas, o que favorece a seleção de novas constituições genéticas adaptadas ao cultivo em diferentes ambientes agrícolas (Silva et al., 2005).

A estatura é considerada uma característica controlada por genes conhecidos como Rht, que são chamados genes de nanismo. Existem evidências de que estes genes Rht possuem ação pleiotrópica de insensibilidade ao ácido giberélico, visto

que a recombinação observada entre este caráter e o nanismo é zero (Gale & Gregory, 1977). Esta forte ligação entre estes caracteres permite o reconhecimento de genótipos portadores dos genes Rht, de forma precoce, no estágio de plântula em laboratório, com aplicação exógena de AG₃ (Oliveira, 1989).

O ajuste da arquitetura de espécies como o jenipapo possibilita aos agricultores a utilização da espécie para duplo sentido: através do desenvolvimento de cultivares de porte baixo, providos do gene Rht, visando atender o mercado de frutos, com conseqüente aumento do patamar de potencial genético de rendimento de frutos. Assim como, permitirá identificar genótipos com elevada estatura de plantas, para sua utilização na exploração de madeira, reflorestamento e recuperação de áreas degradadas a partir da seleção inversa, ou seja, da identificação de genótipos sensíveis ao efeito do ácido giberélico e, portanto, desprovidos do gene Rht.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, G. L. **Identificação dos compostos voláteis importantes para o aroma de jenipapo (*Genipa americana* L.) e murici (*Byrsonima crassifolia* L. RICH) por CG-EM e CG-OSME.** Tese de Doutorado. Disponível em: http://www.fea.unicamp.br/alimentarium/ver_documento.php?did=45&pid=1&p=5&order=titulo. Consulta em janeiro de 2009

ALVES, R.M.; GARCIA, A.A.F.; CRUZ, E.D.; FIGUEIRA, A. Seleção de descritores botânico-agronômicos para caracterização de germoplasma de cupuaçuzeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.807-818, 2003.

ALVES, V. M. C; PITTA, G. V. E; PARENTONI, S. N; SCHAFFERT, R. E; COELHO, A. C; MAGALHÃES, J. V. Toxidez por alumínio e hidrogênio no crescimento de raízes de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.3, n.2, p.311-318, 2004.

ARAÚJO, D.G; CARVALHO, S.P.; ALVES, R.M. Divergência genética entre clones de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Willd ex Spreng Schum). **Ciência e Agrotecnologia**, v.26, p.13-21, 2002.

BENIN, G; CARVALHO, F.I.F; OLIVEIRA, A. C; MARCHIORO, V. S; LORENCETTI, C; KUREK, A. J; SILVA, J.A.G; CRUZ, P.J; HARTWIG, I; SCHIMIDT, D.A.M. Comparações entre medidas de dissimilaridade e estatísticas multivariadas como critérios no direcionamento de hibridações em aveia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, p.657-662, 2003.

BEUTLER, A.N.; FERNANDES, L.A.; FAQUIN, V. Efeito do alumínio sobre o crescimento de duas espécies florestais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, p.923-928, 2001.

CAMARGO, O.C.E.; OLIVEIRA, O. F. Tolerância de cultivares de trigo a diferentes níveis de alumínio em solução nutritiva e no solo. **Bragantia**, Campinas, v. 40, p.21 – 23, 1981.

CARVALHO, P. C. L. ; SOARES FILHO, W. S. ; RITZINGER, R. ; CARVALHO, J. A. B. S. . Conservação de Germoplasma de Fruteiras Tropicais Com a participação do Agricultor. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 277-281, 2002.

CARVALHO, P. E. R.. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Florestas, Colombo. 640 p. 1994

COSTA. M. C.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; COELHO, M. F. B. Substratos para produção de mudas de jenipapo (*Genipa Americana* L.) **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia, v.35, n. 1, p. 19-24, 2005.

COIMBRA, J. L.; ALMEIDA, N. S. ; GARRIDO, M. S. ; SOARES, A. C. F. ; SOUSA, C. S. ; SOUZA, D. O. Nematóides fitoparasitos associados a fruteiras nativas e exóticas na região do recôncavo da Bahia, Brasil. **Magistra**, v. 18, p. 48-51, 2006.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2004. 480p.

CUI, Z; CARTER, T. E; BURTON, J. W; WELLS, R. Phenotypic diversity of modern Chinese and North American soybean cultivars. **Crop Science**, Saint Paul, v.41, p.1954-1967, 2001.

CUSTÓDIO, C.C.; BOMFIM, D.C.; SATURNINO, S.M.; MACHADO NETO, N.B. Estresse por alumínio e por acidez em cultivares de soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n.1, p.145-153, 2002.

DONADIO, L. C.; NACHTIGAL, J. C.; SACRAMENTO, C. K. do. **Frutas exóticas**. Jaboticabal: Funep, 1998, 278p.

DORNELLES, A.L.C. **O uso da cultura de tecidos na geração de variabilidade para tolerância à toxicidade do alumínio e sensibilidade ao ácido giberélico em trigo (*Triticum aestivum* L.)**. Porto Alegre, 1994, 102 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Fitotecnia) Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

DORNELLES, A.L.C.; CARVALHO, F.I.F.; FEDERIZZI, L.C. et al. Avaliação simultânea para tolerância ao alumínio e sensibilidade ao ácido giberélico em trigo hexaplóide. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.9, p. 32-35, 1997.

EPSTEIN, L. Cultivo e aproveitamento do jenipapo. **Bahia Agrícola**, v. 4, n. 3, p. 23-24, 2001.

FINATTO, T; SILVA, J. A. G.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C; VALERIO, I. P; REIS, C. E. S; RIBEIRO, G; SILVEIRA, G; FONSECA, D. A. R. Reação de tolerância de genótipos de aveia branca a concentrações de alumínio em solução nutritiva. **Magistra**, Cruz das Almas-BA, v. 19, n. 1, p. 07-15, 2007.

FOY, C.D. Plant adaptation to acid, aluminum – toxic soils. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.19, n.7/12, p.959-987, 1988.

GALE, M.D.; GREGORY, R.S. A rapid method for early generation selection of dwarf genotypes in wheat. **Euphytica**, Wageningen, v.26, p.733-738, 1977.

GOMES, R. P. **Fruticultura brasileira**. 8.ed. São Paulo: Nobel, 1982. 448p.

HANSEN, D. S. **Marcadores Agronômicos e Moleculares na caracterização de jenipapeiros do Recôncavo Baiano**. 2006. 77f. Dissertação de Mestrado

(Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias) Escola de Agronomia, Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Lavouras permanentes**. 1996. Disponível em <www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric>. Acesso em 25 jan. 2009.

JENIPAPO. <www.geocities.com/atine50/frutas/jenipapo>. Acesso em 25 de janeiro de 2009.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda. v. 1, 2002.

LORIENT, D.; LINDEN, G. **Bioquímica agroindustrial**. Zaragoza: Acribia, 1996. 454p.

MARTINS, L; COUTINHO, E. L; PANZANI, C. R; XAVIER, N. J. D. **Fruteiras nativas do Brasil e exóticas**, Campinas, CATI, 1 p. p.112, 2002.

MELO. A. C. G; DURIGAN, G; KAWABATA, M. **Crescimento e sobrevivência de espécies arbóreas plantadas em áreas de cerrado, Assis-SP**. In: Boas, O. V. & Durigan, G. Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no oeste paulista: Resultados da cooperação Brasil/Japão. 2004. ed. São Paulo: Páginas & Letras p. 316- 324.

MENDES,C.J.; TORQUATO,M.C.; MORAES,T.S.A.; SUITER,W.; REZENDE,G.C. Plantios homogêneos com. 8 espécies nativas no Vale do Rio Doce. **Silvicultura**, v.8, n.28, p.350-352, 1983.

MIYASAKA, S.C.; BUTA, J.G.; HOWELL, R.K.; FOY, C.D. Mechanism of aluminum tolerance in snapbeans. Root exudation of citric acid. **Plant Physiology**, Rockville, v.96, p.737-743, 1991.

NETO, G. G. O saber tradicional pantaneiro: as plantas medicinais e a educação ambiental. **Revista eletrônica Mestrado Educação Ambiental**. ISSN 1517-1256, v.17, p. 71-89, 2006.

OLIVEIRA F. J. de; ANUNCIÇÃO FILHO, C. J. da; BASTOS, G. Q.; REIS, O. V. dos. Divergência genética entre cultivares de caupi. **Pesquisa agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 38, n .5, p. 71- 82. maio, 2003.

OLIVEIRA, A. L. ; ALMEIDA, Eduardo; SILVA, F. B. R.; FILHO, V. F. N. Elemental contents in exotic brazilian tropical fruits evaluated by energy dispersive x-ray fluorescence. **Scientia Agricola**. Piracicaba, v.63, n.1, p.82-84, Jan./Feb. 2006.

OLIVEIRA, M.A.R. de. **Genética da insensibilidade ao ácido giberélico em trigo (*Triticum aestivum* L.)**. Porto Alegre: Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1989. 85p. Dissertação de Mestrado.

OLIVEIRA, P.H. de. **Herança genética e mapeamento molecular da tolerância à toxicidade do alumínio em aveia (*Avena sativa* L.)**. Porto Alegre, 2002. 102 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

PRUDENTE, R. M. **Jenipapo (*Genipa americana* L.)**. In: VIEIRA NETO, R. D. Fruteiras potenciais para os tabuleiros costeiros e baixadas litorâneas. Aracaju: Embrapa-CPATC/Emdagro. P. 88- 114, 2002.

SALOMÃO, A. N; PADILHA, L. S. **Avaliação preliminar da germinabilidade e da micoflora associada às sementes de *Genipa americana* em diferentes estágios de maturação.** Circular técnica. Brasília, DF, 9p. 2006.

SAMPAIO, J. C; PINTO, J. R. R. Critérios para Avaliação do Desempenho de espécies nativas lenhosas em plantios de restauração no cerrado. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 270-272, jul. 2007

SANDRI, S. Jenipapo. **Globo Rural**, v.13, n.147, p. 60-63, 1998.

SANTOS, R. O. S. **Caracterização de jenipapeiros (*Genipa americana* L.) em Cruz das Almas – BA.** 2001. 65f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal da Bahia, 2001.

SANTOS, R. O. S; Dantas, A. C. V. L; Fonseca, A. A. O; Silva, S. A; Lordelo, L. S; Santos, K. V. Dispersão da variabilidade fenotípica de jenipapeiros de Cruz das Almas, Bahia. **Magistra**, Cruz das Almas-BA, v. 19, n. 4, p. 337-345, 2007.

SILVA, J.A.G. **Produção de haplóides e obtenção de di haplóides em trigo submetidos à cultura hidropônica para seleção de caracteres de importância agrônômica.** Pelotas: UFPEL. 2003. 90 f. Dissertação (Mestrado em Fitomelhoramento – FAEM/UFPEL) Pelotas, 2003.

SILVA, J. A.G.; CARVALHO, F. I. F; OLIVEIRA, A.C; SILVA, S. A; MARCHIORO, V. S; LORENCETTI, C; BENIN, G; SCHMIDT, D; HARTWIG, I. Trigos di-haplóides com potencial para tolerância a toxicidade ao alumínio e a sensibilidade ao ácido giberélico em cultivo hidropônico. **Revista Brasileira Agrocência**, v. 10, n. 1, p. 37-41, 2004.

SILVA, G. O; BERTAN, I; CARVALHO, F. I. F; OLIVEIRA, A. C; SILVA, J. A. G; BENIN, G; HARTWIG, I; FINATTO, T; VALÉRIO, I. P . Parâmetros de avaliação da

sensibilidade ao ácido giberélico em diferentes genótipos de aveia. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas - RS, v. 11, p. 155-159, 2005.

SILVA, G.O.; CARVALHO, F.I.F.; OLIVEIRA, A.C.; SILVA, A.J.G.; BENIN, G.; VIEIRA, E.A.; BERTAN, I.; HARTWIG, I.; FINATTO, T. Parâmetros de avaliação da tolerância ao alumínio tóxico em diferentes cultivares de aveia (*Avena sativa* L.). **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.12, n.4, p.401-404, 2006a.

SILVA, S.A.; CARVALHO, F.I.F. de; SILVA, J.A.G. da; OLIVEIRA, A.C. de; CRUZ, P.J.; CAETANO, V. da R.; DIAMANTINO, M.S.A.S; PASSOS, A.R.; VIEIRA, E.A.V.; SIMIONI, D. Toxicidade do alumínio e efeito do ácido giberélico em linhas quase isogênicas de trigo com o caráter permanência verde e maturação sincronizada. Santa Maria. **Ciência Rural**, v.36, n.3, p.765-771, 2006b.

SILVA, L. C. R; CORREA, R. S. Sobrevivência e crescimento de seis espécies arbóreas submetidas a quatro tratamentos em área minerada no cerrado. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 731-740, 2008.

SOUSA, C. S; ALVES, S. A; HANSEN, D. S; FONSECA, A. A. O. Correlações entre Caracteres Físicos e Químicos de Jenipapeiros Nativos do Recôncavo Baiano. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, p. 270-272, 2007. Supl. 2,

SOUZA, A. das G. C. de.; et al. **Fruteiras da amazônia**. Brasília: Embrapa-SPI; Manaus: EMBRAPA-CPPA, 1996. 204p.

SOUZA, C. N. **Caracterização física, físico-químicas e químicas de três tipos de jenipapos** (*Genipa americana* L.). 2007. 72f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2007.

STRAPASSON, E.; VENCOVSKY, R.; BATISTA, L.A.R. Seleção de descritores na caracterização de germoplasma de *Paspalum* sp. por meio de componentes principais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.373-381, 2000.

TONINI, H; ARCO-VERDE, M. F; SA, S. P. P. Dendrometria de espécies nativas em plantios homogêneos no estado de Roraima: andiroba (*Carapa guianensis* Aubl), castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.), ipê-roxo (*Tabebuia avellanedae* Lorentz ex Griseb) e jatobá (*Hymenaea courbaril* L.). **Acta Amazônica**. [online]. 2005, v. 35, n. 3, pp. 353-362

TOMBOLATO, A. F. C; VEIGA, R. F. A; BARBOSA, W; COSTA, A A; JÚNIOR, R. B e Pires, E G. Domesticação e pré-melhoramento de plantas: I. Ornamentais. **O Agrônomo**, Campinas, 56(1), p. 1-3, 2004.

UEDA, S; IWAHASHI, Y; TOKUDA, H. Production of anti-tumour-promoting iridoid glucosides in *Genipa americana* and its cell cultures. **Journal of Natural Products**, v. 54, n. 6, p.1677-1680, 1991.

VALERI, S. V.; PUERTA, R.; CRUZ, M. C. P. Efeitos do fósforo do solo no desenvolvimento inicial de *Genipa americana* L. **Scientia Forestalis**, [S.l.], 64: 69-77. 2003.

XAVIER, M.; XAVIER, A. T. T. N. Jenipapo: uma espécie indígena para reflorestar. **Cerrado**, v.8, n. 34, p. 20-23, 1976.

WADSWORTH, F. H. **Producción forestal para América Tropical**. USDA, Washington, USA, 2000, 602 p.

YARED, J.A.G.; CARPANEZZI, A.A.; CARVALHO FILHO,. A.P.C. Ensaio de espécies em várias áreas dia região. Amazônica. **Silvicultura**, v.2, p.438-441, 1978.

CAPÍTULO 1

DISSIMILARIDADE GENÉTICA DE JENIPAPEIROS PROCEDENTES DE QUATRO REGIÕES DO RECÔNCAVO BAIANO¹

¹Artigo ajustado e submetido ao Comitê Editorial do periódico científico *Árvore*.

DISSIMILARIDADE GENÉTICA DE JENIPAPEIROS PROCEDENTES DE QUATRO REGIÕES DO RECÔNCAVO BAIANO

RESUMO: O estudo dos caracteres silviculturais dos genótipos de jenipapeiro é de fundamental importância ambiental, devido essa espécie ser usada em reflorestamentos e recuperação ambiental de ecossistemas degradados. O estudo teve como objetivo avaliar a dissimilaridade genética de caracteres silviculturais de genótipos de jenipapeiro procedentes de quatro municípios do Recôncavo Baiano, através de técnicas multivariadas, denominadas de componentes principais e análise de agrupamento. Os caracteres silviculturais avaliados foram diâmetro a 1,30m de altura do solo (*dap*); altura total (HT); altura do fuste (HF); área basal (AB); qualidade do fuste (QF); iluminação de copa (IC) e qualidade de copa (QC) em 50 genótipos de jenipapeiro, nos municípios de Cruz das Almas, Sapeaçu, Governador Mangabeira e Cabaceiras do Paraguaçu. Os dados foram submetidos às análises descritivas, componentes principais (caracteres quantitativos) e análise de dissimilaridade genética por meio do algoritmo Gower utilizando os programas estatístico R e Statistica. Na análise da dissimilaridade genética das quatro procedências de jenipapeiro com o emprego dos dois primeiros componentes principais, explicaram 99,98% da variação. A análise de agrupamento de utilizando o algoritmo de Gower promoveu a formação de dois grupos distintos, sendo o primeiro constituído por genótipos de jenipapeiro dos municípios de Cruz das Almas, Mangabeira e Sapeaçu e o segundo grupo, por genótipos de jenipapeiro do município de Cabaceiras do Paraguaçu.

Palavras Chaves: *Genipa americana*, agrupamento, componentes principais.

GENETIC DISSIMILARITY OF GENIP TREES FROM FOUR REGIONS OF THE RECÔNCAVO BAIANO

ABSTRACT: The study of silvicultural characteristics of the genotypes of Genip trees is of fundamental importance for the environment because this species is used in reforestation and environmental recovery of degraded ecosystems. The study aimed at evaluating the genetic dissimilarity of silvicultural characteristics of genotypes of Genip trees from four municipalities of Recôncavo Baiano through multivariate techniques, namely principal components and cluster analysis. The studied silvicultural characteristics were diameter at 1.30 m ground height (dap), total height (Ht), stem height (Hf), basal area (AB), stem quality (QF), lighting of the crown (IC), and crown quality (QC) in 50 genotypes of Genip trees in the municipalities of Cruz das Almas, Sapeaçu, Governador Mangabeira and Cabaceiras do Paraguaçu. The data were submitted to descriptive analysis, principal components (quantitative characteristics) and analysis of genetic dissimilarity by means of the Gower algorithm using the statistical program R and Statistica. In the analysis of genetic dissimilarity of the four provenances of Genip trees, the first two principal components explained 99.98% of the variation. Cluster analysis using the algorithm of Gower formed two separate groups, the first consisting of genotypes of Genip trees of the municipalities of Cruz das Almas, Mangabeira and Sapeaçu, the second group consisting of genotypes of the municipality of Cabaceiras do Paraguaçu.

Keywords: *Genipa americana* L., clustering, principal components.

INTRODUÇÃO

O Jenipapeiro (*Genipa americana* L.) é uma planta da família Rubiácea, nativa da América tropical, e que apresenta diversos tipos de utilizações nas mais diversas áreas (Gomes, 1982).

A espécie possui importância ecológica para repovoamento de animais da fauna brasileira. Possui diversas aplicações, sendo utilizada desde a raiz aos frutos e sementes. É empregada na medicina caseira, forrageira, curtimento de couros e alimentação (Epstein, 2001). Por apresentar madeira pesada (densidade $0,68 \text{ g.cm}^{-3}$), flexível, compacta, fácil de trabalhar, de longa durabilidade quando não exposta ao sol e à umidade, recentemente, uma das principais utilizações do jenipapeiro é a recuperação de áreas degradadas, reflorestamento, arborização urbana e na indústria madeireira (Costa et al., 2005).

Apesar de apresentar um grande potencial, a exploração econômica desta espécie ocorre de forma extrativista, em virtude da falta de informações sobre o comportamento silvicultural. Desta forma, é necessário o desenvolvimento de pesquisas no intuito de empregar um manejo correto, sem que haja perda da biodiversidade.

Os agricultores familiares são os detentores do material genético em suas roças e sítios. Portanto, a caracterização de populações, tanto fenotípica quanto genotípica é relevante para se conhecer a estrutura genética e avaliar aquelas características que estejam ligadas ao processo produtivo (Souza, 2007).

O manejo de espécies florestais nativas como o jenipapeiro, visa principalmente à conservação de características importantes, como: a diversidade biológica, a biologia reprodutiva e a estrutura genética, bem como o valor ecológico, econômico e social das espécies e do ecossistema florestal (Souza, 2003).

De acordo com Amaral et al. (1998) um manejo correto depende, dentre vários aspectos, da caracterização da estrutura interna que é caracterizada pela qualidade de fuste e sanidade, infestação de cipós, qualidade de copa, iluminação de copa e danos às árvores. O conhecimento da estrutura interna permite avaliar o

potencial qualitativo e econômico das árvores, bem como propor alternativas de manejo e tratamentos silviculturais que beneficiem a regeneração da vegetação (Souza et al., 2006).

Outro aspecto relevante em espécies pouco estudadas como o jenipapeiro é a condução de atividades de pré-melhoramento que visam detectar a variabilidade genética existente.

A quantificação da dissimilaridade genética é um dos mais importantes parâmetros estimados pelos melhoristas de plantas, principalmente quando o objetivo for obtenção de populações com ampla variabilidade genética (Benin et al., 2003).

A análise de componentes principais (ACP) baseia-se no estudo simultâneo de inúmeras variáveis, as quais são condensadas em poucas variáveis sem a perda de informação (Dias, 1994).

A análise de agrupamento em conjunto com a análise de componentes principais, permite explicar, mediante processo matemático, um conjunto menor de combinações lineares das variáveis originais que preserve a maior parte da informação fornecida por essas variáveis (Martel et al., 2003), além disso, a análise de agrupamento, permite reunir, por algum critério de classificação, os genitores em grupos, de tal forma que exista homogeneidade dentro do grupo e heterogeneidade entre grupos (Cruz, 1990).

A utilização dos métodos de agrupamento requer medidas de similaridade ou dissimilaridade. A escolha de uma ou de outra é feita subjetivamente levando em consideração vários fatores como a natureza das variáveis ou as escalas das medidas (Ferreira, 1993).

Geralmente, a análise simultânea de diferentes tipos de variáveis (qualitativas e quantitativas) não têm sido freqüentemente usada para quantificar dissimilaridade genética, possivelmente, em virtude de poucos softwares de acesso livre para efetuar estas análises (Vieira et al., 2007; Gonçalves et al., 2008). O algoritmo de Gower (1971) permite a análise conjunta de variáveis qualitativas e quantitativas, fornece uma matriz semi-definida positiva e está disponível tanto no programa SAS (Mumm e Dudley, 1995), como em um software

de acesso livre, designado como "R" (R *Development Core Team*, 2006). Tal técnica apresenta como vantagem a geração de informações mais abrangentes da diversidade genética disponível em um banco genético (Gonçalves et al., 2009).

O presente estudo teve como objetivo avaliar a dissimilaridade genética de jenipapeiros procedentes de quatro regiões do Recôncavo Baiano, através das técnicas de componentes principais e análise de agrupamento, com base no algoritmo de Gower.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada nos municípios de Cruz das Almas, Mangabeira, Sapeaçu e Cabaceiras do Paraguaçu (12°23' e 13°24' S e 38°38' e 40°10' W), região do Recôncavo da Bahia, Estado da Bahia, Brasil. O clima é caracterizado de clima tropical. Na região predomina solos do grupo Latossolo e Podzólico e de baixa fertilidade. A pluviosidade é de 1.100 a 2.000 mm de chuvas anuais. A temperatura média acima de 18°C e o relevo basicamente modelado em tabuleiros (Rezende, 2004).

Os genótipos de jenipapeiros em cada município foram georeferenciados e identificados com plaquetas para auxiliar a localização no campo (Tabela 1).

Tabela 1. Genótipos de jenipapeiros georeferenciados e identificados utilizados na análise de dissimilaridade genética, Recôncavo Baiano, 2009.

Genótipos	Coordenadas Geográficas			Procedência
	Latitude	Longitude	Altitude (m)	
JRB ₁	-12 32' 16,77671"	-39 05' 33,51266"	144,563	Cruz das Almas
JRB ₂	-12 32' 15,84824"	-39 05' 34,00630"	146,726	Cruz das Almas
JRB ₃	-12 32' 14,04743"	-39 05' 36,58493"	147,928	Cruz das Almas
JRB ₄	-12 32' 26,81814"	-39 05' 28,81162"	144,082	Cruz das Almas
JRB ₅	-12 32' 30,78608"	-39 05' 31,13076"	141,198	Cruz das Almas
JRB ₆	-12 33' 10,44851"	-39 05' 47,72622"	193,83	Cruz das Almas
JRB ₇	-12 34' 25,06255"	-39 05' 48,71652"	193,349	Cruz das Almas
JRB ₈	-12 34' 15,08719"	-39 06' 11,31923"	195,272	Cruz das Almas
JRB ₉	-12 33' 59,74201"	-39 05' 54,36079"	195,032	Cruz das Almas
JRB ₁₀	-12 35' 10,22366"	-39 06' 00,69573"	204,164	Cruz das Almas
JRB ₁₁	-12 35' 09,58487"	-39 06' 05,45289"	199,117	Cruz das Almas

Continuação...

Tabela 1. Cont.

Genótipos	Coordenadas Geográficas			Procedência
	Latitude	Longitude	Altitude (m)	
JRB ₁₂	-12 35' 11,50608"	-39 05' 48,70476"	200,079	Cruz das Almas
JRB ₁₃	-12 35' 11,26016"	-39 05' 49,17306"	197,675	Cruz das Almas
JRB ₁₄	-12 39' 46,92290"	-39 03' 47,13556"	184,217	Cruz das Almas
JRB ₁₅	-12 39' 45,45521"	-39 03' 48,23297"	181,093	Cruz das Almas
JRB ₁₆	-12 39' 29,48059"	-39 03' 53,85883"	175,806	Cruz das Almas
JRB ₂₀	-12 39' 11,50389"	-39 03' 41,68833"	144,082	Cruz das Almas
JRB ₂₁	-12 39' 13,54851"	-39 03' 44,45464"	158,262	Gov. Mangabeira
JRB ₂₂	-12 39' 15,45130"	-39 03' 44,78263"	157,3	Gov. Mangabeira
JRB ₂₃	-12 39' 37,21670"	-39 03' 41,57397"	188,783	Gov. Mangabeira
JRB ₂₄	-12 40' 08,31896"	-39 03' 55,23475"	207,289	Gov. Mangabeira
JRB ₂₅	-12 40' 51,02840"	-39 03' 31,45166"	180,852	Gov. Mangabeira
JRB ₂₆	-12 40' 50,52962"	-39 03' 31,62516"	179,41	Gov. Mangabeira
JRB ₂₇	-12 40' 05,93699"	-39 03' 51,32969"	202,001	Gov. Mangabeira
JRB ₂₈	-12 38' 49,82750"	-39 05' 10,12278"	165,952	Gov. Mangabeira
JRB ₃₅	-12 37' 53,55347"	-39 02' 50,60268"	176,527	Gov. Mangabeira
JRB ₃₈	-12 37' 55,57244"	-39 02' 50,77799"	187,341	Gov. Mangabeira
JRB ₃₉	-12 37' 55,41523"	-39 02' 50,95572"	185,419	Gov. Mangabeira
JRB ₄₀	-12 37' 38,37273"	-39 02' 54,34662"	170,518	Cab. Do Paraguaçu
JRB ₄₃	-12 37' 58,25737"	-39 01' 50,53258"	201,521	Cab. Do Paraguaçu
JRB ₄₄	-12 36' 15,18373"	-39 03' 00,12031"	214,739	Cab. Do Paraguaçu
JRB ₄₆	-12 37' 28,52652"	-39 03' 02,91228"	183,736	Cab. Do Paraguaçu
JRB ₄₉	-12 37' 26,19072"	-39 03' 04,15815"	193,109	Cab. Do Paraguaçu
JRB ₅₀	-12 37' 25,72423"	-39 03' 05,34699"	198,396	Cab. Do Paraguaçu
JRB ₅₁	-12 37' 24,22456"	-39 03' 06,54729"	201,28	Cab. Do Paraguaçu
JRB ₅₂	-12 37' 22,90383"	-39 03' 07,51134"	201,04	Cab. Do Paraguaçu
JRB ₅₈	-12 45' 00,38411"	-39 13' 12,63561"	240,213	Cruz das Almas
JRB ₅₉	-12 44' 57,31145"	-39 13' 10,78536"	245,501	Cruz das Almas
JRB ₆₀	-12 44' 58,29514"	-39 13' 11,38250"	246,222	Cruz das Almas
JRB ₆₁	-12 45' 00,30113"	-39 13' 02,30448"	252,47	Cruz das Almas
JRB ₆₂	-12 45' 00,32195"	-39 13' 00,01371"	254,152	Cruz das Almas
JRB ₇₈	-12 46' 34,95128"	-39 11' 26,57227"	267,851	Sapeaçu
JRB ₇₉	-12 46' 51,99861"	-39 11' 33,48171"	214,739	Sapeaçu
JRB ₈₀	-12 46' 21,34685"	-39 11' 25,65982"	180,131	Sapeaçu
JRB ₈₁	-12 44' 05,75672"	-39 08' 11,99510"	186,14	Sapeaçu
JRB ₈₂	-12 44' 07,36984"	-39 08' 11,83488"	193,349	Sapeaçu
JRB ₈₃	-12 43' 52,45675"	-39 08' 28,49882"	172,681	Sapeaçu
JRB ₈₄	-12 37' 29,01625"	-39 03' 47,54560"	209,211	Sapeaçu
JRB ₈₅	-12 38' 24,09297"	-39 03' 32,14835"	210,413	Sapeaçu
JRB ₈₆	-12 35' 46,98243"	-39 04' 13,07483"	221,228	Sapeaçu

Os dados dos caracteres silviculturais foram coletados em 50 genótipos de jenipapeiros procedentes de Cruz das Almas, Sapeaçu, Governador Mangabeira e Cabaceiras do Paraguaçu.

Os caracteres silviculturais avaliados foram o diâmetro a 1,30 m de altura do solo (*dap*), altura total (HT), altura do fuste (HF), área basal (AB), qualidade do fuste (QF), iluminação de copa (IC) e qualidade de copa (QC), conforme classificação estabelecida por Amaral et al., (1998).

A estrutura diamétrica foi caracterizada por meio da distribuição dos genótipos de jenipapeiros por classe de diâmetro (*dap*). Para executar essa análise, os genótipos foram agrupadas em classes de *dap*, prefixando intervalo de classe de 5,0 cm.

Os dados foram submetidos a análises multivariadas para determinação de distancia genética entre as populações, por meio de análises de agrupamento ou de cluster e análises de componentes principais.

Uma análise conjunta dos dados qualitativos e quantitativos foi realizada para determinação da distância genética, com base no algoritmo de Gower (1971), expresso por:

$$S_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^p W_{ijk} \cdot S_{ijk}}{\sum_{k=1}^p W_{ijk}}$$

em que K é o número de variáveis ($k = 1, 2, \dots, p$ =número total de características avaliadas); i e j dois indivíduos quaisquer; W_{ijk} é um peso dado a comparação ijk , atribuindo valor 1 para comparações válidas e valor 0 para comparações inválidas (quando o valor da variável está ausente em um ou ambos indivíduos); S_{ijk} é a contribuição da variável k na similaridade entre os indivíduos i e j, ele possui valores entre 0 e 1. Para uma variável nominal, se o valor da variável k é a mesma para ambos os indivíduos, i e j, então $S_{ijk} = 1$, caso contrário, é igual a 0; para uma variável contínua $S_{ijk} = 1 - |x_{ik} - x_{jk}| / R_k$ onde x_{ik} e x_{jk} são os valores da variável k para os indivíduos i e j, respectivamente, e R_k é a amplitude de variação da

variável k na amostra. A divisão por R_k elimina as diferenças entre escalas das variáveis, produzindo um valor dentro do intervalo $[0, 1]$ e pesos iguais.



Figura 1: Aferição dos caracteres (A): altura total da planta; (B): diâmetro a 1,30 m de altura do solo (*dap*); (C): identificação das plantas no campo e (D): observação de presença de oco no fuste.

Os agrupamentos hierárquicos foram obtidos pelos métodos de UPGMA (*Unweighted Pair-Group Method Using an Arithmetic Average*). A validação dos agrupamentos foi determinada pelo coeficiente de correlação cofenético (CCC) (Sokal e Rohlf, 1962).

Os programas estatísticos utilizados foram: Statistica (Statistica, 2005) para análises de componentes principais o programa R (R *Development Core Team*,

2006) foi utilizado para as análises de distância genética, agrupamentos hierárquicos e de correlação cofenética. A significância da correlação cofenética foi calculada pelos testes t e de Mantel (1000 permutações) no programa estatístico Genes (Cruz, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores mínimo, médio e máximo dos diâmetros, alturas total, de fuste e de área basal, e os desvios padrão dos genótipos de jenipapeiro procedentes de Cruz das Almas, Sapeaçu, Governador Mangabeira e Cabaceiras do Paraguaçu encontram-se na Tabela 2. Os valores de *dap* variaram de 15,9 e 93,9 cm nas populações de genótipos de jenipapeiro (Tabela 2). Segundo Carvalho (1994) o jenipapeiro pode atingir até 90 cm de *dap*.

A população de genótipos de jenipapeiro de Cabaceiras do Paraguaçu apresentou maiores alturas das árvores (Tabela 2). Segundo Martins et al. (2002), o jenipapeiro pode atingir até 15 m de altura. Para Carvalho (1994) as árvores desta espécie podem atingir até 25 m de altura. Essa variação no crescimento das alturas de arvores pode estar associada à capacidade produtiva do local e a idade da árvore, bem como os fatores ambientais (Jones, 1969).

Os valores de qualidade de fuste por classe de diâmetro encontram-se na Tabela 3. Verificou-se que 62%, 26% e 12% dos genótipos apresentaram fuste bom, fuste regular e fuste inferior, respectivamente, nas distintas classes de diâmetros. Segundo Souza et al. (2006), o predomínio de árvores com fustes retilíneos e sem defeito aparente permite inferir sobre o aproveitamento econômico na indústria madeireira. Portanto, árvores com fustes tortuosos e com defeitos aparentes são menos valorizadas na população. Moraes et al. (2007), relata que o melhoramento desse caráter deve ser uma prioridade no programa desta espécie, porque afeta diretamente a utilização da matéria-prima, pois, as árvores com fuste reto oferecem maior aproveitamento na produção de tábuas.

Para o caráter iluminação de copa não houve variabilidade entre os jenipapeiros avaliados. Observou-se iluminação total nos 50 indivíduos analisados.

No que se refere à qualidade da copa, os jenipapeiros apresentaram predominantemente copas de boa qualidade (76% das árvores avaliadas). 18% apresentaram copa regular e somente 6% foram enquadradas como copas com qualidade inferior (Tabela 4). Árvores com copa completa e bem distribuída são potenciais para produção de sementes (Matos et al. 2007).

Na análise da dissimilaridade genética, considerando as procedências dos jenipapeiros avaliados, os dois primeiros componentes principais, explicaram 99,98% da variação (Tabela 5). Segundo Cruz & Regazzi (2003) quando a soma dos dois primeiros componentes principais é igual ou maior que 80% o resultado é considerado como satisfatório para o estudo da dissimilaridade genética.

O primeiro componente principal foi eficiente para explicar a dissimilaridade genética entre as procedências dos jenipapeiros avaliados, contribuindo com 67,17% para a dissimilaridade total. Este deve ser priorizado na escolha de genitores em programas de melhoramento.

O terceiro componente principal foi o que menos contribuiu para explicar a variabilidade encontrada. A afirmação se baseia no princípio que a importância relativa dos componentes principais decresce do primeiro para o último, sendo que os últimos componentes são responsáveis pela explicação de uma fração mínima da variância total disponível (Cruz & Regazzi, 1997; Cruz, 2006). A possibilidade de descarte das variáveis que contribuem pouco para a discriminação do material avaliado é importante, pois permite a redução da mão-de-obra, do tempo e do custo despendido na experimentação (Cruz, 1990; Cruz & Regazzi, 1997).

Os coeficientes de ponderação para o primeiro, segundo e terceiro componentes principais considerando as procedências dos jenipapeiros encontram-se na Tabela 6. Observa-se que, para o primeiro componente principal, todos os caracteres apresentaram altas contribuições na discriminação das procedências com destaque para altura do fuste (-0,85). No segundo componente, os caracteres apresentaram comportamento similar, porém, foi a altura total que apresentou maior contribuição na discriminação das procedências (0,62).

Tabela 2: Valores máximos, mínimos e médios do diâmetro a 1,30 m de altura do solo (*dap*), altura de fuste (HF), altura total (HT) e área basal (AB) de jenipapeiros procedentes de Cruz das Almas, Sapeaçu, Governador Mangabeira e Cabaceiras do Paraguaçu. Recôncavo Baiano, 2009.

Localidades	<i>dap</i> (cm)				HF(m)				HT(m)				AB(m ²)			
	Min.	Med	Max	S	Min	Méd	Max	S	Min	Med	Max	S	Min	Med	Max	S
Cruz das Almas	19,1	41,8	73,2	27,2	0	4,5	7,5	3,8	10,6	14,2	19,1	4,3	0,03	0,14	0,42	0,2
Sapeaçu	22,3	48,0	93,9	36,3	2,5	4,6	6,3	1,9	12,3	14,4	17,7	2,7	0,04	0,18	0,69	0,3
Gov. Mangabeira	15,9	38,4	66,8	25,5	2,5	4,4	6,5	2,0	9,6	14,2	21,2	5,8	0,02	0,12	0,35	0,2
Cab. Paraguaçu	25,5	40,4	63,7	19,3	1,7	3,2	4,7	1,5	10,2	17,5	23,3	6,6	0,05	0,13	0,32	0,1

Tabela 3: Número de indivíduos e percentual de jenipapeiros procedentes de Cruz das Almas, Sapeaçu, Governador Mangabeira e Cabaceiras do Paraguaçu por qualidade do fuste (QF) por classe de *dap*, Recôncavo Baiano, 2009.

Qualidade de Fuste	Centro de classe de <i>dap</i> (cm)													Total		
	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75	90-95			
Bom		2	2	7	4	7	3	2	1	2	1					31
Regular	2	3	3	2	1	1					1					13
Inferior	1		1	1				1				1	1			6
Total	3	5	6	10	5	8	3	3	1	2	2	1	1			50

Tabela 4: Número de indivíduos e percentual de jenipapeiros de Cruz das Almas, Sapeaçu, Governador Mangabeira e Cabaceiras do Paraguaçu por qualidade de copa (QC) por classe de *dap*, Recôncavo Baiano, 2009.

Qualidade de copa	Centro de classe de <i>dap</i> (cm)													Total
	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75	90-95	
Boa	2	2	6	8	4	6	2	2	1	2	2		1	38
Regular	1	1		2	1	1	1	1				1		9
Inferior		2				1								3
Total	3	5	6	10	5	8	3	3	1	2	2	1	1	50

O *dap* foi o caráter que apresentou maior contribuição no terceiro componente principal (0,014), podendo ser a variável descartada seguindo os critérios de Cruz e Regazzi (1997) e Pereira et al. (2003). Entretanto, optou-se por não descartar a referida variável, em virtude da elevada contribuição da mesma nos dois primeiros componentes principais. Situação semelhante foi obtida por Morais (1992) e Santos et al. (2006) que decidiram não proceder com o descarte de variáveis em virtude da relevância destas, para os primeiros componentes principais.

Tabela 5. Componentes principais, obtidos a partir das procedências de jenipapeiros mediante caracteres silviculturais. Recôncavo Baiano, 2009.

Variáveis	Variâncias (autovetores)	Variâncias Percentuais	Variâncias Acumuladas (%)
CP1	2,686	67,170	67,170
CP2	1,312	32,819	99,989
CP3	0,0004	0,0103	100,000

Martins et al. (2002) avaliando a divergência genética em progênies de eucaliptos através da avaliação dos caracteres diâmetro à altura do peito, altura comercial, volume comercial sem casca, densidade básica da madeira e biomassa do tronco sem casca observou que 94% da variância total foi retida pelos dois primeiros componentes principais. Comportamento semelhante também foi obtido por Cerasoli et al. (2005) que avaliando a divergência genética de pinheiro bravo de 30 procedências de Portugal, Espanha, França e Austrália, detectaram que as variáveis que assinalaram maior importância foram à altura total e o *dap* que explicaram 98% da variação observada.

De acordo com Xavier (1996) a eficiência do estudo da divergência genética em gráficos de dispersão, cujas coordenadas são escores relativos dos primeiros componentes principais, é restrita quando estas concentram a maior proporção da variação total, em geral, referenciada como acima de 80%. Desta forma, é correto afirmar que é possível se fazer uma análise bidimensional da dispersão gráfica em relação ao primeiro e segundo componentes principais, dados os dois primeiros atingirem o valor de 99,98% da variação total.

Tabela 6. Coeficientes de ponderação para o primeiro (CP1), segundo (CP2) e terceiro (CP3) componentes principais para os caracteres silviculturais das quatro procedências de jenipapeiros. Recôncavo Baiano, 2009.

Variáveis	CP1	CP2	CP3
DAP	-0,819840	0,572417	0,014160
Altura do fuste	-0,850951	-0,525234	-0,003339
Área basal	-0,825673	0,563981	-0,013776
Altura total	0,780274	0,625429	-0,003341

Na Figura 2, é apresentada a dispersão gráfica no espaço das localidades de procedência de jenipapeiros, utilizando os dois primeiros componentes principais.

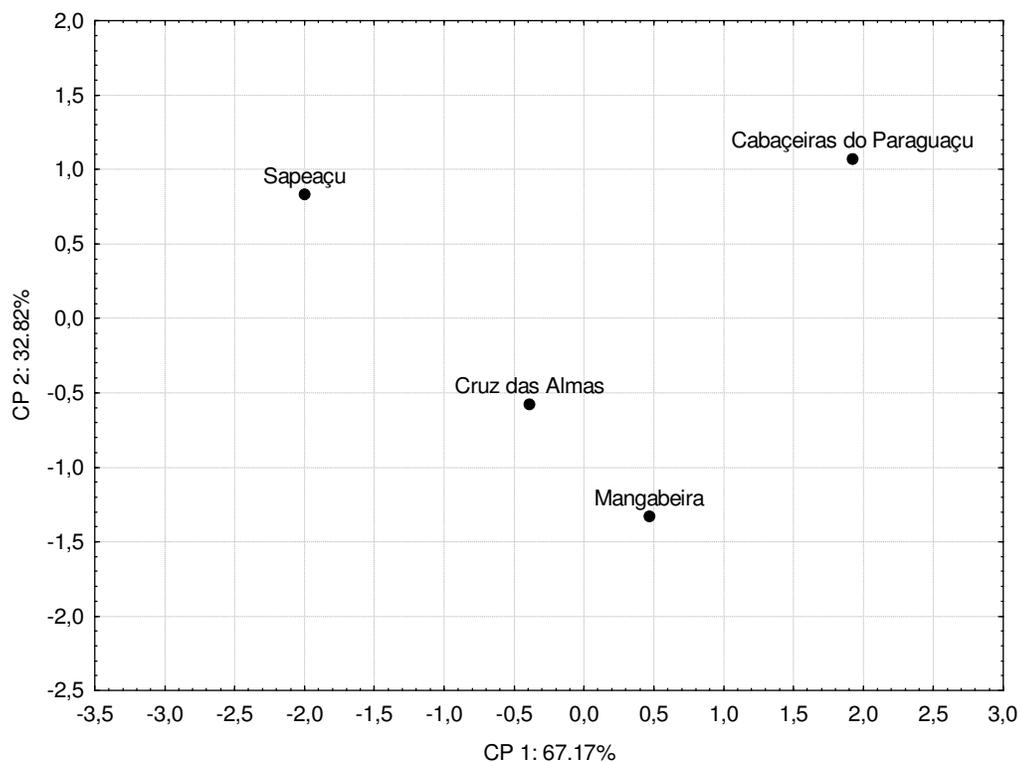


Figura 2. Dispersão gráfica dos escores de quatro localidades de procedência de jenipapeiros em relação aos componentes principais 1 e 2. Recôncavo Baiano, 2009.

Constata-se que os jenipapeiros procedentes de Cabaceiras do Paraguaçu distanciaram-se nitidamente dos demais, constituindo um grupo unitário bem característico, apresentando maior dispersão dos escores, o que significa que geneticamente tais árvores são mais dissimilares das procedentes de Cruz das Almas, Sapeaçu e Governador Mangabeira.

Na análise de componentes principais considerando os 50 genótipos de jenipapeiros (Tabela 7), os dois primeiros componentes principais foram responsáveis por 83,84% da variância encontrada. Tais valores são semelhantes aos encontrados por Hansen et al. (2007) que estudando a dissimilaridade genética em 100 genótipos de jenipapeiros visando à produção de frutos, encontrou valores de 80,94% na soma dos dois componentes principais.

Tabela 7. Componentes principais, obtidos a partir de 50 genótipos de jenipapeiros a partir de caracteres silviculturais. Recôncavo Baiano, 2009.

Variáveis	Variâncias (autovetores)	Variâncias Percentuais	Variâncias Acumuladas (%)
CP1	2,221469	55,53673	55,5367
CP2	1,132138	28,30344	83,8402
CP3	0,619256	15,48139	99,3216
CP4	0,027137	0,67843	100,0000

Os coeficientes de ponderação para o primeiro, segundo, terceiro e quarto componentes principais considerando os 50 genótipos de jenipapeiros, encontram-se na Tabela 8. O *dap* foi o caráter que apresentou maior contribuição para o primeiro componente principal (0,9631). No segundo componente, a altura de fuste apresentou maior contribuição na discriminação dos genótipos (0,9114). O *dap* foi o descritor que apresentou maior contribuição no quarto componente principal (0,1178) comprovando o comportamento observado na análise de componentes principais considerando as procedências.

Tabela 8. Coeficientes de ponderação para o primeiro (CP1), segundo (CP2), terceiro (CP3) e quarto (CP4) componentes principais para os caracteres silviculturais de 50 genótipos de jenipapeiros. Recôncavo Baiano, 2009.

Variáveis	CP1	CP2	CP3	CP4
DAP	0,963191	-0,180664	-0,160402	0,117874
Altura do fuste	0,078651	0,911441	-0,403841	0,001552
Área basal	0,948930	-0,204507	-0,211012	-0,114820
Altura total	0,622156	0,476394	0,621219	-0,007557

Verificou-se a formação de apenas dois grupos pelo método de agrupamento com base no algoritmo de Gower para as procedências dos jenipapeiros avaliados (Figura 3).

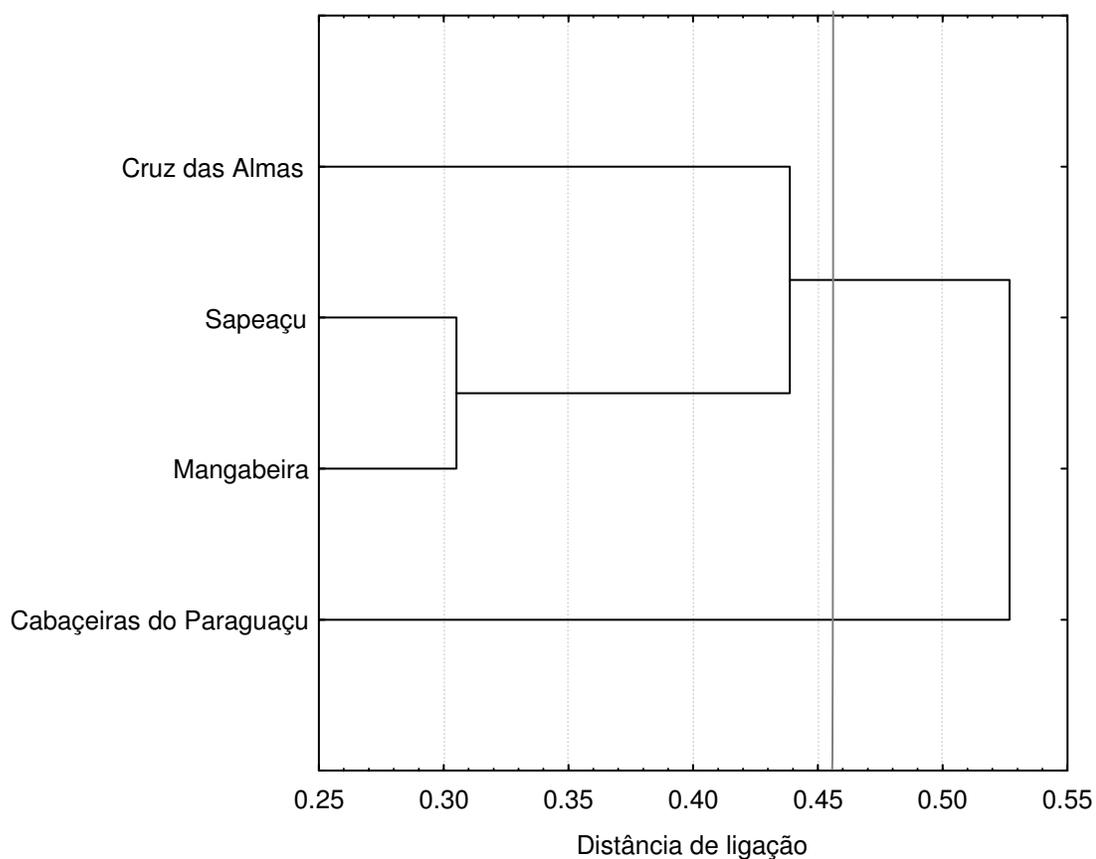


Figura 3. Dendrograma obtido a partir de caracteres silviculturais de jenipapeiros de quatro procedências do Recôncavo Baiano. Recôncavo Baiano, 2009.

Os jenipapeiros procedentes de Cruz das Almas, Sapeaçu e Governador Mangabeira formaram o primeiro grupo. Hansen et al. (2007) avaliando a dissimilaridade genética dos caracteres físicos de frutos de jenipapeiros, observou a ocorrência de indivíduos de diferentes procedências dentro do mesmo grupo, dando indicativo de comportamento semelhante. O segundo grupo foi formado pelos jenipapeiros procedentes de Cabaceiras do Paraguaçu. A distância de ligação entre os grupos foi de aproximadamente 0,46 e o coeficiente de correlação cofenética foi de 0,75* significativo a 5% pelo teste de Mantel com 1000 permutações.

A análise de agrupamento considerando os 50 genótipos de jenipapeiro permitiu a formação de seis grupos (Figura 4).

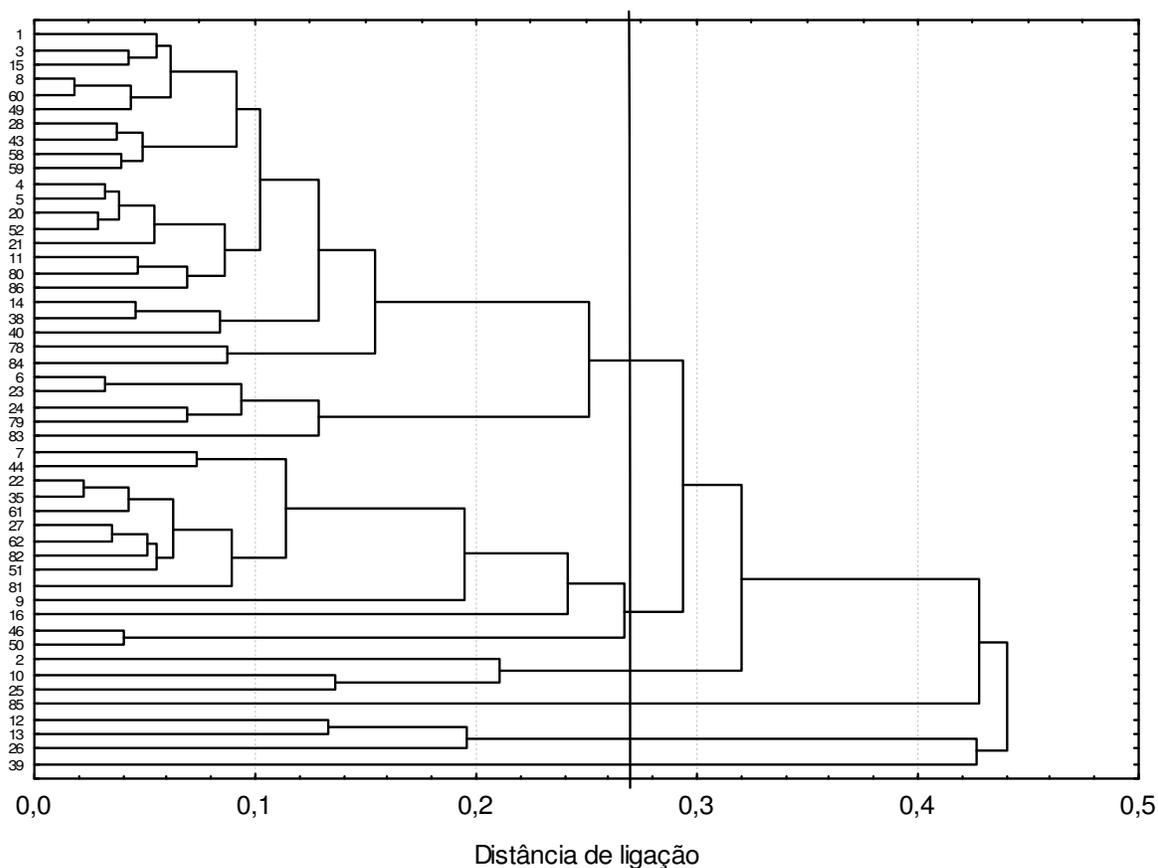


Figura 4. Dendrograma obtido a partir de caracteres silviculturais de 50 genótipos de jenipapeiros do Recôncavo Baiano. Recôncavo Baiano, 2009.

O coeficiente de correlação cofenética foi de 0,85** significativo a 1% de probabilidade pelo teste T e pelo teste de Mantel com 1000 permutações. Resultados semelhantes aos obtidos por Gonçalves et al. (2008) que obteve coeficiente de correlação cofenética de 0,87 no estudo da dissimilaridade genética de tomateiros, e, Vieira et al. (2007) com valor de 0,81 no estudo da divergência genética em trigo obtida com base em marcadores morfológicos e moleculares. Segundo Sokal e Rohlf (1962) valores de correlação cofenética igual ou acima de 0,80 são considerados satisfatórios quando correlacionam matriz de distância e a matriz de agrupamento. A mesma conclusão foi obtida por Mohammadi e Prasanna (2003) e Podani e Schmera (2006). Desta forma, recomenda-se o cruzamento de jenipapeiros com comportamento superior dos diferentes grupos com a finalidade de obtenção de ganhos genéticos. Silva et al. (2007) ressalta que o cruzamento de indivíduos que apresentam elevada distância genética possibilita selecionar genitores, formando populações de interesse para o melhoramento, assumindo que genótipos superiores e geneticamente dissimilares têm grande probabilidade de originarem populações com ampla variabilidade genética.

CONCLUSÕES

Existe variabilidade genética entre as procedências e os genótipos de jenipapeiros avaliados indicando presença de dissimilaridade genética;

Houve a formação de dois grupos considerando as procedências dos jenipapeiros: o primeiro constituído por árvores procedentes de Cruz das Almas, Sapeaçu e Governador Mangabeira, e o segundo por Cabaceiras do Paraguaçu.

No agrupamento dos genótipos de jenipapeiros, houve a formação de seis grupos distintos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, P; VERÍSSIMO, A; BARRETO, P; VIDAL, E. **Floresta para sempre: um manual para a produção de madeira na Amazônia**. Belém: Imazon, 1998. 155 p.

BENIN, G; CARVALHO, F.I.F; OLIVEIRA, A. C; MARCHIORO, V. S; LORENCETTI, C; KUREK, A. J; SILVA, J.A.G; CRUZ, P.J; HARTWIG, I; SCHIMIDT, D.A.M. Comparações entre medidas de dissimilaridade e estatísticas multivariadas como critérios no direcionamento de hibridações em aveia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, p.657-662, 2003.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Brasília: EMBRAPA-CNPQ, 1994. 640p.

CERASOLI, S; CORREIA, I; AGUIAR, A; ALMEIDA, H; CHAVES, M; PEREIRA, J. Resposta de descendências de pinheiro bravo (*Pinus Pinaster* Ait.) ao stress hídrico em condições controladas e comparação com condições de campo. In: Congresso Florestal Nacional, 5, 2005 Viseu. **Anais....** Viseu: SPCF, p. 163-164, 2005.

COSTA. M. C.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; COELHO, M. F. B. Substratos para produção de mudas de jenipapo (*Genipa Americana* L.) **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia, v.35, n. 1, p. 19-24, 2005.

CRUZ, C.D. **Aplicação de algumas técnicas multivariadas no melhoramento de plantas**. 1990. 188f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1990.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa: UFV, 1997. 390 p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A. J; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2003. 585p.

CRUZ, C.D. Programa Genes: **Análise multivariada e simulação**. Editora UFV. Viçosa (MG). 175p. 2006.

CRUZ, C.D. **Programa genes (versão Windows)**: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2008.

DIAS, L. A. dos S. **Divergência genética e fenética multivariada na predição de híbridos e preservação de germoplasma de cacau** (*Theobroma cacao* L.). 1994. 94 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

EPISTEIN, L. Cultivo e aproveitamento do jenipapo. **Revista Bahia Agrícola**, v.4, n.3, p.23-24, 2001.

FERREIRA, D.F. **Métodos de avaliação da divergência genética em milho e suas relações com os cruzamentos dialélicos**. 1993. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura de Lavras-ESAL. Lavras.

GOMES, R. P. **Fruticultura brasileira**. 8. ed. São Paulo: Nobel, 1982. p. 278-281.

GONÇALVES, L. S. A. RODRIGUES, R ; AMARAL JUNIOR, A. T ; KARASAWA, M; SUDRÉ, C.P. Comparison of multivariate statistical algorithms to cluster tomato heirloom accessions. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 7, n. 4, p. 1289-1297, 2008.

GONÇALVES, L. S. A. RODRIGUES, R ; AMARAL JUNIOR, A. T ; KARASAWA, M; SUDRÉ, C.P. Heirloom tomato gene bank: assessing genetic divergence based on

morphological, agronomic and molecular data using a Ward-modified location model. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 8, n. 1, p. 364-374, 2009.

GOWER, J. C. A general coefficient of similarity and some of its properties. **Biometrics**, Arlington, v. 27, n. 4, p. 857-874. 1971

HANSEN, D.S; SILVA, S.A; FONSECA, A.A.O; SALDANHA, R.B; SILVA, S.M.P.C; GARCIA, F.R. Jenipapeiros nativos do Recôncavo Baiano: Dissimilaridade e caracterização física dos frutos. **Magistra**, Cruz das Almas-BA, v.19, n. 4, p. 359-366, 2007.

JONES, J.R. **Review and comparison of site evaluation methods**. Rocky Mountain For. Exp. Station, USDA: Forest Service, 1969. 27p. (Research Paper, RM-51).

MARTEL, J. H. I ; FERRAUDO, A.S; MORO, J.R; PERECIN, D. Estatística multivariada na discriminação de raças amazônicas de pupunheiras (*Bactris gasipaes* Kunth) em Manaus (Brasil). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, abr. 2003 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452003000100033&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 06 mar. 2009. doi: 10.1590/S0100-29452003000100033.

MARTINS, L; COUTINHO, E. L; PANZANI, C. R; XAVIER, N. J. D. **Fruteiras nativas do Brasil e exóticas**, Campinas, CATI, 1 p. p.112, 2002.

MARTINS, I. S.; PIRES, I. E.; OLIVEIRA, M. C. Divergência genética em progênies de uma população de *Eucalyptus camaldulensis* DEHNH. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 1, p. 81-89, 2002.

MATOS, L. M. S; SOUZA, D. R. ; SANTOS, L. F. Análise da estrutura interna do Remanescente Mata Atlântica, Adjacente Cruz das Almas. In: 1º Simpósio Baiano de Educação Ambiental, 2007, **Anais..Cruz das Almas**. 1º Simpósio Baiano de Educação Ambiental, 2007.

MOHAMMADI S. A; PRASANNA, B. M. Analysis of genetic diversity in crop plants salient statistical tools and considerations. **Crop Science**. 43: 1235-1248, 2003.

MORAIS, O. P. **Análise multivariada da divergência genética dos progenitores, índices de seleção e seleção combinada numa população de arroz oriunda de inter cruzamento, usando machoesterilidade**. 1992. 251 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1992.

MORAES, M.A; ZANATTO, A. C. S; MORAES, E; SEBBENN, A. M; FREITAS, M. L. M. . Variação genética para caracteres silviculturais em progênies de polinização aberta de *Eucalyptus camaldulensis* em Luiz Antônio-SP. **Revista do Instituto Florestal**, v. 19, p. 113-118, 2007.

MUMM R. H and DUDLEY J. W. A PC SAS computer program to generate a dissimilarity matrix for cluster analysis. **Crop Science**. 35: 925-927, 1995.

PEREIRA, F. H. F; PUIATTI, M; MIRANDA, G. V; SILVA, D. J. H; FINGER, F. L. Divergência genética entre acessos de taro utilizando caracteres morfoqualitativos de inflorescência. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 3, p. 520-524, 2003

PODANI, J; SCHMERA, D. On dendrogram-based measures of functional diversity. **Oikos** 115: 179-185, 2006.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2006.

REZENDE, J. de O. **Recôncavo baiano, berço da Universidade Federal segunda da Bahia: passado, presente e futuro**. Salvador: P&A, 2004. 194 p.

SANTOS, G. A. ; XAVIER, A. ; LEITE, H.G. . Desempenho silvicultural de clones de *Eucalyptus grandis* em relação às árvores matrizes. **Revista Árvore**, v. 30, p. 737-747, 2006.

SILVA, J. A. G; CARVALHO, F. I. F; HARTWIG, I; CAETANO, V. R; BERTAN, I ; MAIA, L. C. ; SCHMIDT, D. A. M; FINATTO, T; VALÉRIO, I. P. Distância morfológica entre genótipos de trigo com ausência e presença do caráter stay-green . **Ciência Rural**, v. 37, p. 1261-1267, 2007.

SOKAL, R.R.; ROHLF, F.J. The comparison of dendrograms by objective methods. **Taxon**, Utrecht, v.11, n. 2, p.33-40, 1962.

SOUZA, D. R. **Sustentabilidade ambiental e econômica do manejo em floresta ombrófila densa de terra firme, Amazônia Oriental**. 2003. 123f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

SOUZA, D. R ; SOUZA, A.L ; LEITE, H.G ; YARED, J.A.G. Análise estrutural em floresta ombrófila densa de terra firme não explorada, Amazônia Oriental. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 1, Feb. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622006000100010&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 17 Feb. 2009. doi: 10.1590/S0100-67622006000100010.

SOUZA, C. N. **Caracterização física, físico-químicas e químicas de três tipos de jenipapos (*Genipa americana* L.)**. 2007. 72f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2007.

STATISTICA, 2005. **Statistica for Windows**. Disponível na Internet via: <http://www.statsoftinc.com/>. Acesso em: 25 de março de 2009.

VIEIRA, E.A; CARVALHO F.I.F; BERTAN, I; KOPP, M.M; ZIMMER, P. D; BENIN, G; SILVA, J. A. G; HARTWIG, I; MALONE, G; OLIVEIRA, A. C. Association between genetic distances in wheat (*Triticum aestivum* L.) as estimated by AFLP and morphological markers. **Genetics and Molecular Biology**. 30: 392-399, 2007.

XAVIER, A. **Aplicação da Análise Multivariada da Divergência Genética no melhoramento de *Eucalyptus spp.*** Viçosa: UFV, 1996. 129 f. Tese (Doutorado Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa- MG. 1996.

CAPÍTULO 2

IDENTIFICAÇÃO DO GENE Rht E TOLERÂNCIA AO ALUMÍNIO TÓXICO EM JENIPEIROS NATIVOS DO RECÔNCAVO BAIANO¹

¹Artigo ajustado e submetido ao Comitê Editorial do periódico científico Revista Bragantia.

IDENTIFICAÇÃO DO GENE Rht E TOLERÂNCIA AO ALUMÍNIO TÓXICO EM JENIPAPEIROS NATIVOS DO RECÔNCAVO BAIANO

RESUMO: O jenipapeiro (*Genipa americana* L.) é uma árvore frutífera, pertencente à família Rubiaceae que habita todo o continente sul-americano. É uma espécie de importância econômica, porém a exploração é de forma extrativista com poucas informações científicas sobre a sua biologia e desenvolvimento. O objetivo deste estudo foi avaliar o comportamento de jenipapeiros em diferentes doses de alumínio, visando detectar a dose ótima que melhor distingue a tolerância de indivíduos ao alumínio tóxico, assim como identificar de forma precoce a presença do gene Rht através da insensibilidade ao AG_3 na dose 100 mg L^{-1} . O experimento foi conduzido no Laboratório de Seleção Precoce do Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia (NBIO) da UFRB. No primeiro experimento foi avaliado o comportamento dos jenipapeiros submetidos às doses 0, 30, 60 e 90 mg L^{-1} de Al^{+3} em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. Foram determinados os caracteres: comprimento da raiz (CR); recrescimento da raiz primária (RRP); comprimento da parte aérea (CPA) e comprimento da raiz secundária (CRS). Houve diferença significativa para as doses testadas e o caráter recrescimento da raiz primária foi influenciado pelo aumento do teor de Al^{+3} . No segundo experimento foi observado o comportamento dos jenipapeiros mediante as doses 0 e 100 mg L^{-1} de AG_3 . O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com três repetições e foram aferidos os caracteres referentes ao comprimento da parte aérea (CPA) e comprimento da raiz (CR). Os jenipapeiros nativos, avaliados expressaram sensibilidade ao AG_3 na dose 100, demonstrando ausência de genes Rht, responsáveis pela identificação de genótipos de baixa estatura.

Palavras Chaves: *Genipa americana* L., seleção precoce, hidroponia.

IDENTIFICATION OF THE GENE *Rht* AND TOLERANCE TO TOXIC ALUMINIUM IN GENIP TREES NATIVE OF RECÔNCAVO BAIANO

ABSTRACT: The Genip tree (*Genipa americana* L.) is a fruit tree belonging to the family Rubiaceae which inhabits the entire South American continent. It is a species of economic importance, but the exploration often is of extractivistic manner with little scientific information on its biology and development. The objective of this study was to evaluate the behaviour of Genip trees in the presence of different doses of aluminium, with a view to detect the optimal dose which better distinguishes the tolerance of individuals to toxic aluminium, and to identify the early presence of the gene *Rht* by means of insensitivity to AG_3 at the dose 100 mg l^{-1} . The experiment was conducted at the Laboratory of Early Selection of the Genetic Improvement and Biotechnology group (NBIO) at UFRB. In the first experiment the behaviour of Genip trees subject to doses of 0, 30, 60 and $90 \text{ mg l}^{-1} \text{ Al}^{+3}$ was evaluated in a completely randomized design with three replications. The following characteristics were determined: root length (CR), new growth of the primary root (RR), shoot length (CPA), and length of secondary roots (CRS). There was significant difference according to the tested doses and the characteristic of new growth of the primary root was influenced by an increase of Al^{+3} content. In the second experiment, the behaviour of Genip trees at doses of 0 and $100 \text{ mg l}^{-1} \text{ AG}_3$ was observed. The design was completely randomized with three replications, and the characteristics referring to the shoot length (CPA) and root length (CR) were studied. The assessed native Genip trees expressed sensitivity to AG_3 at the dose of 100 mg l^{-1} , showing absence of *Rht* genes, responsible for the identification of genotypes of short stature.

Keywords: *Genipa americana* L., early selection, hydroponics.

INTRODUÇÃO

O jenipapeiro (*Genipa americana* L.) é uma planta nativa do Brasil, da família Rubiaceae, que ocorre principalmente nas regiões de clima quente e úmido (Santos, 1978).

É considerada uma espécie de importância econômica, tanto pela utilização dos frutos, que apresenta grande demanda e aceitação no mercado, como pela sua essência florestal, com grande potencial na recomposição de matas ciliares, produção de madeira para fabricação de cabos de enxada, foice, machado, construção civil, naval, etc. (Lorenzi, 1992; Neto, 2006).

Apesar de ser uma espécie que apresenta potencialidade, a sua exploração tem sido predominantemente extrativista, realizada por pequenos agricultores, garantindo emprego no mercado informal (Hansen, 2006; Souza, 2007).

É necessário conduzir pesquisas no intuito de obter informações sobre o comportamento da espécie no seu habitat natural, caracterizações agromorfológicas na busca de variabilidade genética e avaliar o desempenho da espécie mediante situações de estresses e limitações de produção e desenvolvimento agrícola.

Uma das principais limitações dos cultivos agrícolas nos trópicos, por consequência do incremento da produção de alimentos, está relacionada à ocorrência de solos ácidos. A toxicidade ao alumínio é considerada um dos mais importantes problemas de toxidez de metais em solos ácidos com $\text{pH} \leq 5,0$ (Hartwig et al., 2007).

O alumínio (Al) é o metal mais abundante da crosta terrestre, e em concentrações da ordem de micromolares provoca alterações morfológicas, bioquímicas e fisiológicas em plantas de diversas culturas, cujos efeitos nocivos e severidade variam de acordo com a espécie e cultivar (Kochian et al., 2004).

A correção da acidez do solo utilizando a calagem é uma das tentativas de reduzir os efeitos do alumínio tóxico (Al^{3+}), porém, a correção é efetuada apenas na camada arável e superficial do solo; contudo, as raízes das plantas superam as camadas adjacentes, onde os teores dos elementos químicos novamente tornam-se

elevados, ocasionando dificuldades para o desenvolvimento da planta (Foy, 1976; Silva et al., 2006; Finatto et al., 2007).

Segundo Fortunato & Nicoloso (2004) o estudo dos efeitos do Al^{3+} no crescimento de plantas tem sido mais intenso em culturas agrícolas anuais, nas quais a concentração normalmente empregada situa-se abaixo de $10,0 \text{ mg L}^{-1}$. Pouco enfoque tem sido dado para as espécies florestais nativas brasileiras, quanto à sua possível adaptação à presença de alumínio.

Nas raízes, os sintomas característicos são o encurtamento e o espessamento das pontas, não ocorrendo à formação de ramificações finas, levando à ineficiência de absorção de água e dos nutrientes. Estes efeitos provavelmente sejam devidos à inibição da elongação e divisão celular, diminuindo o volume de solo explorado pelas raízes (Foy, 1976).

A restrição do crescimento radicular tem sido o parâmetro mais utilizado na avaliação e caracterização de genótipos quanto à tolerância ao Al em diversas espécies (Sanches-Chácon et al., 2000; Nava et al., 2006; Silva et al., 2006; Finatto et al., 2007; Silva et al., 2007; Crestani, 2008).

Através do melhoramento genético, foram identificadas espécies e cultivares tolerantes ao alumínio. Este fato faz com que a utilização de genótipos adaptados à acidez e eficientes no uso de nutrientes seja o objetivo a ser atingido para uma agricultura sustentável, proporcionando ganhos permanentes de produtividade em solos ácidos, vinculado ao elevado desempenho em solos corrigidos (Nass et al., 2001; Crestani, 2008).

Da mesma forma, a estatura de plantas também é um parâmetro importante a ser avaliado no jenipapeiro. Com o objetivo de aumentar as áreas cultivadas com a espécie, os melhoristas podem desenvolver variedades de porte baixo e alto, para atender diferentes mercados. O porte baixo possibilita atender o mercado de frutos e as variedades de porte elevado com o objetivo de exploração de madeira, recuperação de áreas degradadas ou reflorestamento. Estas variedades poderão tornar possível a utilização comercial de muitas áreas tidas como periféricas. Atualmente, avanços científicos vêm sendo utilizados de modo a simplificar ou

reduzir a extensão dos trabalhos realizados a campo na identificação de genótipos portadores de genes de baixa estatura (Silva et al., 2005).

Diversos autores têm verificado a associação existente entre o caráter sensibilidade ao ácido giberélico e o caráter estatura de planta. Evidências têm apontado que tanto o caráter estatura de planta como insensibilidade ao ácido giberélico são pleiotrópicos, devido à recombinação entre eles ser estimada em zero (Gale & Gregory, 1977); desse modo, esta forte ligação entre esses caracteres permite o reconhecimento de genótipos portadores dos genes Rht de forma precoce, no estágio de plântula, pela aplicação exógena de AG₃ em solução nutritiva.

Desta forma, objetivo deste estudo foi avaliar o comportamento de jenipapeiros em diferentes doses de alumínio, visando detectar a dose ótima que melhor distingue a tolerância de indivíduos ao alumínio tóxico, assim como identificar de forma precoce a presença do gene Rht através da insensibilidade ao AG₃ na dose 100 mg L⁻¹, visando indicar indivíduos para exploração imediata ou para futuros trabalhos de melhoramento.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no laboratório de Seleção Precoce do Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, no município de Cruz das Almas, Bahia, situados na Micro Região Homogênea número 151, Zona Fisiográfica do Recôncavo Baiano, nas coordenadas geográficas 40º 39' de latitude Sul e 39º 06' 23" de longitude oeste de Greenwich e a 220 m acima do nível do mar. A temperatura média anual é de 24,5°C, precipitação média anual de 1.224 mm e umidade relativa média do ar de 82%. O clima da região é seco e subúmido, denominado de tipo C1, de acordo a classificação de Thorthwaite (Rezende, 2004).

Para a condução dos experimentos foi utilizada a técnica descrita por Camargo & Oliveira (1981), com adaptações para a cultura do jenipapeiro, incluindo a avaliação de estatura de planta com o uso do ácido giberélico (AG₃).

A solução nutritiva completa utilizada foi composta de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 4mM; MgSO_4 2mM; KNO_3 4mM; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 0,435 mM; KH_2PO_4 0,5 mM; MnSO_4 2 μM ; CuSO_4 0,3 μM ; ZnSO_4 0,8 μM ; NaCl 30 μM ; Fe-EDTA 10 μM ; Na_2MoSO_4 0,10 μM ; H_3BO_3 10 μM

Experimento 1



Figura 1: Procedimentos do experimento para identificação de tolerância ao alumínio tóxico em jenipapeiros (A): preparação de sementes de jenipapeiros para germinação em BOD; (B): Tanque de hidroponia (C): sementes submetidas a solução nutritiva; (D): plântulas na solução com doses de alumínio (E): aferição do caráter recrescimento de raiz primária e (F): recrescimento de raiz primária das plântulas submetidas à dose de 30 mg L⁻¹.

Procedimento 1: Sementes provenientes de progênies dos genótipos de jenipapeiros georeferenciados em campo, foram desinfestadas em solução de hipoclorito de sódio a 20% (produto comercial) por 20 minutos e lavadas com água destilada, para retirar o excesso do produto desinfestante. Em seguida, semeadas em gerbox, sobre papel filtro umedecido e levadas para germinar em câmara BOD, a temperatura de 25°C com iluminação permanente, onde permaneceu por vinte e um dias até o início da germinação visível (Figura 1A e 1B).

Procedimento 2: As sementes pré-germinadas, com 2 mm de raiz, foram transferidas para uma tela adaptada à tampa de um recipiente com capacidade de 3 litros, contendo solução nutritiva completa, colocados em tanque banho-maria em água, a temperatura de 25+/-1°C com iluminação permanente, com o auxílio de resistências adaptadas ao tanque e ligados a um sistema de arejamento, para dotação de oxigênio necessário ao desenvolvimento do sistema radicular, por um período de 360 horas (Figura 1C).

Procedimento 3: Depois de completado este período, as telas com as plântulas foram transferidas para solução nutritiva com Al^{3+} nas concentrações de 0, 30, 60 e 90 mg L⁻¹, permanecendo por 48 horas e retornando as soluções nutritivas normais, ficando por mais 120 horas. O delineamento experimental foi o delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quinze plântulas por repetição, num total de três repetições e para a avaliação da toxicidade ao Al^{3+} foi avaliado os seguintes caracteres: comprimento da raiz (CR), através do auxílio de uma régua graduada; recrescimento da raiz primária (RRP), aferido com uma régua graduada, a partir do ponto de dano causado pela toxicidade do Al^{3+} na raiz principal; comprimento da parte aérea (CPA) avaliado com uma régua graduada, e, comprimento da raiz secundária (CRS) obtido pela media de comprimento de três raízes secundárias e aferido com o auxílio de uma régua graduada (Figura 1D, 1E e 1F).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (teste de F) e por se tratar de dados quantitativos foram ajustadas equações de regressão polinomial.

Estimou-se o ponto de máximo da equação de regressão do caráter recrescimento de raiz primária, através da derivada de “Y” em relação a “X” igualando a zero a partir da seguinte expressão:

$$\frac{d\hat{y}_i}{dx} = \frac{d(\hat{a} + \hat{b}x_i + \hat{c}x_i^2)}{dx} = \hat{b} + 2\hat{c}x_i = 0, \quad \hat{x}_i = \frac{\hat{b}}{-2\hat{c}}$$

Experimento 2

Foram repetidos os procedimentos 1 e 2 do experimento anterior e, posteriormente foi realizado o procedimento 3.

Procedimento 3: Após o desenvolvimento do sistema radicular, as plântulas foram transferidas para recipientes com solução tratamento contendo inicialmente (0 e 100 mg L⁻¹ de AG₃) com pH 7, por 168 horas. O delineamento experimental foi o DIC com quinze plântulas por repetição, num total de três repetições e foram aferidos, com o auxílio de régua graduada, os caracteres comprimento de raiz (CR) e comprimento de parte aérea (CPA).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (teste de F) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento 1

Os resumos das análises de variância estão incluídos na Tabela 1. Houve diferença significativa para os caracteres comprimento de raiz (CR), recrescimento de raiz primária (RRP) e comprimento da raiz secundária (CRS). Para o caráter comprimento de parte aérea (CPA) não houve significância ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

O coeficiente de variação do caráter recrescimento de raiz foi de 186,57%. Resultados de CV elevados para este caráter foi descritos por Mazzocato et al. (2002), avaliando a tolerância a alumínio em plântulas de milho. Pestana et al. (2008) caracterizando morfológicamente 21 acessos de banana, observou coeficientes de variação acima de 100% e atribuiu este comportamento a grande variação dos genótipos, frente a variável em estudo. Segundo Mohallem et al. (2008) algumas vezes, tais valores se devem à própria natureza do caráter, que por apresentar valores muito baixos, e sofrem, proporcionalmente, grandes alterações com pequenas mudanças absolutas, resultando em coeficientes de variação elevados.

Tabela 1. Resumo da análise de variância, média e coeficiente de variação (CV%) para os caracteres comprimento de raiz (CR), recrescimento de raiz primária (RRP), comprimento de parte aérea (CPA) e comprimento de raiz secundária (CRS) em jenipapeiros. Recôncavo Baiano, 2009.

Fonte de Variação	GL	CR	QM RRP	CPA	CRS
Tratamento	3	40,19**	564,60**	0,92 ^{ns}	4,80**
Resíduo	176	2,26	30,63	0,55	0,53
Média		6,60	2,96	4,50	1,83
CV(%)		22,28	186,57	16,60	39,67

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

O comportamento das médias dos caracteres comprimento de raiz, recrescimento de raiz primária e comprimento de raiz secundária submetidas às diferentes doses de alumínio podem ser visualizados nas Figuras 1, 2 e 3.

Para o caráter comprimento da raiz (CR) foi observado que as plantas que não foram submetidas a doses de alumínio, apresentaram raízes de aproximadamente 7,88 cm, porém na dose 90 mg L⁻¹ de Al⁺³ houve uma paralisação no crescimento das raízes atingindo valores médios de 5,88 cm.

Os resultados revelaram que a toxidez do alumínio provoca a partir de um determinado ponto, uma redução do recrescimento de raiz, à medida que ocorre o aumento das concentrações para a espécie em estudo. O estudo do recrescimento de raiz é de extrema importância, pois permite avaliar a capacidade que a espécie

possui de recuperar o seu crescimento após uma exposição ao alumínio tóxico (Bressa et al., 2006).

Estes resultados reforçam a teoria que aponta o recrescimento de raiz como o caráter mais eficiente na avaliação da toxicidade de Al e expressão da variabilidade genética estimada entre e dentro de espécies (Camargo e Oliveira, 1981; Ryan et al, 1993; Camargo, 1998; Ferreira et al., 1999; Mazzocato et al., 2002; Voss et al., 2006; Ferreira et al., 2006).

O comprimento da parte aérea (CPA) das plântulas apresentou menor diferenciação de médias, possivelmente devida à menor presença de variabilidade genética no conjunto de indivíduos avaliados para este caráter quando submetidos a alumínio tóxico.

As equações de regressão polinomial de segundo grau foram estabelecidas para os caracteres comprimento de raiz (CR) e recrescimento de raiz primária (RRP). O comprimento da raiz é um caráter altamente influenciado pela toxidez em Al^{3+} e variações nas doses demonstraram comportamentos diferenciados para o desenvolvimento normal do sistema radicular (Figuras 1, 2). Foram observados coeficientes de determinação de 0,93 e 0,74. respectivamente, dando um indicativo de que existe uma dose limitante para o crescimento regular das raízes e que doses muito elevadas condicionam a uma paralisação do comprimento da raiz, com redução do seu recrescimento, inviabilizando um maior volume de raízes a maiores profundidades e restringindo a absorção de água e nutrientes pela planta.

O jenipapeiro apresentou elevado recrescimento de raiz primária quando submetidos à dose de 30 mg L^{-1} (7,80 mm), entretanto, demonstrou drástica redução quando submetido à dose de 90 mg L^{-1} de Al^{3+} (0,60 mm) o que sugere a hipótese de elevada sensibilidade da espécie ao Al^{3+} em concentrações elevadas. Salvador et al., (2000) avaliando a influência do alumínio em goiabeiras verificou que as doses acima de 20 mg L^{-1} proporcionaram uma menor altura das plantas, ausência de ramificação, menor diâmetro do caule e raízes mais escuras. Em Ipê mirim, Alves et al. (2001) detectaram que o alumínio apresentou decréscimos no comprimento da raiz, massa seca, volume e massa seca da parte aérea a partir da dose de 20 mg L^{-1} .

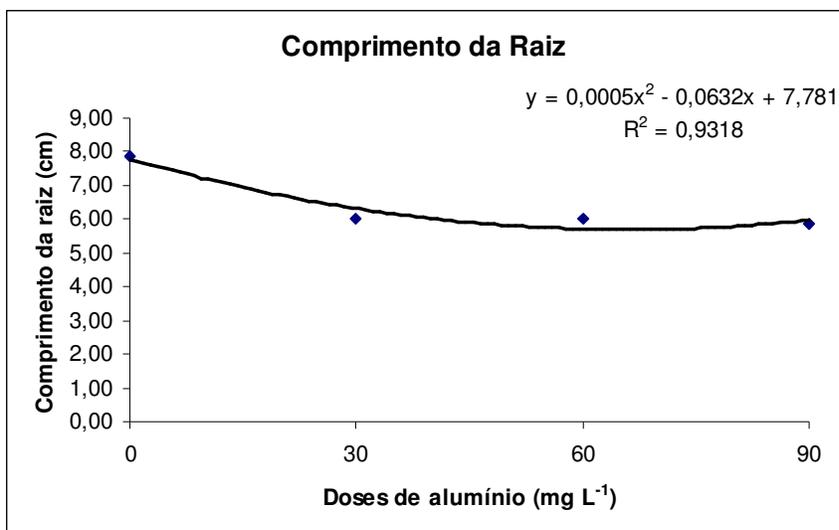


Figura 1. Comportamento do caráter comprimento de raiz (CR) em jenipapeiros submetidas a doses 0, 30, 60 e 90 mg L⁻¹ de alumínio. Recôncavo Baiano, 2009.

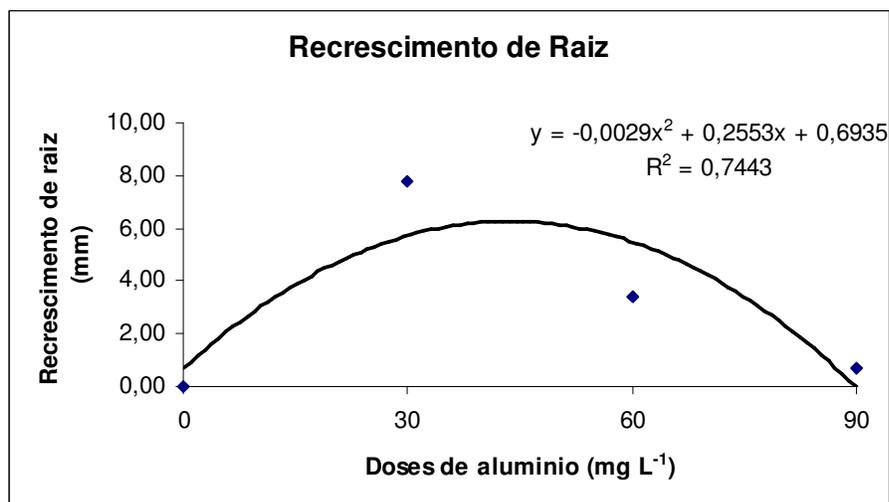


Figura 2. Comportamento do caráter recrescimento de raiz principal (RRP) em jenipapeiros submetidos às doses de 0, 30, 60 e 90 mg L⁻¹ de alumínio. Recôncavo Baiano, 2009.

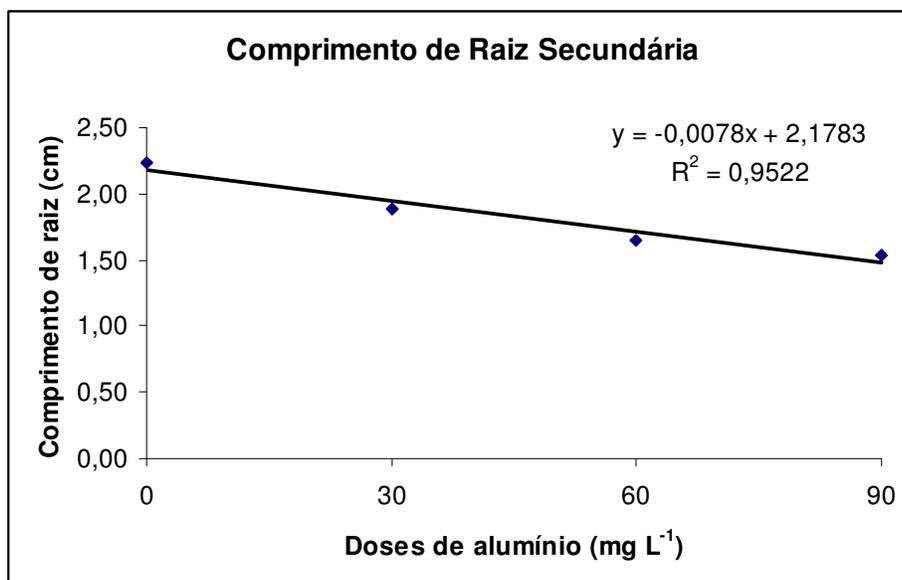


Figura 3. Comportamento do caráter comprimento de raiz secundária (CRS) em jenipapeiros submetidos às doses de 0, 30, 60 e 90 mg L⁻¹ de alumínio. Recôncavo Baiano, 2009.

A dose de 44 mg L⁻¹ de alumínio, foi a que promoveu um maior recrescimento da raiz. Segundo Silva et al. (2006), na análise de recrescimento, quando uma espécie ou genótipo expressa uma equação quadrática, provavelmente, o intervalo entre as doses estabelecidas no experimento não tenha sido adequada ou o emprego de mais doses permitiria melhor visualização dos pontos e melhor ajuste da reta.

Contudo, novos estudos serão conduzidos visando testar novas doses de alumínio, considerando o intervalo de doses entre 30 e 60 mg L⁻¹, inclusive a dose de 44 mg L⁻¹ que neste trabalho demonstrou ser a possível dose para discriminar genótipos de tolerância ao alumínio tóxico em jenipapeiros.

Referente ao caráter crescimento de raiz secundária (CRS) a equação de regressão apresentou um comportamento linear com coeficiente de determinação de 0,95 (Figura 3). Biologicamente este resultado pode ser interpretado da seguinte

forma: A cada mg de aumento na dose de Al^{3+} na solução, o comprimento de raiz secundária reduz em 0,0078 cm.

Experimento 2

Conforme os dados apresentados na Tabela 3 foi verificado que o caráter comprimento da parte aérea apresentou valores significativos ao nível de 1% de probabilidade de erro. O caráter comprimento de raiz não apresentou diferença significativa pelo teste F. Este resultado já era esperado uma vez que o ácido giberélico atua nas plantas como estimulante de crescimento, originando plantas de maior tamanho em consequência da sua ação na divisão e expansão celulares (Vichiato et al., 2007).

Tabela 3. Resumo da análise de variância, médias e coeficientes de variação (CV%) para os caracteres comprimento de parte aérea (CPA) e comprimento de raiz (CR) em jenipapeiros. Recôncavo Baiano, 2009.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios	
		CPA	CR
Tratamento	1	28,90**	0,01ns
Resíduo	88	0,60	4,01
Média		4,92	8,01
CV(%)		15,85	25,00

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Os coeficientes de variação para os caracteres comprimento da parte aérea (CPA) e comprimento da raiz (CR) foram considerados adequados para as condições experimentais, variando de 15,85% a 25%, respectivamente, indicando aceitável precisão experimental.

As médias referentes aos caracteres CPA e CR (Tabela 4) demonstraram que os jenipapeiros avaliados expressaram sensibilidade ao AG_3 na dose 100, demonstrando ausência de genes Rht, responsável pela identificação de plantas de baixa estatura. A dose de 100 mg L^{-1} de AG_3 tem demonstrado eficiência na seleção

de plantas insensíveis ao AG_3 e tem sido reportada como a de melhor resultado, com a aplicação exógena do ácido giberélico em algumas espécies (Benin et al., 2004; Bertran et al., 2004; Silva et al., 2008), entretanto, doses mais elevadas podem ser testadas, principalmente em virtude da natureza alogâmica e perene da espécie.

Tabela 4. Médias dos caracteres: comprimento de raiz (CR) e comprimento de parte aérea (CPA) submetidos a doses de ácido giberélico. Cruz das Almas – BA, 2009.

Doses (mg L⁻¹)	CPA (cm)	CR (cm)
0	4,35b	8,00a
100	5,48a	8,02a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade

CONCLUSÕES

O aumento do teor de alumínio no solo ocasiona paralisação no comprimento da raiz de jenipapeiros.

O jenipapeiro apresenta o maior recrescimento da raiz aproximadamente na dose 44 mg L⁻¹ estimado por meio da análise de regressão.

Os jenipapeiros avaliados expressaram sensibilidade ao AG_3 na dose 100 mg L⁻¹, demonstrando ausência de genes Rht.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, R. M. M; OLIVEIRA, L. E. M; FURTINI NETO, A. E; DELU FILHO, N. Comportamento diferencial das espécies florestais cássia-verrugosa (*Senna multijuga* (l. c. rich.) i. & b.) e ipê-mirim (*Tecoma stans* h. b. k.) na presença de alumínio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras - M.G., v. 25, n. 5, p. 1161-1168, 2001.

BENIN, G.; CARVALHO, F.I.F. de; OLIVEIRA, A. C. et al. Uma proposta de seleção para caracteres quantitativos e qualitativos em aveia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n. 3, p. 701-706, 2004.

BERTAN, I; CARVALHO, F. I. F; OLIVEIRA, A. C; SILVA, J. A. G; BENIN, G; VIEIRA, E. A; SILVA, G. O; HARTWIG, I; FINATTO, T. Caracteres associados a estatura de planta com o uso de ácido giberélico em genótipos de trigo em cultivo no Estado do Paraná.. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 11, p. 33-37, 2004.

BRESSA, F. L. ; PICCININI, R. ; TECHIO, J. W. ; PETRERE, V. G. . Crescimento e recrescimento da raiz principal dos genótipos de soja geneticamente modificada 6001 e 8100 em diferentes concentrações de alumínio em bioensaios. In: XXI Congresso de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia., **Anais...**2006, Ijuí. XXI Congresso de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia.. Ijuí : CRICTE, 2006.

CAMARGO, C.E.O.; OLIVEIRA, O.F. Tolerância de cultivares de trigo a diferentes níveis de alumínio em solução nutritiva e no solo. **Bragantia**, Campinas, v.40, n.3, p.21-31, 1981.

CAMARGO, C.E.O. Controle genético da tolerância do trigo à toxicidade de alumínio em soluções nutritivas. **Bragantia**, Campinas, v.57, n.2, p.215-225, 1998.

CRESTANI, M **Genótipos de aveia branca (*Avena sativa* L.) submetidos a diferentes protocolos e doses de alumínio em cultivo hidropônico.** 2008. 112f.

Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Agronomia) Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.

FERREIRA, R.P.; CRUZ, C.D.; SEDIYAMA, C.S.; PINHEIRO, B.S. Herança da tolerância à toxidez de alumínio em arroz com base em análise dialélica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.4, p.615-621, 1999.

FERREIRA, R.P.; MOREIRA, A.; RASSINI, J.B. **Toxidez de alumínio em culturas anuais**. Documentos, 63. Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, 35p., 2006.

FINATTO, T.; SILVA, J.A.G.; CARVALHO, F.I.F.; OLIVEIRA, A.C.; VALÉRIO, I.P.; REIS, C.E.S.; RIBEIRO, G.; SILVEIRA, G.; FONSECA, D.A.R. Reação de tolerância de genótipos de aveia branca a concentrações de alumínio em solução nutritiva. **Magistra**, Cruz das Almas, v.19, n.1, p.07-15, 2007.

FORTUNATO, R.P.; NICOLOSO, F.T. Toxidez de alumínio em plântulas de grápia (*Apuleia leiocarpa* Vog. Macbride). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.1, p.89-95, 2004.

FOY, C. D. Differential aluminum and manganese tolerance. of plant species and varieties in acid soils. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 150-155, 1976.

GALE, M.D.; GREGORY, R.S. A rapid method for early generation selection os dwarf genotypes in wheat. **Euphytica**, Wageningen, v. 26, p. 733 – 738, 1977.

HANSEN, D. S. **Marcadores Agronômicos e Moleculares na caracterização de jenipapeiros do Recôncavo Baiano**. 2006. 77f. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias) Escola de Agronomia, Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 2006.

HARTWIG, I; OLIVEIRA, A. C; CARVALHO, F. I. F; BERTAN, I; SILVA, J. A. G; SCHMIDT, D. A. M; VALÉRIO, I. P; MAIA, L. C; FONSECA, D. A. R; REIS, C. E. S. Mecanismos associados à tolerância ao alumínio em plantas. **Semina. Ciências Agrárias**, v. 28, p. 219-228, 2007.

KOCHIAN, L.V.; HOEKENGA, O.A.; PIÑEROS, M.A. How do crop plants tolerate acid soils? Mechanisms of aluminum tolerance and phosphorous efficiency. **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto, v.55, p. 459-493, 2004.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352 p.

MAZZOCATO, A. C; ROCHA, P. S. G; SERENO, M. J. C. M; BOHNEN, H; GRONGO, V; NETO, J. F. B. Tolerância ao alumínio em plântulas de milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p.19-24, 2002.

MOHALLEM, D. F; TAVARES, M; SILVA, P. L; GUIMARÃES, E. C; FREITAS, R. F. Avaliação do coeficiente de variação como medida da precisão em experimentos com frangos de corte. **Arq. bras. med. vet. zootec**;60(2):449-453, 2008.

NASS, L.L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S.; VALADARES, I. M. C.; **Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001.

NAVA, I.C.; DELATORRE, C.A.; DUARTE, I.T.L.; PACHECO, M.T.; FEDERIZZI, L.C. Inheritance of aluminum tolerance and its effects on grain yield and grain quality in oats (*Avena sativa* L.). **Euphytica**, Wageningen, v.148, n.3, p.353-358, 2006.

NETO, M. P. **Germinação de sementes e enxertia do jenipapeiro**. 2006. 60 f. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias) Escola de Agronomia, Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 2006.

PESTANA, R. K. N.; AMORIM, E. P. ; SILVA, S. O. ; CASTELLEN, M. S. ; LEDO, C. A. S. . Caracterização morfológica de acessos do banco de germoplasma de banana por meio de análise multivariada. In: XX Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2008, Vitória. **Anais do XX Congresso Brasileiro de Fruticultura**. Jaboticabal : SBF, 2008. v. CD-Rom.

REZENDE, J. de O. **Recôncavo baiano, berço da Universidade Federal segunda da Bahia**: passado, presente e futuro. Salvador: P&A, 2004. 194 p.

RYAN, P.R.; JOSEP, M.D.; KOCHIAN, L.V. Aluminium toxicity in roots: investigation of spacial sensitivity and the role of root cap. **Journal of Experimental Botany**, v.44, n.259, p.437-446, 1993.

SALVADOR, J.O. et al. Influência do alumínio no crescimento e na acumulação de nutrientes em mudas de goiabeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.24, p.787- 796, 2000.

SÁNCHEZ-CHACÓN, C.D.; FEDERIZZI, L.C.; MILACH, S.C.K. PACHECO, M.T. Variabilidade genética e herança da tolerância à toxicidade do alumínio em aveia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.9, p.1798-1808, 2000.

SANTOS, J. B. dos. Jenipapo. In: MAGALHÃES, A.; BOLDINI, M. da G. **Grande manual globo de agricultura, pecuária e receituário industrial**. Porto Alegre: Globo, 1978. v. 3, p. 234-236.

SILVA, A.N.; SILVA, S.A.; CAPINAN, G. S. C; MOREIRA, R. F. C.; ALMEIDA, J. N. Efeito do ácido giberélico em linhas quase isogênicas de trigo “stay-green”. **Magistra**, Cruz das Almas, v.20, n.3, p.243-248, 2008.

SILVA, G. OI; BERTAN, I; CARVALHO, F. I. F; OLIVEIRA, A. C.; SILVA, J. A. G; BENIN, G; HARTWIG, I; FINATTO, T; VALÉRIO, I. P. Parâmetros de avaliação da

sensibilidade ao ácido giberélico em diferentes genótipos de aveia (*Avena sativa* L.). **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 11, p. 155-159, 2005.

SILVA, J.A.G.; CARVALHO, F.I.F.; COIMBRA, J.L.M.; BENIN, G.; OLIVEIRA, A.C.O.; VIEIRA, E.A.; FINATTO, T.; BERTAN, I.; SILVA, G.O.; GARCIA, S.M. Tolerância à toxicidade por alumínio em cultivares de aveia (*Avena sativa* L.) sob cultivo hidropônico. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.12, n.3, p.265- 271, 2006.

SILVA, J.A.G.; CARVALHO, F.I.F.; COIMBRA, J.L.M.; VIEIRA, E.A.; BENIN, G.; OLIVEIRA, A.C.; FINATTO, T.; BERTAN, I.; SILVA, G.O.; CORREA, M.R. Tolerância ao alumínio em cultivares de aveia branca sob cultivo hidropônico. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.4, p.587-593, 2007.

SOUZA, C. N. **Caracterização física, físico-químicas e químicas de três tipos de jenipapos** (*Genipa americana* L.). 2007. 72f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2007.

VICHIATO, M.R.M.; VICHIATO, M.; CASTRO, D.M.; DUTRA, L.F.; PASQUAL, M. Alongamento de plantas de *Dendrobium nobile* Lindl. com pulverização de ácido giberélico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 16-20, jan./fev., 2007.

VOSS, M.; SOUZA, C.N.A.; BAIER, A.C.; NASCIMENTO JÚNIOR, A.; BOFF, T. **Método de avaliação de tolerância à toxidez de alumínio em trigo, em condições de hidroponia, na Embrapa Trigo**. Embrapa Trigo, Passo Fundo, 16p., 2006. Documentos Online 67. Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do67.htm. Acesso em: 20 de fevereiro de 2009.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A relevância deste estudo se deve a importância econômica que a espécie possui no Nordeste brasileiro, principalmente na Bahia e no Recôncavo Baiano. O jenipapeiro surge como uma excelente alternativa de renda, uma vez que, a sua utilização abrange desde a produção de frutos até a exploração da essência florestal na recuperação de áreas degradadas, arborização urbana, indústria madeireira e reflorestamento. Pesquisas recentes apontam o jenipapeiro como uma espécie promissora e com altas taxas de sobrevivência para a utilização em áreas degradadas.

A caracterização silvicultural de jenipapeiros procedentes de quatro municípios do Recôncavo Baiano indicou a formação de dois grupos distintos que podem ser utilizados em cruzamentos visando à obtenção de ganhos genéticos para cultura a partir da seleção de indivíduos superiores em cada grupo.

Este estudo permitiu de forma pioneira, observar o comportamento da espécie em doses de alumínio tóxico e detectou que a dose de 44 mg L^{-1} em solução nutritiva, permite a separação de indivíduos tolerantes e sensíveis, uma vez que demonstrou um maior recrescimento de raiz primária, considerado como o principal caráter a ser avaliado na identificação de tolerância a Al^{+3} . Assim, o conhecimento desta dose, permite, no futuro próximo identificar genótipos de jenipapeiros com maiores níveis de tolerância a alumínio, no intuito de solucionar o problema em áreas com elevadas concentração de Al^{+3} .

Embora os jenipapeiros avaliados apresentem sensibilidade ao ácido giberélico que caracteriza a ausência do genes Rht, a tecnologia é bastante relevante para o programa de melhoramento da espécie, pois possibilita de forma rápida e segura obter informações referente a estatura de plantas, visando sua seleção precoce, contemplando a utilização da espécie para duplo sentido: através do desenvolvimento de cultivares de porte baixo, providos do gene Rht, para atender

o mercado de frutos e cultivares com estatura elevada, para sua utilização na exploração de madeira, reflorestamento e recuperação de áreas degradadas a partir da seleção inversa, ou seja, da identificação de genótipos sensíveis ao efeito do ácido giberélico e, portanto, desprovidos do gene Rht.