UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS

HUGO LEONARDO COELHO RIBEIRO

ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS E ANÁLISE DE TRILHA PARA CARACTERES DA ARQUITETURA DA PLANTA DE FEIJÃO CAUPI (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.).

FEIRA DE SANTANA – BA

2012

HUGO LEONARDO COELHO RIBEIRO

ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS E ANÁLISE DE TRILHA PARA CARACTERES DA ARQUITETURA DA PLANTA DE FEIJÃO CAUPI (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.).

FEIRA DE SANTANA – BA

2012

HUGO LEONARDO COELHO RIBEIRO

ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS E ANÁLISE DE TRILHA PARA CARACTERES DA ARQUITETURA DA PLANTA DE FEIJÃO CAUPI (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.).

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, da Universidade Estadual de Feira de Santana, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Recursos Genéticos Vegetais.

Orientador: Dr. Carlos Antônio Fernandes Santos

FEIRA DE SANTANA – BA

2012

BANCA EXAMINADORA

Prof.ªDr.ª Adriana Rodrigues Passos

(Universidade Estadual de Feira de Santana)

Dr. Francisco Pinheiro Lima Neto

(Embrapa Semiárido)

Dr. Carlos Antônio Fernandes Santos

(Embrapa Semiárido)

Orientador e Presidente da Banca

FEIRA DE SANTANA – BA

2012

Dedico à minha esposa Jusciêne, pelo apoio, compreensão e carinho durante todo esse tempo.

AGRADECIMENTOS

"Cantai ao Senhor um cântico novo, porque fez maravilhas; a sua destra e o seu braço santo lhe alcançaram a salvação." **Salmos 98:1**

A Jesus Cristo, pela vida e por permitir que eu conseguisse chegar até aqui;

Aos meus pais, Hugo Ribeiro e Ilma, e minhas irmãs Andréa, Lulu e Valéria, pelo apoio e carinho;

Ao meu orientador, Carlos Antônio Fernandes Santos, pela dedicação e compromisso empenhado durante toda a pesquisa pelo aprendizado que venho obtendo durante todo o tempo em que permaneci em seu laboratório;

Aos colegas de turma, pelas conversas animadas nos intervalos das aulas e pelo auxílio durante as atividades;

Ao Fernando, colega de curso e amigo, pela hospitalidade e receptividade que me foi concedida em sua casa;

Aos colegas de laboratório, pelo apoio durante as pesquisas e pelo companheirismo: Laerte, Edna, Layana, Soniane, Weslany, Marciene e Renata – Muito obrigado!

Ao amigo Luiz Cláudio, pelo companheirismo e pela ajuda nas traduções dos resumos;

Aos empregados da Embrapa, Hélio, Santos, Rodrigo, Altamirando, Assis e aos estagiários, pelo auxílio dado aos experimentos realizados em campo;

À Universidade Estadual de Feira de Santana, pela grande oportunidade de realizar o curso;

À FAPESB, pela concessão da bolsa de estudos;

À Embrapa Semiárido, por todo o apoio concedido durante o desenvolvimento das pesquisas e por toda a infra-estrutura disponibilizada.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS

INTRODUÇÃO GERAL 1
A cultura do feijão caupi no Brasil 1
Arquitetura da planta do feijão caupi 2
Componentes da variância genética 5
Herdabilidade 7
Número de genes 9
Correlações entre caracteres 10
Análise de trilha 12

CAPÍTULO I - PARÂMETROS GENÉTICOS DE CARACTERES DA ARQUITETURA DA PLANTA E MATURAÇÃO DE GRÃOS DO FEIJÃO CAUPI. 28

CAPÍTULO II - CORRELAÇÕES FENOTÍPICAS E ANÁLISE DE TRILHA PARA CARACTERES DA ARQUITETURA DA PLANTA E PRODUÇÃO DE GRÃOS EM TRÊS GERAÇÕES DE FEIJÃO CAUPI. 53

CONCLUSÕES GERAIS 72

RESUMO 75

ABSTRACT 76

INTRODUÇÃO GERAL

A cultura do feijão caupi no Brasil

Segundo FREIRE FILHO et al. (2005) a planta do feijão caupi, também conhecida como feijão macassar, feijão-fradinho e feijão-de-corda, é uma *Dicotyledonea*, pertencente à ordem Fabales, família Fabácea, subfamília Faboideae, tribo Phaseoleae, subtribo Phaseolinea, gênero *Vigna*, subgênero *Vigna*, secção *Catiang*, espécie *V. unguiculata* (L.) Walp. e subespécie Unguiculata.

A introdução do feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) no Brasil ocorreu por meio de expedições realizadas por colonizadores e aventureiros que passaram pelo Continente Americano a partir do século XVI. No entanto existem muitas teorias sobre o assunto. Alguns autores citam que o feijão caupi foi introduzido a partir da Europa e do oeste da África por meio dos colonizadores espanhóis e do tráfico de escravos no século XVII (STEELE, 1976; STEELE e MEHRA, 1980). Já CORRÊA (1952) e KRUTMAN et al. (1968) citam que a cultura foi introduzida pelos colonizadores portugueses. A partir de então o cultivo do feijão caupi tem se difundido por todas as regiões do país, porém com destaque nas regiões Nordeste e Norte.

Dados disponíveis na FAO (2010) sobre a produção mundial de feijão caupi, no ano de 2007, indicam que a cultura atingiu 3,6 milhões de toneladas em 12,5 milhões de hectares. Produção esta alcançada em 36 países, destacando-se entre os maiores produtores a Nigéria, o Niger e o Brasil, os quais representam juntos, 84,1 % da área e 70,9 % da produção mundial.

No Brasil a produção de feijão caupi concentra-se nas regiões Nordeste (1,2 milhão de hectares) e Norte (55,8 mil hectares) do país, gerando em torno de 1,4 milhão de empregos ao ano e com estimativa de produção em torno de R$ 448 milhões. A cultura também está conquistando espaço na região Centro-Oeste, em razão do desenvolvimento de cultivares com características que favorecem o cultivo mecanizado. O feijão caupi contribui com 35,6 % da área plantada e 15 % da produção de feijão total (feijão caupi + feijão comum) no país (CECCON, 2010; SILVA, 2009).

No Nordeste do Brasil é predominante o cultivo do feijão caupi, sendo uma importante fonte de proteína de baixo custo e cuja plasticidade permite seu cultivo em várias formas ambientais. Os fatores responsáveis pela sua versatilidade nos sistemas de

produção são a tolerância ao estresse hídrico e pouca exigência quanto à fertilidade do solo (FREIRE FILHO et al., 2005).

A cultura do feijão caupi conhecida como um dos principais meios de subsistência dos pequenos produtores rurais, cultivado em período de sequeiro, consorciado com outras culturas e possuindo praticamente nenhum nível tecnológico, atualmente vem ocupando espaço no agronegócio brasileiro. Isso é devido aos esforços dos melhoristas e pesquisadores em obter linhagens modernas que melhor se adequem às atuais formas de cultivo, dentre os quais, alto potencial para rendimento, resistência a doenças e pragas, qualidade culinária e nutricional dos grãos, bem como plantas que possuam arquitetura moderna, permitindo maior adensamento e colheita inteiramente tecnificada (BEZERRA et al., 2008; RODRIGUES, 2011).

Arquitetura da planta do feijão caupi

FREIRE FILHO et al. (2005) definem a arquitetura da planta como: conjunto de características que delineiam a forma, o tamanho, a geometria e a estrutura externa da planta. Tomando como base esse conceito, a arquitetura da planta de feijão caupi é resultado da interação dos caracteres: hábito de crescimento, comprimento do hipocótilo, do epicótilo, dos entrenós, dos ramos principais e secundários e do pedúnculo das vagens, disposição dos ramos laterais em relação ao ramo principal, disposição dos pedúnculos das vagens em relação à copa da planta e consistência dos ramos.

O mesmo autor afirma queo comportamento do epicótilo juntamente com a espessura e a consistência dos ramos tem grande influência no grau de resistência das plantas ao acamamento e a combinação de todos esses caracteres produz os tipos de portes em feijão caupi. Ocorrem quatro tipos principais de porte de planta, havendo uma ampla variação dentro de cada tipo, a qual ainda não foi estudada e caracterizada adequadamente. Estes são:

Tipo 1 – Ereto: ramos principais e secundários curtos, ramo principal ereto, com os ramos secundários formando um ângulo que pode variar de reto a agudo com o ramo principal; contudo, a partir do terço médio, os ramos secundários tornam-se paralelos ao ramo principal.

Tipo 2 – Semi-ereto: ramos principais e secundários de tamanho curto a médio, ramo principal ereto com os ramos secundários formando um ângulo reto com o ramo principal, geralmente sem tocar o solo.

Tipo 3 – Semi-prostrado: ramos principais e secundários de tamanho médio, ramo principal ereto com os ramos secundários inferiores tocando o solo; a partir de seu terço médio, os ramos apresentam tendências de se apoiar em suportes verticais.

Tipo 4 – Prostrado: ramos principais e secundários longos, ramo principal curvado com os ramos secundários inferiores tocando o solo em quase toda a sua extensão e apresentando pouca tendência de se apoiar em suportes verticais.

A planta do feijão caupi apresenta dois tipos de ramificação: o determinado e o indeterminado. No primeiro tipo, o caule produz um número limitado de nós, cessando o crescimento quando emite uma inflorescência. Nas plantas de ramificação indeterminada, o caule continua crescendo e emitindo novas ramas secundárias e gemas florais (ARAÚJO et al., 1981). Esse tipo é o mais comumente cultivado no Brasil (MACHADO et al., 2007).

ADAMS (1973) reportou que para a construção do ideótipo de uma cultura é necessário a identificação dos componentes fisiológicos e morfológicos relacionados ao rendimento de campo, onde existe variação genética a ser explorada. Também recomenda a realização de avaliações em um ou mais locais, para melhor entendimento dos mecanismos envolvidos. No caso da construção do ideótipo através de programas de melhoramento, deve-se realizar comparação com variedades padrões. O mesmo autor sugere ainda a seleção de alguns caracteres em feijoeiro comum (*Phaseolusvulgaris*), tais como: caule ereto, número de nós e internós, comprimento do caule, tamanho da folha e sua orientação, e hábito de crescimento determinado. Esses caracteres estão relacionados com as respostas fisiológicas da planta, como por exemplo, o número de nós, que quanto mais elevado, maior é a probabilidade de aumento na produção do número de vagens por planta e por consequência, maior número de grãos. O tamanho e a orientação da folha permitem maior interceptação de luz, melhores taxas de absorção de CO_2 e de nitratos para formar aminoácido e proteínas.

O conhecimento da variabilidade existente nas populações e o quanto dessa variabilidade é de origem genética, são de fundamental importância em qualquer programa de melhoramento, pois permite estimar parâmetros genéticos de muita utilidade para os melhoristas (MATOS FILHO, 2006), sendo também necessário o conhecimento da herança dos caracteres, como herdabilidade, manifestações de aditividade, dominância e sobredominância (ADAMS, 1982).

De acordo com IBARRA (1966), a herança da arquitetura da planta do feijoeiro comum tem sido estudada por diversos autores desde o começo do século XX até o presente, sem, no entanto ter sido elucidada. Isso se deve à sua complexidade, pois na

expressão da arquitetura da planta participam vários outros caracteres, tais como: posição da inflorescência (axiliar ou terminal), porte e comprimento da haste principal.

O ideótipo em feijão comum inclui um número moderado de ramos laterais, hipocótilo grosso, estatura alta e perfil estreito (ADAMS, 1982). Segundo IBARRA (1966) e KORNEGAY et al. (1992), em trabalhos com feijoeiro comum, o hábito de crescimento tem herança simples, sendo recessiva para o tipo determinado.

Segundo COSTA (1996), um ideótipo desejável de planta de soja, para proporcionar rendimentos elevados, deve reunir: estatura de planta igual ou superior a 0,65 m; inserção dos primeiros legumes superior a 0,10 m; resistência a doenças, insetos, pragas, nematóides, acamamento e deiscência; boa qualidade fisiológica da semente; adaptação às condições locais de ambiente e sistema agrícola; alta capacidade de extração de fósforo; além de tolerância a deficiências e excessos hídricos. A altura da planta de soja é considerada um parâmetro importante pela sua relação com a produção, controle de plantas daninhas, acamamento e eficiência na colheita mecânica. Seu crescimento em altura depende da elongação do caule, que ocorre em função do número e do comprimento dos internódios (TAIZ e ZEIGER, 2004).

Para SANTOS e RIBEIRO (2009), o desenvolvimento de cultivares de feijão caupi de porte ereto e crescimento determinado visando à introdução de colheita mecânica, encontra-se em fase inicial, apesar de possuir potencial para cultivo em áreas irrigadas, em consorcio com fruteiras nos primeiros anos do plantio dos pomares e também nos períodos de poda. Para os melhoristas que pesquisam a cultura,o desenvolvimento de cultivares de feijão caupi possuindo ideótipo próximo às cultivares modernas de soja é desafiador (SANTOS et al., 2007).

IBARRA (1966) estimou para o comprimento do ramo principal, graus de dominância maiores do que 1 (1,10; 1,17; 1,19) e concluiu pela existência de um gene maior, dominante, controlando o caráter, no entanto admitindo a influência de genes aditivos.

De acordo com BRITTINGHAM (1950), o porte enramador do feijão caupi é dominante sobre o arbustivo, segregando na proporção de 3 : 1. SINGH e JINDLA (1971) apresentaram os genes: Vi-1, Vi-2 e Vi-3 para o controle do porte da planta. SUMMERFIELD et al. (1985) concluíram a partir de estudos fisiológicos em feijão caupi, que o número de nós reprodutivos é componente importante para a produção de grãos, mesmo com baixos coeficientes de determinação genética. BEZERRA et al. (2001)

encontraram correlação genética positiva entre o número de nós do ramo principal e rendimento de grãos.

Componentes da variância genética

Os componentes da variância representam as variâncias associadas aos efeitos de um modelo estatístico, podendo ser estimadas por meio da obtenção das esperanças matemáticas dos quadrados médios de uma análise de variância. A estimação dos referidos é de grande importância, tanto na estatística experimental quanto na genética e no melhoramento vegetal. Na estatística experimental, é fundamental para indicação da expressão adequada do teste F. Em relação à genética e ao melhoramento, as estimativas dos componentes da variância são utilizadas para se obter outras estimativas, tais como: coeficiente de herdabilidade, ganho esperado com a seleção e correlação entre caracteres (RAMALHO et al., 1993;RAMALHO et al., 2005).

Segundo RAMALHO et al. (1993), o uso da variância, sendo uma estatística de segunda ordem em relação à média que é de primeira ordem, é preferível porque a ultima pode, certas vezes, não representar realmente o que está ocorrendo, uma vez que pode ocorrer, por exemplo, que os genes dominantes estejam presentes na manifestação da expressão de um determinado caráter, mas atuando em sentidos opostos nos vários locos, ocasionando efeito final pequeno ou nulo, acarretando equívocos na interpretação do que realmente ocorre. Com o uso da variância, essa desvantagem é eliminada, pois como os efeitos individuais de cada loco são elevados ao quadrado, não há possibilidade deles se anularem.

O emprego da variância no estudo dos caracteres quantitativos se deu no início do século XX por FISHER (1918). Este demonstrou pela primeira vez que a variância hereditária em uma população de acasalamento ao acaso pode ser dividida em três partes: (1) uma porção aditiva associada a efeitos médios de genes, (2) uma parte devido à dominância por interações alélicas, e (3) uma parte devido a efeitos epistáticos. O autor demonstrou que a covariância entre parentes é função de quantidades diferentes dos componentes da variância genética (SOUZA JÚNIOR, 1989).A teoria geral para a composição da variância hereditária foi desenvolvida por COCKERHAM (1954) e KEMPTHORNE (1954). HALLAUER e MIRANDA FILHO (1981) concluíram então que, em geral, a variância genética total pode ser dividida em cinco componentes, sendo estes:

variância aditiva ($\hat{\sigma}^2_{\mathrm{A}}$), variância devida à dominância ($\hat{\sigma}^2_{\mathrm{D}}$), variância epistática pela interação aditiva-aditiva ($\hat{\sigma}^2_{\mathrm{AA}}$), variância epistática pela interação aditivo-dominante ($\hat{\sigma}^2_{\mathrm{AD}}$) e variância epistática pela interação dominante-dominante ($\hat{\sigma}^2_{\mathrm{AD}}$).

Segundo CRUZ (2005), os componentes de variância auxiliam nas decisões sobre a escolha de métodos de melhoramento mais eficientes para o desenvolvimento de cultivares superiores.

Usualmente, em plantas autógamas, as populações são analisadas pelo método das gerações, são obtidas através de cruzamentos entre plantas com caracteres de interesse agronômico, contrastantes, formando gerações F_1 e F_2 e também de retrocruzamentos. Dessa forma, podem-se obter valores referentes aos componentes de média e variância e,em conseqüência, é realizada a análise de gerações, que permite estimar as proporções de causas genéticas e não genéticas no desempenho da população avaliada (CRUZ, 2005; CRUZ e REGAZZI, 1994; RAMALHO et al., 1993).

TEIXEIRA et al. (1999), trabalhando com feijão comum, mostraram que a arquitetura de planta é bastante influênciada pelo ambiente. Constataram que entre os caracteres morfológicos associados ao porte, o comprimento dos entrenós foi o que apresentou maior variação, ocorrendo predominância do efeito aditivo no controle do caráter.

Estudos feitos por SANTOS e VENCOSVSKY (1986), em feijão comum, revelaram que o controle gênico aditivo foi predominante em relação ao de dominância para os caracteres altura de inserção da primeira vagem, comprimento do ramo principal e número de internódios do ramo principal.

MATOS FILHO (2004), avaliando onze populações provenientes de cruzamentos de feijão caupi, observou que nos caracteres comprimento e número de nós do ramo principal houve predominância da variância genética sobre a ambiental, sendo a variância devido à dominância superior à aditiva em ambos os caracteres. MATOS FILHO et al. (2006), trabalhando com caracteres relacionados a porte da planta de feijão caupi, reportaram variância genotípica superior à ambienta, na qual a variância aditiva foi maior para um cruzamento e menor para outro cruzamento em relação à variância devido à dominância.

MACHADO et al. (2008), bem como BEZERRA (1997), observaram em genótipos de feijão caupi, valores estimados para a variância genética próximos aos resultados obtidos para a variância fenotípica e superiores aos observados para a variância ambiental,

com isso concluíram que houve maior influência do componentes genéticos em relação aos componentes ambientais na expressão dos caracteres estudados. AQUINO e NUNES (1983), avaliando caracteres de produção em caupi, reportaram os componentes de variância fenotípica e genotípica onde verificaram que a ultima era superiorà variância ambiental. BORDIA et al. (1973) verificaram que a variância ambiental era superior à variância genotípica para o caráter produtividade de grãos.

Herdabilidade

O conceito de herdabilidade, um dos parâmetros genéticos que mais contribui para os trabalhos de melhoramento, surgiu para quantificar se as diferenças entre os indivíduos são de origem genética ou derivadas de fatores ambientais. Ela fornece a proporção da variância genética existente na variância fenotípica total, estimando a confiabilidade do valor fenotípico como indicador do valor reprodutivo (HORNER, 1957; RAMALHO et al., 1993).

FALCONER (1987) cita que a herdabilidade de um caráter métrico é um dos mais importantes parâmetros, pois expressa a proporção da variância total que é atribuída ao efeito médio dos genes, determinando o grau de semelhança entre parentes.

Existem duas formas de estimar a herdabilidade, uma no sentido restrito e outra no sentido amplo. Enquanto a segunda considera a variância genética total em relação à variância fenotípica, a primeira relaciona apenas a variância genética aditiva com a variância fenotípica (DUDLEY e MOLL, 1969; LUSH, 1964). Segundo DUDLEY e MOLL (1969), a variância genética aditiva é determinada pela relação entre a freqüência gênica e o efeito médio de substituição de um alelo por outro. HANSON (1963) citou que a herdabilidade no sentido restrito pode ser usada para estimar o real melhoramento do processo de seleção, já a herdabilidade no sentido amplo pode ser considerada como o limite superior da herdabilidade restrita.

A herdabilidade é uma ferramenta de grande potencial, possibilitando a estimaçãonos programas de melhoramento vegetal, dentre os quais, do ganho de seleção e a definição da estratégia para a seleção dos melhores genótipos (BRIM, 1973; FEHR, 1987; ROBINSON, 1963). Sendo a herdabilidade, alta, a seleção individual de plantas nas gerações iniciais é eficaz; sendo baixa, a prática da seleção deve ser feita em gerações mais avançadas. No entanto, BRIM (1973) cita que a elevada pressão de seleção nas gerações

precoces com caracteres de alta herdabilidade pode ocasionar diminuição da variabilidade genética para outros caracteres que possuem baixa herdabilidade.

O símbolo usualmente empregado para herdabilidade é representado por h^2, não sendo elevado ao quadrado (FALCONER, 1987). Quando h^2=1, o fenótipo é completamente definido pelo genótipo, não havendo influência do ambiente sobre a magnitude do caráter, e sendo h^2=0, a variabilidade do caráter não tem origem genética (ALLARD, 1971).

Para um caráter estudado, a herdabilidade não possui valor constante, estando relacionada com uma determinada população, determinado ambiente, o modelo genético adotado e a precisão experimental (FALCONER, 1987; FEHR, 1987; LUSH, 1964; ROBINSON, 1963). Dessa maneira, comparações entre valores de herdabilidade de um determinado caráter, obtidos em diferentes trabalhos, podem ter utilidade suspeita, não sendo um procedimento aconselhável (DUDLEY e MOLL, 1969).

Algumas estimativas de herdabilidade no sentido amplo para caracteres relacionados ao hábito de crescimento em feijão caupi podem ser vistas na Tabela 1. Para o caráter altura da planta, os valores de herdabilidade variaram entre 15,7% e 97,9%. Estimativas de herdabilidade também foram reportadas para o número de ramos por planta com valores entre 22,9% e 96,6%, e para o número de nós, variando entre 5% e 8,3%. Dados que mostram claramente, portanto, a variação envolvida nas estimativas de herdabilidade para cada caráter estudado. Segundo FREIRE FILHO (1988), diferenças para a herdabilidade são compreensíveis, pois nos estudos são envolvidos diferentes tipos de materiais genéticos, avaliados em épocas e ambientes diferentes.

Além dos valores de herdabilidade citados por SINGH et al. (1997), outras estimativas foram publicadas. Numa revisão de literatura realizada porFREIRE FILHO (1988), as estimativas de herdabilidade para os caracteres morfológicos de feijão caupi mais estudados foram: altura de planta com 43,6% e número de ramos por planta com 46,2% e comprimento de ramo principal com 50,6%.BARRIGA e OLIVEIRA (1982), assim como ROCHA et al. (2003), obtiveram altos valores de herdabilidade para caracteres como dias para florescimento, número de grãos por vagem e peso de 100 grãos.Realizando estudos sobre componentes da arquitetura da planta em feijão comum, KORNEGAY et al. (1992) obtiveram herdabilidade entre baixa (21%) e média (58%) para comprimento de guia ou ramo principal, entre 17% e 60%para número de nós do ramo principal eentre 17% e 55% para altura de planta.

Número de genes

A estimativa do número de genes envolvidos no controle de uma determinada característica auxilia o melhorista na decisão sobre o método de melhoramento a ser utilizado, bem como fornece a indicação do grau de dificuldade para se atingir o objetivo desejado (RAMALHO et al. 1993).

Segundo LANDE (1981), as estimativas do número de genes que contribuem para a variação de caracteres quantitativos dentro e entre populações são fundamentais para o estudo dos mecanismos de hereditariedade e evolução. A teoria de múltiplos fatores da herança e evolução de caracteres quantitativos, revisado por WRIGHT (1968), sustenta que a variância hereditária em características quantitativas dentro das populações é causada pela segregação de múltiplos fatores genéticos e que grandes mudanças evolucionárias em caracteres quantitativos geralmente ocorrem durante o processo darwiniano de acumulação de inúmeros fatores genéticos com efeitos individualmente pequenos. Esta teoria é apoiada por vários tipos de evidências, incluindo (i) experimento artificial de seleção onde as populações evoluem muito além dos limites de variação na população base original (FALCONER, 1987), (ii) correlações de caracteres quantitativos com múltiplos marcadores genéticos introduzidos nos cruzamentos entre diferentes linhas (DOBZHANSK, 1936, 1951; SMITH, 1937), e (iii) padrões de segregação seguindo hibridização entre linhas muito diferentes, raças ou espécies (WRIGHT, 1968).

De acordo com RAMALHO et al. (1993), quanto maior o número de genes envolvidos na expressão de um caráter, maior será o número de combinações genotípicas possíveis na população estudada e, além disso, maior será o número de gerações necessárias para se obter a homozigose completa, no caso de espécies autógamas. Isso ocorre porque, por exemplo, para cada gene com dois alelos, são esperadas três combinações genotípicas diferentes. Para obtenção da homozigose é necessário a autofecundação de cada geração, pois a proporção da heterozigose é reduzida à metade em cada geração, sendo assim, quanto maior o número de genes envolvidos, mais complexos e demorado será o programa de melhoramento para o caráter estudado. No geral, quando há poucos genes envolvidos no caráter estudado, maior é a facilidade no melhoramento com vista à obtenção de genótipos possuindo o caráter de interesse agronômico.

A determinação acurada do número de genes para um determinado caráter é demasiadamente difícil de ser estimada, principalmente pelo efeito do ambiente na manifestação do caráter. Sendo assim, existe uma preocupação de estimar valores

próximos do real, e segundo LANDE (1981) e RAMALHO et al. (1993), existem algumas metodologias e técnicas estatísticas para a estimação do número de genes (FISHER et al., 1932; JINKS e TOWEY, 1976; PANSE, 1940a, b; PARK, 1977a, b; SEREBROVSK, 1928; STUDENT, 1934; TAN e CHANG, 1972; WENG, 1966, 1968). Para LANDE (1981), a metodologia original de WRIGHT (1952), parece ser a mais simples.

O número de genes relacionados a caracteres que envolvem porte e produtividade em feijão caupi foi estimado e reportado em alguns trabalhos. ROCHA et al. (2009) estimou cinco genes controladores do comprimento do pedúnculo. LOPES et al. (2003) avaliando o controle genético do tamanho em sementes de caupi, reportou cinco genes responsáveis pelo controle do peso de 100 sementes. MATOS FILHO (2006), avaliando dois cruzamentos de feijão caupi, estimou cinco e nove genes que controlam o comprimento do ramo principal e 36 e 18 genes que controlam o número de nós. SANTOS et al. (2005) reportaram de um a três genes envolvidos no controle genético dos caracteres comprimento da haste principal e dias para floração em cruzamentos de feijão caupi.

Correlação entre caracteres

De acordo com WRIGHT (1921), Bravais, em 1846, estabeleceu a definição da relação matemática entre duas variáveis, no qual foi nomeada de coeficiente de correlação por Galton em 1888.

O coeficiente de correlação assume que há uma relação linear entre duas variáveis, ou seja, que sempre a mudança em uma variável envolve alteração constante no valor médio de outra variável (WRIGHT, 1921). Quando ocorre aumento nas duas variáveis, o valor é positivo e quando uma variável aumenta e outra diminui, o valor é negativo. Segundo STEEL e TORRIE (1980), a correlação é uma medida do grau com que duas variáveis variam juntas, ou uma medida de intensidade de associação entre essas variáveis, podendo ocorrer de forma sinérgica ou antagônica.

A correlação reflete o grau de associação entre dois caracteres. Seu conhecimento é importante, pois possibilita ao melhorista saber como a seleção para um caráter influência a expressão de outro. Pode ser realizada a partir da medida de dois caracteres em certo número de indivíduos na população, objetivando aprimorar o material genético para um conjunto de características. Possui causas genéticas e ambientais, sendo que somente as causas genéticas envolvem associação de natureza herdável, podendo, por conseguinte, ser utilizada em um programa de melhoramento (CRUZ e REGAZZI, 1994).

Os estudos de correlações possuem grande importância em programas de melhoramento, principalmente quando a seleção de um caráter de interesse apresenta dificuldades, por ser um caráter de baixa herdabilidade e por apresentar problemas em sua identificação ou medição. A correlação simples permite avaliar a magnitude e o sentido das relações entre dois caracteres, sendo de grande utilidade no melhoramento por permitir a seleção indireta, que em alguns casos, pode levar a progressos mais rápidos do que a seleção do caráter desejado (CRUZ e REGAZZI, 1994).

CRUZ e REGAZZI (1994) fazem algumas observações sobre o coeficiente de correlação: a) é adimensional e seu valor absoluto não ultrapassa a unidade, sendo positivo ou negativo; b) o coeficiente igual a zero reflete a falta de relação linear e não associativa entre duas variáveis; c) a independência entre duas variáveis ocorre quando a correlação é nula e as variáveis apresentam distribuição normal bidimensional. O fato de uma variável ser considerada constante, por teste de significância, implica ausência de correlação com qualquer outra variável.

A correlação negativa entre duas variáveis indica que a seleção para aumento em conjunto será dificultada, pois a seleção para aumento em uma variável resultará numa tendência contrária para a outra variável (SILVA, 1982).

O conhecimento da associação entre produtividade de grãos e seus componentes é de suma importância para a seleção de parentais e populações segregantes promissoras, tornando eficiente o processo de seleção (BORA et al., 1998). É de extrema utilidade para orientar e agilizar o desenvolvimento de genótipos, como também indispensável para se compreender os componentes morfológicos relacionados à arquitetura da planta, qualidade de grãos e resistência aos fatores abióticos (LOPES et al., 2001).

Avaliando feijão comum, BROTHERS e KELLY (1993) observaram que o ângulo do ramo teve maior contribuição na arquitetura em relação ao diâmetro do hipocótilo e a altura de planta, havendo correlação negativa para valores de arquitetura e ângulo do ramo.

Para COLLICCHIO et al. (1997), o porte do feijão comum e o peso de 100 grãos não têm associação, podendo nesse caso, selecionar indivíduos eretos com qualquer tamanho de grão.

Vários trabalhos reportaram estimativas de coeficiente de correlação envolvendo caracteres relacionados à arquitetura de planta em feijão caupi. PANDEY et al. (1981) estimaram correlações negativas entre o comprimento de vagem com a biomassa da raiz (-0,90), circunferência do caule (-0,76) e números de nódulos por planta (-0,79); e positivas

entre a circunferência do caule com o tamanho da folha (0,80), biomassa por planta com o índice de área foliar (0,89) e taxa de crescimento (0,91).

Correlações positivas foram obtidas por OLIVEIRA et al. (1990) entre os caracteres comprimento do ramo principal, número de ramos laterais e número de nós do ramo principal com quantidade de folhas por planta. No entanto, o último caráter correlacionou-se negativamente com o número de sementes por vagem. Os caracteres comprimento do ramo principal, número de nós do ramo principal, área foliar e número de ramos laterais apresentaram efeito indireto positivo na produção de grãos, via número de vagens por planta. BEZERRA (2001) observou efeito direto negativo do número de nós do ramo principal sobre o rendimento de grãos (-0,52), com correlação genética de 0,32.

Segundo SANTOS e GILMARA (2004), o número de vagem por planta foi a variável de maior importância para a produção. Este caráter apresentou correlação não-significativa com comprimento da haste principal, nos dois cruzamentos realizados em feijão caupi, sugerindo a possibilidade do desenvolvimento de linhagens com maior número de vagem e com menor comprimento do ramo principal.

O número de vagens por planta e o peso de 100 sementes apresentaram correlações genotípicas significativas de -0,76 (ARYEETEY e LAING, 1973), 0,98 (ROCHA et al., 2003) e -0,43 (BARRIGA e OLIVEIRA, 1982). Com relação ao comprimento de vagem e peso de 100 sementes, ARYEETEY e LAING (1973) também estimaram correlações genotípicas significativas e de boa magnitude (0,95).

Para rendimento de grãos, SINGH e MEHNDIRATTA (1969) obtiveram correlações fenotípicas significativas com número de vagens por planta (0,43), número de sementes por vagem (0,55) e peso de cem grãos (0,40). Já ARYEETEY e LAING, (1973) e ROCHA et. al. (2003) relatam correlações genotípicas significativas do rendimento de grãos com número de vagens por planta (0,89 a 0,98), comprimento de vagem (-0,90), número de grãos por vagem (0,46 a 0,97) e peso de cem grãos (0,97). Segundo BARRIGA e OLIVEIRA (1982), em cultivares não prostradas, as correlações genotípicas entre produção de grãos por parcela foram positivas com o número de grãos por vagem (0,60) e peso de cem grãos (0,93).

Análise de trilha

A análise de trilha consiste no estudo dos efeitos diretos e indiretos de caracteres sobre uma variável básica, cujas estimativas são obtidas por meio de equações de

regressão, em que as variáveis são previamente padronizadas (CRUZ e REGAZZI, 1994; DEWEY e LU, 1959;LI, 1956).

A determinação do coeficiente de correlação simples, apesar de ser de grande utilidade na quantificação da magnitude e direção das influências dos fatores avaliados para determinação de caracteres complexos, não da à exata importância relativa dos efeitos destes fatores (CRUZ e REGAZZI, 1994), necessitando que o melhorista faça uso do artifício da análise de trilha, desenvolvido por WRIGHT (1921) e pormenorizada por LI (1975).

DEWEY e LU (1959) foram um dos primeiros a utilizarem a análise de trilha no melhoramento vegetal, na cultura "crestedwheatgrass" (*Agropyroncristatum*), considerando os efeitos diretos e indiretos de quatro variáveis sobre a produção de sementes. WRIGHT (1921), ao desenvolver esse método, exemplificou em duas situações sendo: 1) peso ao nascer de cobaias ("guineapigs") e b) na transpiração de plantas.

CRUZ e REGAZZI (1994) e LI (1955, 1956) apresentaram algumas propriedades associadas à metodologia: 1) a trilha ("path") é direcional e seus coeficientes, os quais expressam os efeitos diretos de caracteres, podem assumir valores maiores que a unidade, negativos ou positivos; 2) pode ser usado para comparar efeitos de caracteres mensuráveis em escalas diferentes, pois é um coeficiente de regressão padronizado; 3) duas variáveis podem não ser correlacionadas, mas o coeficiente de trilha pode assumir valores diferentes de zero; 4) duas variáveis podem ser completamente determinadas pela mesma causa em comum e, mesmo assim, não apresentarem correlação. Para LI (1956), a análise de trilha é muito facilitada pela formulação de um diagrama ou rede causal, demonstrando o inter-relacionamento das variáveis de interesse.

A análise de trilha tem sido descrito por vários autores e empregado com sucesso em muitos programas de melhoramento genético com o objetivo de entender os artifícios, as causas e os efeitos, envolvendo a associação entre caracteres, como também, decompor a correlação existente em efeitos diretos e indiretos através de uma variável principal, como por exemplo, a produtividade de grãos, associado a algumas variáveis secundarias como, por exemplo, o número de grão por vagem e o peso de cem grãos, em feijão caupi (KUREK et al., 2001).

GOPALAN e BALASUBRAMANIAN (1993), estudando os componentes de produção em feijão caupi, obtiveram, entre os caracteres altura de planta e rendimento de grãos, coeficiente de correlação genética positivo (r_g = 0,738), porém um efeito direto inexpressivo (0,006).

Em feijão caupi, NAKAWUKA e ADIPALA (1999) reportaram que o número de vagens por planta e o número de grãos por vagem foram os componentes de produção que exerceram maior efeito positivo sobre a produtividade de grãos.

O número de vagens por planta e o peso de cem grãos apresentaram maior efeito direto positivo sobre a produtividade de grãos em estudos conduzidos em genótipos e populações de feijão caupi por HAMID et al. (1996),LAL et al. (2007), OLIVEIRA et al. (2006), SOUZA et al. (2006), UDOM et al. (2006) e VISHWA et al. (2009).

Vários trabalhos têm mostrado um efeito direto positivo do caráter número de dias para o inicio da floração sobre a produtividade de grãos em feijão caupi (BEZERRA et al., 2001; BIRADAR et al., 1991;KUMARI et al., 2010; OSENI et al., 1992; SIDDIQUE e GUPTA, 1991, 1992).

Emestudo conduzido com genótipos precoces e eretos de feijão caupi, DIAS (2009) verificou que o efeito direto positivo de maior magnitude sobre a produtividade de grãos foi apresentado pelos caracteres número de grãos por vagem e peso de cem grãos, enquanto que maior efeito negativo foi proporcionado pelo comprimento de vagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, M. W. Plant architecture and physiological efficiency in the field bean. In: Potentials of Field Beans and Other Legumes in Latin America..**CIAT**, Cali, p. 266-278. 1973.

ADAMS, M. W. Plant architecture and yield breeding.**Iowa State Journal of Research.**p.225-254. 1982.

ALLARD, R. W. **Princípios do melhoramento genético das plantas.** São Paulo, Edgard Blucher,1971. 391p.

AQUINO, S. F. de; NUNES, R. P. Estrutura genética de populações de caupi e suas implicações no melhoramento genético através da seleção.**Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 18, n. 04, p. 399-412, 1983.

ARAÚJO, J. P. P. de; SANTOS, A. A. dos; CARDOSO, M. J.; WATT, E. E. Nota sobre a ocorrência de uma inflorescência ramificada em caupi (Vigna unguiculata (L.) Walp. Subsp, unguiculata) no Brasil.**Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 12, n. 1/2, p. 187-193, 1981.

ARYEETEY, A. N.; LAING, E. Inheritance of yield componentes and their correlation with yield in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.)Walp.).**Euphytica** 22: 386-392. 1973.

BARRIGA, R. H. M. P.; OLIVEIRA, A. F. F. de. **Variabilidade genética e correlações entre o rendimento e seus componentes em feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) na região amazônica**. Belém: 16p. EMBRAPA/CPATU 1982. 16p. (Boletim de pesquisa, 38).

BEZERRA, A. A. de C. **Variabilidade e diversidade genética em caupi (*Vigna unguiculat*a (L.) Walp.) precoce, de crescimento determinado e porte ereto e semi ereto.** 1997. 105f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Curso de Pós-graduação em Botânica, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

BEZERRA, A. A. de C.; ANUNCIAÇÃO FILHO, C. J. da; FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q. Inter-relação entre caracteres de caupi de porte ereto e crescimento determinado.**Pesquisa Agropecuária Brasileira,**Brasília, v. 36, p. 137-142, 2001.

BEZERRA, C. A. A.; TAVORA, F. A. J. F.; FREIRE FILHO, R. F.; RIBEIRO, Q. R. Morfologia e produção de grãos em linhagens modernas de feijão caupi em diferentes densidades populacionais.**Revista de Biologia e Ciências da Terra,** Campina Grande, v. 8, n.1, p. 85- 93, 2008.

BIRADAR, B. D.; GOUD, J. V.; PATIL, S. S. Astudy on character association and path coefficient in cowpea.**Journal Maharashtra Agricultural Universities**, Poona, v. 16, n. 1, p. 27-29, 1991.

BORA, G. C.; GUPTA, S. N.; TOMER, Y. S.; SINGH, S. Genetic variability, correlation and path analysis in faba bean (*Viciafaba*). **Indian Journal of Agricultural Sciences,** New Delhi, v. 68, n. 4, p. 212-214, 1998.

BORDIA, P. C.; VENDRA, J. P. V.; KUMAR, S. Genetic variability and correlation studies in cowpea (*Vigna sinensis*L. Savi ex Hassk.).**Rajasthan Journal of Agricultural Science,** v. 4, n. 01, p. 39-44, 1973.

BRIN, A. E. **Quantitative genetics and breeding.**In: CALDWELL, B. E., ed. Soybeans: improvement, production and uses. Madison, America Society of Agronomy. p. 158-161. 1973.

BRITTINGHAM, W. H. The inheritance of date of pod maturity, pod lenght, seed shape and seed size in the southern pea, *Vigna sinensis*.**Proc. Am. Soc. Hortic.Science,**v. 56, p. 381-388, 1950.

BROTHERS, M. E.; KELLY, J. D. Interrelationship of plant architecture and yield

components in pinto bean ideotype.**Crop Science**, v. 33, p. 1234 – 1238, 1993.

CECCON, G.; MATOSO, O. A. **Feijão caupi é pesquisado no Centro-Oeste.**2010.Disponivel em: <http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?id=41173>.Acessoem: 16 novembro 2010.

COCKERHAM, C. C. Na extension of the concepto of partitioning hereditary variance for analisys of covariances among relatives when epistasis is present.**Genetics,**v. 39, p. 859-82, 1954.

COLLICCHIO, E.; RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. de F. B. Associação entre o porte da planta de feijoeiro e o tamanho dos grãos.**Pesquisa Agropecuária Brasileira.**v. 32, p.97–304, 1997.

CORRÊA, M. P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas.** Rio de Janeiro. Imprensa Nacional, 1952.v. 3, p.70-111.

COSTA, J. A. **Cultura da soja**. Porto Alegre: Ed. do autor, 1996. 233 p.

CRUZ, C. D. **Princípios de genética quantitativa.** Viçosa: UFV, 2005. 394p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.**Viçosa: UFV. 1994. 309p.

DEWEY, D. R.; LU, K. H.A correlations and path-coefficient analysis of components of crested wheatgrass seed production.**AgronomyJournal,**v. 51, p. 515-518, 1959.

DIAS, F. T. C. **Utilização de técnicas multivariadas e moleculares na caracterização e seleção de genótipos de feijão caupi de porte ereto e ciclo precoce.**2009, 99 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceara, Fortaleza.

DOBZHANSKY, T. H. **Genetics and the Origin of Species**, 3rd edition. Columbia University Press, New York. 1951.

DOBZHANSKY, T. H. Studies *on* hybrid sterility. 11. Localization of sterility factors in *Drosophila pseudoobscura*hybrids.**Genetics,**v. 21, p.113-135, 1936.

DUDLEY, J. W.; MOLL, R. W. Interpretation and use of estimates of the heritability and genetic variances in plant breeding.**Crop Science,**v. 9 (3), p. 257-62, 1969.

FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa.** Trad. de SILVA, M. A. e SILVA, J. C. Viçosa, UFV, Imp. Univ, 1987. 279p. (Original em inglês, 1960).

FAO. **Crops. cowpeas, dry.**2010.Disponivel em: < http://faostat.fao.org /site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>. Acessoem: 19 out. 2011.

FEHR, R. W. **Principles of cultivar development**. New York, MacMillan Publishing Company,1987. p. 95-105.

FISHER, R. A. On the correlations between relatives on the supposition of Mendelian inheritance.**Trans. R. Soc.** Edinburgh, v. 52, p. 399-422, 1918.

FISHER, R. A.; IMMER, F. R.; TEDIN, O.The genetical interpretation of statistics of the third degree in the study of quantitative inheritance.**Genetics,**v. 17, p.107-124, 1932.

FREIRE FILHO, F. R. Origem, evolução e domesticação do caupi. In: ARAÚJO, J.P.P. de; WATT, E. E. (Org.) **O caupi no Brasil.** Brasília, DF. Embrapa-NPAF; Ibadan: IITA, 1988. p. 27-46.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; BARRETO, P. D.; SANTOS, A. A. Melhoramento Genético. In: FILHO, F. R. F.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. (Eds.). **Feijão caupi: Avanços Tecnológicos**. 1ª edição. Brasília: Embrapa, 2005. I, p. 29-75.

GOPALAN, A.; BALASUBRAMANIAN, M. **Component analysis for fodder yield in cowpea.**Madras Agricultural Journal, v. 80, n. 4, p. 190-193, 1993.

HALLAUER, A, R.; MIRANDA FILHO, J. B. Quantitative genetics in maize breeding.**Ames,** Iowa State University Press, 1981. 486p.

HAMID, F.; SALEEM, M.; SHAN, K. B. A.; NAVEED, A.; IKRAM, M. Correlation and path analysis in cowpeas (Vigna unguiculata).**Journal of Animal and Plant Sciences**, v. 6, n. 3-4, p. 109-110, 1996.

HANSON, W. D. Heritability. In: HANSON, W. D.; ROBINSONM H. F. **Statistical Genetics and Plant Breeding.** Washington, NAS-NCR, 1963.

HORNER, T. W.; FREY, K J. Methods for determining natural areas for oat varietal recomendations.**AgronomyJournal,** v. 49, p. 313-315, 1957.

IBARRA, S. A. O. **Contribuição ao estudo da herança de crescimento em *Phaseolusvulgaris*L**. 1966, 56f. Tese (Mestrado em Agronomia) Escola superior Luis de Queiroz, Piracicaba.

JINKS, J. L.; TOWEY, P. Estimating the number of genes in a poligenic system by genotype assay.**Heredity**, v. 37, n. 1, p. 69-81, 1976.

KEMPTHORNE, O. The correlation between relatives in a random mating populations.**Proc. R. Soc.** London, v. 143, p. 103-13,1954.

KORNEGAY, J.; WHITE, J.W.; CRUZ, O.O. dela. Growth habit and gene pool effects on inheritance of yield in common bean.**Euphytica**, v.62, p. 171-180, 1992.

KRUTMAN, S.; VITAL, A. F.; BASTOS, E. G. **Variedades de feijão macássar*Vigna sinenses*L.: manual de características e reconhecimento.**Recife, IPEANE, 1968. 46p.

KUMARI, R. U.; USHARANI, K. S.; SUGUNA, R.; ANANDAKUMAR, C. R. Relationship between the yield contributing characters in cowpea for grain purpose [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.].**Eletronic JournalofPlantBreeding**, v. 1, n. 4, p. 882-884, 2010.

KUREK, A.J.; CARVALHO, F.I.F. de; ASSMANN, I.C.; CRUZ, P.J. Capacidade combinatória como critério de eficiência na seleção de genitores em feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, v.36, p.645-651, 2001.

LAL, H.; RAI, M.; KARAN, S.; VERMA, A.; RAM, D. Multivariatehierarchicalclusteringofcowpeagermplasm (Vigna unguiculata (L.) Walp.). **Acta Horticulture,** v. 752, p. 413-416, 2007.

LANDE, R. The minimum number of genes contributing to quantitative variation between and within populations.**Genetics**, v. 99, p. 541-553, 1981.

LI, C. C. **Population genetics.**Chicago, The University of Chicago Press, 1955. p. 144-185.

LI, C. C. **Path analysis – a primer.** California, Boxwood Press, 1975. 347p.

LI, C. C. The concepto f path coefficient and its impacto on populations genetics. **Biomtrics**. v. 12, p. 190-210, 1956.

LOPES, A. C. A.; FREIRE FILHO, F. R.; SILVA, R. B. Q.; CAMPOS, F. L.; ROCHA, M. M. Variabilidade entre caracteres agronômicos em caupi (Vigna unguiculata (L.) Walp.).**Pesquisa Agropecuária Brasileira,**Brasilia, v. 36, n. 3, p. 515-520, 2001.

LOPES, F. C. da C.; GOMES, R. L. F.; FREIRE FILHO, F. R. Geneticcontrolofcowpeaseedsizes.**ScientiaAgricola,**v.60, p.315-318, 2003.

LUSH, J. L. **Melhoramento genético dos animais domésticos.** Rio de Janeiro, Sedegra, 1964. 570 p.

MACHADO, C. de F.; FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; COSTA, D. S. S.; AMORIM, A. F. de. Herança da inflorescência composta da cultivar de feijão caupi cacheado.**Ciência e Agrotecnologia,** Lavras, v. 31, n. 5, p. 1347-1350, 2007.

MACHADO, C. de F. TEIXEIRA, N. J. T. FREIRE FILHO, F. R. ROCHA, M. M. GOMES, R. L. G.Identificação de genótipos de feijão caupi quanto à precocidade, arquitetura da planta e produtividade de grãos.**Revista Ciência Agronômica,** v. 39, n. 01, p. 114-123, 2008.

MATOS FILHO, C. H. A. **Análise genética de caracteres relacionados à arquitetura de planta em feijão caupi**. 2006. 57p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Piauí, Teresina.

MATOS FILHO, C. H. A. **Controle genético do comprimento do número de nós do ramo principal em feijão caupi**. 2004. Monografia de conclusão de curso (Graduação Agronomia). Universidade Federal do Piauí, Teresina, 34p.

MATOS FILHO, C. H. A.; GOMES, R. F. L.; FREIRE FILHO, F. R.; LOPES, A. C. A. **Controle genético do comprimento e do número de nós do ramo principal em feijão caupi.**Congresso Nacional de Feijão caupi. 2006,Teresina. Anais… Teresina. VI Reunião Nacional de Feijão caupi, 2006.

NAKAWUKA, C. K.; ADIPALA, E. A path coefficient analysis of some yield component interactions in cowpea. **AfricanCropSciencesJournal,** v. 7, n. 4, p. 327-331, 1999.

OLIVEIRA, F. J de.; ANUNCIACAO FILHO, C. J.; BASTOS, G. Q,. REIS, O. V.; TEOFILO, E. M. Caracteres agronômicos aplicados na seleção de cultivares de caupi.**Revista Ciência Agronômica,** v. 34, n. 1, p.44-50, 2006.

OLIVEIRA, F. J. de; VAREJÃO SILVA, M. A.; GOMES, M. J. Seleção de caracteres agronômicos do caupi usando coeficiente de caminhamento.**Pesquisa Agropecuária Brasileira,**Brasília, v. 25, p. 1055–1064, 1990.

OSENI, T. O.; LENGE, D. D.; PAL, U. R. Correlation and path-coefficient analysis of yield attributes in diverse lines of cowpea (Vigna unguiculata).**Indian Journal of Agricultural Sciences,** v. 62, n. 6, p. 365-368, 1992.

PANDEY, R. P.; NAIR, P. K. R.; TIWARI, J. P. Correlation of morpho-physiological and sink parameters in cowpea.**Indian Journal agricultural Science.**v.51, n.4, p. 221-224, 1981.

PANSE, V. G. Application of genetics to plant breeding. II. The inheritance of quantitative characters and plant breeding. **J. Genetics,** v. 40, p.283-302. 1940a.

PANSE, V. G.A statistical study of quantitative inheritance.**Ann. Eugenics,**v. 10, p.76-105. 1940b.

PARK, Y. C. Theory for the number of genes affecting quantitative characters. I. Estimation of and variance of the estimation of gene number for quantitative traits controlled by additive genes having equal effect.**Theoret. Appl. Genet.**v. 5, p.153-161, 1977a.

PARK, Y. C. Theory for the number of genes affecting quantitative characters. II. Biases from drift, dominance, inequality of gene effects, linkage disequilibrium and epistasis.**Theoret. Appl. Genet.**v.50, p.163-172, 1977b.

RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas.** 2º ed. rev. e atual. Lavras: UFLA. 2005. 322 p.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; ZIMMERMANN, M. J. **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro**. Editora UFG, Goiânia, 1993. 217p.

ROBINSON, P. **Heritability: a second look.** In: HANSON, W. D.; ROBINSON, H. F. Statistical Genetics and Plant Breeding.Washington, NAS-NCS, 1963.p. 609-214.

ROCHA, M. de M.; CARVALHO, K. J. M. de; FREIRE FILHO, F. R.; LOPES, A. C. de A.; GOMES, R. L. F.; SOUSA, I. da S. Controle genético do comprimento do pedúnculo em feijão caupi.**Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, v.44, n.3, p. 270-275, 2009.

ROCHA, M. de M.; CAMPELO, J. E. G.; FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO V. Q.; LOPES, A. C. Estimativas de parâmetros genéticos em genótipos de feijão caupi de tegumento branco. **Revista Científica Rural.**v.8, n.1, p.135-141, 2003.

RODRIGUES, M. A. **Identificação e mapeamento de marcadores associados a locos de resistência a virose do mosaico dourado em feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.)**

Walp.). 2011. 60f. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana.

SANTOS, C. A. F.; GILMARA, M. S. Correlações fenotípicas em dois cruzamentos de feijão caupi nas gerações F2, F3, F4 e F5.**Horticultura Brasileira,** v. 22, n.2, 1 CD ROM, Suplemento, 2004.

SANTOS, C. A. F. ;RIBEIRO, H. L. C. **Competição de Linhagens de Feijão-Caupi de Porte Ereto e Crescimento Determinado e do Tipo 'Canapu' no Vale do São Francisco.** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2009. (Embrapa Semiárido. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 77).

SANTOS, C. A. F.; SANTOS, G. M.; FERRAZ, M. G. de S.; SANTOS, I. C. N. dos. **Herdabilidades e estimativas do número mínimo de genes para os caracteres comprimento da haste principal e dias para floração em três cruzamentos de feijão caupi**. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 2005, Fortaleza. Congresso Brasileiro de Olericultura, 45. Fortaleza : Embrapa, 2005. v. CD-ROM.

SANTOS, C. A. F.; SANTOS, I. C. N. dos; RODRIGUES, M. A. **Melhoramento genético do feijão caupi na Embrapa Semi-Árido.** Petrolina: Embrapa Sem i-Árido, 2007. 24 p. (Embrapa Semi-Árido. Documentos, 204).

SANTOS J. B. dos.; VESCOVSKY, R. Controle genético de alguns componentes do porte da planta em feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.**v. 21, p. 957-963, 1986.

SEREBROVSK**.** Y. S. Ananalysisoftheinheritanceofquantitativetransgressivecharacters.**Zeit. furindukt. Abstam.**Vererbungsl. v. 48,p.229-243, 1928.

SIDDIQUE, A. K. M. A. R.; GUPTA, S. N. Path coefficient analysis of yield components in cowpea (Vigna unguiculata (L.)Walp.). **Annals of Biology,** v. 8, n. 1, p. 77-80, 1992.

SIDDIQUE, A. K. M. A. R.; GUPTA, S. N. Study on the cause and effect relationship among the quantitative traits of caupi (Vigna unguiculata (L.)Walp.).**InternationalJournalof Tropical Agriculture,** v. 9, n. 2, p. 149-152, 1991.

SILVA, K. J. D. **Estatística da Produção de feijão caupi**. 2009. Disponível em: http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?id=34241>. Acesso em 22 de abril de 2011.

SILVA, R. G. da.**Métodos de geneticquantitative aplicados ao melhoramento animal.**RibeirãoPreto, SociedadeBrasileira de Genética, 1982. 162p.

SMITH, H. H. The relation between genes affecting size and color in certain species of *Nicotiana*.**Genetics,** v. 22, p.361-375, 1937.

SINGH, K. B.; JINDLA, L. N. Inheritance of bud and pod color, pod attachment and growth habit cowpeas. **Crop Science,**v. 11, p. 928-929, 1971.

SINGH, K. B.; MEHNDIRATTA, P. D. Genetic variability and correlation studies in cowpea. **Indian Journal of Genetics e Plant Breeding,**v.29, n.1, p.104-109, 1969.

SINGH, B. B.; MOHAN RAJ, D. R.; DASHIELL, K. E.; JACKAI, L. **Advances in Cowpea Research.**IITA-JIRCAS, Ibadan, Nigeria. 1997.

SOUZA, C. L. C.; LOPES, A. C. A.; GOMES, R. L. F.; SILVA, E. M.; FREIRE FILHO, F. R. Análise de trilha dos componentes de rendimento de grãos em populações de feijão caupi. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJAO-CAUPI, 1.; REUNIAO NACIONAL DE FEIJAO-CAUPI, 6., 2006, Teresina. Tecnologias para o agronegócio: **anais**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006. 1 CD-ROM. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 121).

SOUZA JÚNIOR, C. L. de. **Componentes da variância genética e suas implicações no melhoramento vegetal.** Piracicaba: FEALQ. 1989. 134p.

STEELE, W. M., Cowpeas: *Vigna unguiculata* (Leguminosae-Papilionatae). In: SIMONDS, N. W.., Ed. **Evolution of Crop Plant.** London, Longmans, 1976. p.183-5.

STEELE, W. M.; MEHRA, K. L. **Structure, evolution and adaptation to farming systems and environment in *Vigna***. In: SUMMERFIELD, R. J. e BUTING, A. H. eds. Advances in Legume Science. England, Royal Botanic Gardens, 1980. P. 459-68.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistcs.** 2ed. New York, McGraw-Hill, 1980. 633p.

"STUDENT".A calculation of the minimum number of genes in Winter's selection experiment.**Ann. Eugenics,**v. 6, p.77-82, 1934.

SUMMERFIELD, R. J.; PATE, J. S.; ROBERTS, E. H.; WIEN, H. C. **The physiology of cowpeas.**In: SINGH, S. R.; RACHIE, K. O., (ed) Cowpea Reseach Production and Utilization.Chichester, John Wiley, 1985. p.65-101.

TAN, W. Y.;CHANG, W. C. Convolution approach to the genetic analysis of quantitative characters of self-fertilized populations.**Biometrics**. v.28, p.1073-1090, 1972.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Trad.: SANTARÉM, E.R. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004, 613p.

TEIXEIRA, F. F.; RAMALHO M. A. P.; ABREU, A. F. B. Genetic control of plant architecture in the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.).**Genetics and Molecular Biology,** v.22, n.4, p. 577-582, 1999.

UDOM, G. N.; FAGAN, A. S.; BABATUNDE, F. E.; MAINA, I. M. Path coefficient analysis of the components of grain yield in intercropped cowpea, growth in Borno, Nigeria.**International Journal of Natural and Applied Sciences,** v. 2, n. 4, p. 310-316, 2006.

VISHWA, N.; LAL, H.; RAI, N.; RAM, D. Hierarchical clustering and character association studies in cowpea (Vigna unguiculata (L.)Walp.).**Indian Journal of Plant Genetics Resources,** v. 22, n. 1, p. 22-25, 2009.

WENG, T. S. **A note on the estimation of effective number of factors by means of probability generating functions.**Botanical Bull. Acad. Sinica**7:** 101-104. 1966.

WENG, T. S. **A further note on the estimation of the effective number of factors by means of probabilitygenerating functions.** Botanical Bull. Acad. Sinica***9:*** 10-14. 1968.

WRIGHT, S. Correlation and causation.**Journal Agricultural Research,**v. 20, p. 557-585, 1921.

WRIGHT, S.**Evolution and the Genetics of Populations,** Vol. I. Genetic and Biometric Foundations.University of Chicago Press, Chicago. 1968.

WRIGHT, S.**The genetics of quantitative variability.**pp. 541. In**:** *QuantitativeZnhdrilance***.** Edited by E. C. R. REEVE.; C. H. WADDINGTON. Res. Council. HerMajesty'sStationery Office, London.1952.

Tabela 1. Herdabilidades no sentido amplo (%) de caracteres relacionados ao hábito de crescimento.

Referências	Altura da planta	Nº de ramos por planta	Nº de nós
Apteet al. (1987)	27,4	34,9	-
Araújo e Nunes (1983)	-	22,9	8,3
Dumbreet al. (1983)	78	-	-
Jana et al. (1982)	-	68,8	-
Panditaet al. (1982)	15,7	-	-
Radhakrishnan e Jebara (1982)	97,9	96,5	-
Roquib e Pantnaik (1990a)	94	-	5,0
	-	-	7,0
Senanayake e Wijerathne (1988)	44,5	55,8	-
Harma e Sigahania (1992)	90,6	-	-
Siddique e Gupta (1991)	92,3	-	-
Thawareet al. (1991)	43,4	24,2	-
Thiyagarajan (1989)	67,8	42,6	-
Thiyagarajanet al. (1989)	97,6	96,2	-
Vaid e Singh (1983)	-	60,1	-
	-	67	-

Fonte: SINGH et al. (1997).

CAPÍTULO I - PARÂMETROS GENÉTICOS DE CARACTERES DA ARQUITETURA DA PLANTA E MATURAÇÃO DE GRÃOS DO FEIJÃO CAUPI

RESUMO

O desenvolvimento de plantas de feijão caupi com arquitetura adequada à mecanização total está em fase inicial, sendo importante para a ampliação na forma de cultivo do feijão caupi. Parâmetros genéticos foram estimados pelas médias e variância de gerações segregantes e não segregantes do cruzamento entre BRS Carijó, de tipo ereto, e BR14 Mulato, de tipo enramador, para os caracteres relacionados à maturação (DPM) e alguns da arquitetura de planta, com o objetivo de orientar no desenvolvimento de cultivares de feijão caupi para colheita mecânica ou semi-mecânica.Para a arquiteturada planta foram analisados os caracteres comprimento do ramo principal (CRP), comprimento do maior ramo secundário (CRS), número de ramos secundários (NRS), número de nós do ramo principal (NOS), porte da plantae hábito de crescimento. As médias dos parentais foram contrastantes para todos os caracteres avaliados. As herdabilidades amplas e restritas foram próximas ou superiores a 50% para todos os caracteres. Os efeitos da média dos parentais e aditivo dos genes foram importantes para os caracteres CRP, NOS e DPM, enquanto para os caracteres CRS e NRS, ocorreu também a contribuição de efeitos epistáticos. O porte da planta e o hábito de crescimento apresentaram herança monogênica, em dominância. Para todos os caracteres analisados foram estimados número reduzido de genes. Os resultados obtidos indicaram que o desenvolvimento de cultivares de arquitetura de planta adequada à colheita mecânica ou semi-mecânicapode ser obtido com certa facilidade através de métodos amplamente utilizados no melhoramento de plantas autógamas.

Palavras-chave:*Vigna unguiculata*. Herdabilidade. Número de genes. Efeitos gênicos.

ABSTRACT

The development of cowpea plants with architecture suitable for full mechanization is in early stage and it is important in order to expand cultivation of cowpea. Genetic parameters were estimated by the mean and variance of segregating and not segregating generations of a cross between BRS Carijó, erect type, and BR14 Mulato, climbing prostrate type, for traits related to maturity (DFM) and plant architecture in order to guide the development of cowpea cultivars for mechanical or semi mechanical harvesting. For the plant architecture, the characters length of the main branch (MBL), length of the longest secondary branch (SBL), number of secondary branch (SBN), number of nodes in the main branch (MBN), plant type and habit growth were analyzed. The means of parents were contrasting for all traits. The broad and narrow heritabilities were close to or superiors to 50% for all characters. The effects of parent means and additive allele effects were important for the characters MBL, MBN and DFM, while for the characters SBL and SBN the contribution of epistatic effects were also important. The plant type and growth habit exhibited monogenic inheritance in dominance. For all traits, was estimated a reduced number of genes. The results indicated that the development of varieties with plant architecture suitable for mechanical or semi mechanical harvesting can be obtained relatively easily by methods widely used in selfedplants.

Keywords: *Vigna unguiculata*. Heritability. Number of genes. Gene effects.

INTRODUÇÃO

A produção de feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L) Walp.) tem aumentado devido aos esforços dos melhoristas e pesquisadores em obter linhagens modernas que melhor se adaptam às atuais formas de cultivo e demandas de consumo. Através de sucessivas pesquisas voltadas para este desafio, cultivares comerciais de feijão caupi vêm passando por mudanças, entre as quais para a arquitetura da planta. Essas mudanças são voltadas para o desenvolvimento de plantas mais eretas, de porte mais compacto, com ramos mais curtos e resistentes ao acamamento. Para uma planta com essas características, admiti-se que ela possui arquitetura moderna (FREIRE FILHO et al. 2005).

Os estudos realizados com intuito de obter plantas de feijão caupi com arquitetura moderna, devem levar em consideração a importância de cada sistema de cultivo e colheita, podendo ser estes constituídos por monocultura ou para produção em grande escala de colheita mecânica ou até para o consorcio do feijão caupi com outras espécies de colheita manual. Estes estudos também devem levar em conta a produtividade relacionada à arquitetura adequada para cada sistema. Os produtores que possuem lavoura manual ou parcialmente mecanizada querem plantas que sejam mais fáceis de ser colhidas manualmente, e os que têm a lavoura totalmente mecanizada dão preferência para plantas que se adéquem melhor a colheita tecnificada (FREIRE FILHO et al., 2005).

O desenvolvimento de cultivares de feijão caupi de porte ereto e crescimento determinado esta em fase inicial, apesar do potencial para cultivo a) em áreas irrigadas, para cultivo consorciado nos primeiros anos de instalações das fruteiras ou em períodos de poda que antecede uma nova safra e b) como opção para a safrinha em áreas de cerrados. O desenvolvimento de cultivares de feijão caupi com o ideótipo próximo a uma planta de soja ainda contínua a ser um desafio para os pesquisadores que trabalham com a cultura (SANTOS et al. 2007).

No Estado do Pará, a despesa com a colheita manual representava em 2001 cerca de 30% do custo total de produção, enquanto na colheita semi mecanizada, que envolve o corte, o enleiramento e o recolhimento das plantas para beneficiamento por máquinas, essa despesa foi reduzida para 13% do custo total de produção, otimizando o negócio, que atraia compradores de Pernambuco, Ceará, Piauí e outros estados do Nordeste. (GAZETA MERCANTIL, 2001). Esses dados destacam a importância de estudos para o desenvolvimento de cultivares adequadas à colheita mecânica ou semi-mecânica.

Devido à tendência crescente na busca de genótipos que facilitem a colheita mecanizada em todo processo produtivo da lavoura, os melhoristas têm utilizado como principal critério de seleção a arquitetura da planta (MATOS FILHO, 2006). Vários fatores influênciam na arquitetura da planta do feijão caupi e de acordo com FREIRE FILHO et al. (2005) a arquitetura é o resultado da interação dos caracteres: hábito de crescimento; comprimentos do hipocótilo, epicótilo, entrenós, ramos principal e secundário e pedúnculo da vagem; disposição dos ramos laterais em relação ao ramo principal; disposição dos pedúnculos das vagens em relação à copa da planta e consistência dos ramos. Para SINGH (2007) e SINGH & SHARMA (1996) variedades de feijão caupi deveriam combinar alta produtividade, com porte ereto, florescimento determinado, ciclo para a maturação de precoce a médio e pedúnculos que mantenham as vagens acima da copa da planta.

MACHADO et al. (2008) avaliaram 22 genótipos de feijão caupi para precocidade, arquitetura da planta e produtividade de grãos, concluindo que o desenvolvimento de plantas de porte ereto, precoces e produtivas é possível com cruzamentos entre os genótipos. É possível encontrar alguns trabalhos considerando arquitetura de planta em feijão caupi, bem como trabalhos que apresentam estimativas de parâmetros genéticos de caracteres relacionados à arquitetura. No entanto, os caracteres são avaliados isoladamente, sendo raridade trabalhos que avaliam parâmetros genéticos num conjunto para a arquitetura da planta.

SANTOS et al. (2005) reportaram número de genes e herdabilidade para comprimento da haste principal e dias para floração. MATOS FILHO et al. (2009) avaliaram comprimento do ramo principal e número de nós, combinados com caracteres relacionados à produtividade. ROCHA et al. (2009) analisaram apenas o caráter comprimento do pendúnculo em feijão caupi, enquanto MACHADO et al. (2008) avaliaram 22 genótipos de diferentes procedências, para caracteres relacionados a produtividade e arquitetura de planta, entre os quais, maturidade de vagem, comprimento do ramo principal, número de nós do ramo principal, número de ramos laterais e número de nós dos ramos laterais. Devido ao pequeno número de trabalhos realizados para caracteres da arquitetura de planta do feijão caupi novos estudos devem ser realizados para auxiliarem no desenvolvimento de cultivares adequadas para a colheita mecânica ou semi-mecânica.O estudo do controle genético dos caracteres através das estimativas dos parâmetros genéticos, número de genes e interações alélicas, permite o conhecimento da variabilidade genética e perspectiva de transmissão de genes (RAMALHO et al. 1993).

O objetivo do presente estudo foi estimar parâmetros de caracteres relacionados à arquitetura da planta do feijão caupi, entre os quais, dias para maturação da vagem, comprimento do ramo principal, comprimento do ramo secundário, número de ramos secundários, número de nós do ramo principal, habito de crescimento e porte da planta, para auxiliar no desenvolvimento de novas cultivares adequadas para a colheita mecânica e semi-mecânica ou consórcio com fruteiras.

MATERIAL E MÉTODOS

Material genético –O experimento em campo pode ser visualizado na figura 2-A.Os genótipos selecionados para a realização do trabalho foram: a) BRS Carijó (P_1), que apresenta porte ereto, crescimento determinado, sementes do grupo fradinho, ou seja, branco com hilo preto, ciclo de 58 dias do plantio à primeira colheita (Figura 2-B) (SANTOS, 2011). b) BR14 Mulato (P_2) que apresenta porte enramador, crescimento indeterminado, grãos de tegumento marrom, ciclo de 75 dias do plantio à primeira colheita (Figura 2-C) (CARDOSO et al. 1990). A escolha destas cultivares segue a premissa de CRUZ & REGAZZI (1994) e MATHER & JINKS (1982) onde diz que a ocorrência de contraste entre os parentais selecionados é necessária para obtenção de análises genéticas.

Plantio e cruzamentos -O plantio das sementes se deu em covas rasas com 0,5m de distância entre elas contendo seis repetições, sendo semeadas seis sementes por cova, em casa telada na sede da Embrapa Semiárido, no segundo semestre do ano de 2010. A distância entre ruas foi de 1m. As sementes da cultivar precoce, BRS Carijó (P_1) foram semeadas primeiro e da cultivar tardia, BR14 Mulato (P_2), oito dias após a primeira. As plantas foram conduzidas em cordões para cima, evitando-se o contato entre elas, bem como da parte aérea com o solo. A irrigação foi feita manualmente e práticas culturais normais foram adotadas. Passados 15 dias do plantio foi realizado o desbaste deixando somente duas plantas por cova. O começo dos cruzamentos se deu no inicio da floração das plantas.

Os cruzamentos foram realizados de acordo com o método citado por RACHIE et al. (1975), sucintamente descrito: Coleta do pólen pela manhã na flor aberta, seguido da conservação em refrigerador. Emasculação e polinização do botão floral no fim da tarde, de 12 a 14 horas antes de sua abertura natural (Figura 1). O corte do botão floral foi realizado com uma tesoura pequena de ponta fina, sendo os botões identificados com

etiquetas, indicando os parentais e a data. Entre um cruzamento e outro, as mãos do operador foram limpas com álcool 98%, para evitar-se misturas de pólen.

Os retrocruzamentos foram realizados logo após o florescimento das plantas F_1, seguindo o mesmo procedimento descrito anteriormente em "Plantio e cruzamentos", diferindo-se nas quantidades de sementes semeadas por covas. Isso ocorreu devido ao número de sementes F_1's obtidas. Os retrocruzamentos realizados foram entre F_1(BRS Carijó x BR14 Mulato) x P_2 sendo abreviado como RC_1,e F_1(BRS Carijó x BR14 Mulato) x P_1sendo abreviado como RC_2. Além das sementes dos retrocruzamentos foram obtidas sementes dos parentais e dos F_2, pela autofecundação dos mesmos e do F_1, respectivamente.

Plantio das populações parentais, F_1, F_2 e retrocruzamentos - O plantio das sementes dos dois parentais e das gerações F_1, F_2 e dos retrocruzamentos foram realizadas em bandejas de isopor retangulares com 33,5cm x 68cm contendo 200 células, cada célula com 3,5cm x 3,5cm de área, e profundidade de 6cm, em casa de vegetação, com ambiente controlado e irrigação manual por regador. Após quatro dias todas as mudas foram transplantadas para o campo no Campo Experimental de Bebedouro da Embrapa Semiárido, em fevereiro de 2011.

Cada geração foi plantada em fileiras com 30m de comprimento (Figura 2-A), identificadas e no espaçamento de 1,5m x 0,2m entre linhas e entre covas, respectivamente. Após 20 dias do transplantio, cada planta foi identificada com etiquetas, indicando o número da planta e respectiva geração, amarradas com barbante, preferencialmente no primeiro ramo secundário. Bordaduras externas lateriais ao experimento foram efetuadas com o plantio de sementes de feijão caupi, tipo 'Canapu'.

Caracteres analisados -Para a avaliação de cada planta das seis gerações foram observados os seguintes caracteres:

a) Dias para maturação de vagem (DPM) - Número de dias transcorridos do plantio até a maturação de, aproximadamente, 50% das vagens;

b) Comprimento do ramo principal (CRP) - Comprimento, em cm, entre o colo da planta e o ápice do ramo principal;

c) Comprimento do maior ramo secundário (CRS) - Comprimento, em cm, entre o início e o ápice do maior ramo secundário;

d) Número de ramos secundários (NRS) - Número de ramos secundários inseridos no caule da planta;

e) Número de nós (NOS) - Número de nós desde o nó de inserção das folhas unifolioladas até o último nó do ramo principal;

f) Hábito de crescimento (HC) - 1) Determinado: paralisação do crescimento do ramo principal após emissão das gemas florais e, 2) Indeterminado: contínuo crescimento do ramo principal após emissão das gemas florais;

g) Porte da planta (PP) - 1) Ereto: ramos secundários em relação ao ramo principal formando tipo de planta arbustiva, sem que seus ramos toquem o solo, e 2) Enramador: ramos secundários em relação ao ramo principal formando tipo de planta prostrada, fazendo com que seus ramos toquem o solo.

Análise estatística -Os parâmetros genéticos, incluindo herdabilidades no sentido amplo e restrito, foram estimados com base em médias e variâncias para o cruzamento BRS Carijó x BR14 Mulato, como descrito por MATHER e JINKS (1982) nos caracteres dias para maturação de vagem, comprimento do ramo principal, comprimento do maior ramo secundário, número de ramos secundários e número de nós. Efeitos dos genes atribuído aos efeitos aditivos e de dominância foram estimados por análise ponderada dos mínimos quadrados das médias da geração (MATHER e JINKS, 1982). Todos os cálculos foram realizados por meio do software Genes (CRUZ, 2006), usando o método de gerações segregantes e não segregantes, disponível na análise de biometria e de acordo com as expressões:

a) Variância ambiental na geração F_2:

$$\hat{\sigma}^2_{\mathrm{m}(F2)} = \frac{1}{4[\hat{\sigma}^2_{\mathrm{P1}} + \hat{\sigma}^2_{\mathrm{P2}} + 2\hat{\sigma}^2_{\mathrm{F1}}]}$$

Em que:

$\hat{\sigma}^2_{\mathrm{P1}}$ = Variância do Pai_1;

$\hat{\sigma}^2_{\mathrm{P2}}$ = Variância do Pai_2;

$\hat{\sigma}^2_{\mathrm{F1}}$ = Variância do F_1.

b) Variância genotípica na geração F_2:

$$\hat{\sigma}^2_{\mathrm{g(F2)}} = \hat{\sigma}^2_{\mathrm{f(F2)}} - \hat{\sigma}^2_{\mathrm{m(F2)}}$$

Em que:

$\hat{\sigma}^2_{\mathrm{f(F2)}}$ = Variância fenotípica do F_2;

$\hat{\sigma}^2_{\mathrm{m(F2)}}$ = Variância ambiental do F_2.

c) Variância aditiva na geração F_2:

$$\hat{\sigma}^2_{a(F2)} = 2\hat{\sigma}^2_{f(F2)} - [\hat{\sigma}^2_{f(RC1)} + \hat{\sigma}^2_{f(RC2)}]$$

Em que:

$\hat{\sigma}^2_{f(RC1)}$ = Variância fenotípica do RC_1;

$\hat{\sigma}^2_{f(RC1)}$ = Variância fenotípica do RC_2.

d) Variância atribuída aos desvios de dominância na geração F_2:

$$\hat{\sigma}^2_{d(F2)} = \hat{\sigma}^2_{g(F2)} - \hat{\sigma}^2_{a(F2)}$$

e) Herdabilidade no sentido amplo

$$h^2_a = \frac{100\hat{\sigma}^2_{g(F2)}}{\hat{\sigma}^2_{f(F2)}}$$

f) Herdabilidade no sentido restrito

$$h^2_r = \frac{100\hat{\sigma}^2_{a(F2)}}{\hat{\sigma}^2_{f(F2)}}$$

g) Número de genes que controlam o caráter

$$n = \frac{R^2(1 + k^2.0{,}5)}{8\hat{\sigma}^2_g}$$

Em que:

R: Amplitude total na F_2 e k: Grau médio de dominância, encontrado pela expressão:

$$gmd = k = \sqrt{\frac{2\hat{\sigma}^2_d}{\hat{\sigma}^2_a}}$$

Para o hábito de crescimento e porte da planta, que segregaram para duas classes fenotípicas distintas, a herança foi estudada por meio do teste de qui-quadrado (χ^2) por meio do software Excel do Microsoft Office 2007, de acordo com a seguinte expressão:

$$\chi^2 = \sum\left[\frac{(o-e)^2}{e}\right]$$

Em que:

o = Frequência observada para cada classe;

e = Frequência esperada para cada classe.

Todas as estimativas dos parâmetros genéticos foram obtidas com os dados originais transformados para raiz quadrada +1, para obter aditividade na variância genética, como recomendado por LANDE (1981).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias encontradas para todos os caracteres analisados nos genótipos parentais BRS Carijó e BR14 Mulato demonstraram o contraste necessário para o presente estudo. As diferenças entre o BR 14 Mulato foram de 2,68x, 2,70x, 2,57x, 2,06x e 1,13x para CRP, CRS, NRS, NOS e DPM, respectivamente, em relação ao parental BRS Carijó (Tabela 1). LOPES et al. (2006) trabalhando com 16 genótipos de feijão caupi de porte prostrado encontraram médias de 103,3 cm, 16 e 5 para CRP, NOS e NRS , respectivamente, próximo dos valores encontrados para o parental BR14 Mulato. Quanto ao NOS do parental BRS Carijó, a média encontrada neste trabalho é semelhante à menor média encontrada por MATOS FILHO (2006) que trabalhou com cruzamentos entre genótipos de feijão caupi contrastantes. Segundo BORÉM (1997), o contraste entre os parentais é de suma importância para estudos de heranças genéticas tornando as estimativas de parâmetros mais precisas.

As médias das gerações F_1 e F_2 obtidas para a maioria das variáveis avaliadas foram intermediárias às médias dos parentais (Tabela 1), sugerindo que o tipo de interação alélica predominante entre os genes que condicionam a variabilidade dos caracteres relacionados à arquitetura de planta em feijão caupi é aditiva. LOPES et al. (2003) e ROCHA et al. (2009) também reportaram médias de F_1 e F_2 intermediárias às médias dos parentais em feijão caupi.

Em relação às médias obtidas na população F_2 para todos os caracteres analisados, houve superação em relação às médias dos parentais, com exceção do caráter dias para maturação, que foi inferior. TOLEDO e KIIHL (1982), avaliando dias para floração em soja encontraram média de F_2 inferior à média dos parentais. Pôde-se observar também que a maior variância foi atribuída à geração F_2, sendo isso esperado, pois é onde ocorre maior segregação entre as gerações, ocasionada devido ao máximo desequilíbrio de ligação. Para as cultivares destinadas à colheita mecanizada, onde é desejável plantas com arquitetura ereta, a seleção deve priorizar genótipos com menores médias dos caracteres comprimento do ramo principal e número de nós (MATOS FILHO et al. 2009), sendo importante também considerar o comprimento e o número de ramos secundários.

Todas as variâncias foram positivas como o esperado, com exceção da variância devido à dominância dos caracteres comprimento de ramo e número de ramos secundários (Tabela 2), que apresentaram valores negativos, sendo estes considerados como zero. Da mesma forma, BARAKAT (1996), trabalhando com milho, estimou valores negativos para

variância devido à dominância e variância aditiva, igualando-os a zero. Para os componentes de variância genética foram observados para todos os caracteres analisados que a mesma foi maior que a variância ambiental (Tabela 2), valores também reportados por AMARAL et al. (2009), MACHADO et al. (2008), MATOS FILHO et al. (2006) e ROCHA et al. (2009).

A variância aditiva foi a mais importante para a variância genética para todos os caracteres analisados (Tabela 2). Segundo RAMALHO et al. (1993) a variância aditiva é considerada como a mais importante para o melhorista, sendo responsável pelo efeito positivo da seleção e a semelhança entre aparentados.

SANTOS e VENCOVSKY (1986) trabalhando com *Phaseolusvulgaris* L., reportaram que, apesar da presença de dominância, o efeito aditivo foi predominante no controle genético dos caracteres comprimento e número de nós da haste principal, contribuindo para o aumento do valor fenotípico. IBARRA (1966) concluiu que o comprimento do ramo principal de feijão comum é controlado por fatores genéticos dominantes, contudo ocorre a influência de outros fatores genéticos, com possível ação aditiva, como observado no presente estudo. MATOS FILHO (2006) avaliando o comprimento do ramo principal e número de nós em dois cruzamentos de feijão caupi, constatou que no primeiro cruzamento a variância aditiva foi a mais importante para o primeiro caráter e de menos importância para o segundo, enquanto no segundo cruzamento, reportou que para comprimento do ramo principal e número de nós a variância de dominância teve maior e menor contribuição para a variância genotípica, respectivamente.

Para a herdabilidade no sentido amplo (h^2_a), foram encontrados valores próximos ou superiores a 50% para todos os caracteres (Tabela 2). Segundo ROCHA et al. (2003), herdabilidades desta magnitude indicam que há amplas possibilidades de ganhos genéticos para os caracteres através de seleção. BAPNA e JOSHI (1973) trabalhando com *Vigna sinenses* e KOLHI et al. (1971) avaliando feijão caupi, obtiveram valores de h^2_a semelhantes e inferiores aos valores obtidos no presente trabalho para número de ramos.

Herdabilidades no sentido amplo de 53 e 66% para dias para maturação e número de ramos secundários, respectivamente, foram reportados por SHIMELIS e SHIRINGANI (2010), para dez linhagens de feijão caupi avaliadas em vários ambiente na África do Sul, sendo esses valores próximos aos estimados no presente estudo. FERY e SINGH (1997) reportaram herdabilidade ampla média de 57% para número de ramos por plantas, tomando como referencia 10 estimativas publicadas, sendo esse valor próximo ao encontrado no

presente estudo, 49,4%. Diferenças para herdabilidade são compreensíveis, pois os estudos envolvem materiais genéticos diferentes, analisados em ambientes e épocas diferentes (FREIRE FILHO, 1988), sendo a herdabilidade um parâmetro de uma população e estimada tendo como referência delineamentos genéticos, como o aplicado no presente trabalho.

Para herdabilidade no sentido restrito (h^2_r) foram obtidos valores iguais aos da herdabilidade no sentido amplo para os caracteres CRS e NRS, isso devido à variância dedominância ($\hat{\sigma}^2_{\mathrm{d}}$) ter sido igualado à zero, ligeiramente inferiores para os caracteres NOS e DPM e inferior para o caractere CRP, sendo que em todos existe uma situação favorável para o acúmulo de alelos que contribuem para os caracteres, exceto CRP, que teve valor inferior a 50% (Tabela 2). A herdabilidade no sentido restrito é a que interessa ao melhorista, pois é devido ao efeito aditivo dos alelos dos genes, que controlam um determinado caractere, podendo ser acumulados por seleção para a próxima geração, enquanto a herdabilidade no sentido amplo é resultado da soma do efeito aditivo mais o efeito do desvio de dominância, sendo essa ultima rompida na próxima, devido à segregação independente dos alelos (FALCONER E MACKAY, 1996).

MATOS FILHO (2006) reportou valores de h^2_r por análise de gerações em dois cruzamentos de feijão caupi de 51,6% e 37,1% para CRP e de 10,9% e 42,0% para NOS, sendo esses valores próximo para CRP e bastante inferior para NOS estimados no presente trabalho.

Foram encontrados valores transgressivos na geração F_2, em relação aos valores máximos dos parentais, apenas para os caracteres CRP e CRS (Tabela 2). Esses resultados indicam a possibilidade de seleção de linhagens para menores valores de CRP e CRS, importantes componentes da arquitetura da planta em feijão caupi. Segundo FERY e SINGH (1997), valores transgressivos estão associados com vigor de heterose, que tem sido reportado para o caráter NRS em diversos estudos de feijão caupi. Diferente do encontrado nesse trabalho, FERY e SINGH (1997) também reportaram heterose para DPM.

A contribuição relativa dos efeitos da média dos parentais (m) e do efeito aditivo dos genes (a) foram importantes para os caracteres CRP, NOS e DPM, enquanto para os caracteres CRS e NRS, além desses efeitos houve contribuição dos efeitos epistáticos aditivo-dominante (ad) (Tabela 3). Para CRUZ et al., (1994), a medida indicada por R^2 pode ser utilizada para se ter uma avaliação da importância de um determinado efeito

genético para a variabilidade disponível do caráter. Segundo LOPES et al., (2003), quando os efeitos aditivos dos alelos são predominantes, a seleção será facilitada porque indivíduos superiores produzem descendentes também superiores.

MATOS FILHO (2006) reportou que os efeitos da média dos parentais (m) e do efeito aditivo dos genes (a) explicaram em torno de 75% da variação total dos caracteres CRP e NOS em análises de gerações segregantes de dois cruzamentos de feijão caupi, sendo esses valores próximos aos estimados no presente estudo. TEIXEIRA et al. (1999) trabalhando com dois cruzamentos de feijão comum, reportaram importância do componente aditivo para o grau de ramificação e interação dominante x dominante para comprimento do quarto ao sétimo entrenó. Os autores ainda reportaram que para CRS e NRS o efeito epistático aditivo-dominante (ad) foi predominante, correspondendo a cerca de 40% da variação total, enquanto para a variável DPM, o efeito da média dos parentais (m) foi o componente de maior valor, seguido pelo efeito aditivo. LOPES et al. (2003) encontrou efeito aditivo expressivo para peso de sementes em feijão caupi, citando sua importância para os programas de melhoramento. ROCHA et al. (2009) também reportou efeito aditivo (a) como o mais importante, seguido pela média (m), ressaltando a contribuição destes efeitos para a variação observada no caráter comprimento do pendúnculo de feijão caupi.

Para os caracteres hábito de crescimento e porte da planta de feijão caupi, as análises obtidas nas gerações F_2 e RC_2 mostraram que o qui-quadrado calculado não foi significativo a 5% de probabilidade para ambas as variáveis analisadas, indicando que as frequências observadas em F_2 se ajustaram às frequência esperadas de 3 indeterminado/enramador: 1 determinado/ereto e as freqüências observadas em RC_2 se ajustam às freqüências esperadas de 1 indeterminado/enramador: 1 determinado/ereto (Tabela 4). Os resultados encontrados mostram que esses caracteres possuem herança monogênica, apresentando dominância para hábito de crescimento indeterminado e porte de planta enramador. MATOS FILHO (2006) encontrou resultados semelhantes para hábito de crescimento em feijão caupi. UGURU e UZO (1991) concluíram que o hábito de crescimento é controlado por dois pares de genes, enquanto SINGH e JINDLA (1971) constataram a presença de três pares de genes no controle do mesmo caráter em caupi.

Para o número de genes estimados os valores indicaram que os caracteres CRP, CRS, NRS, NOS e DPM são controlados por número reduzidos de genes. O intervalo de confiança do bootstraping a 5% de probabilidade revela também baixos valores para o número de genes que controlam todos os caracteres, de 1,4 a 16,3 (Tabela 5). Esses valores

indicam que é preciso poucos ciclos de seleções para se obter o acúmulo dos alelos dos genes favoráveis nos mencionados caracteres.

MATOS FILHO et al. (2006) encontraram valores de cinco e nove para comprimento de ramo principal e 36 e 19 para número de nós, em dois cruzamentos de feijão caupi. SANTOS et al. (2005) reportaram que de um a três genes controlam o comprimento da haste principal e dias para floração em feijão caupi. Apesar das estimativas do número de genes serem condicionadas por várias pressuposições por procedimentos biométricos clássicos, essa informação é importante para relacionar com mapeamento de caracteres quantitativos, como QTLs, com o objetivo final de aplicar marcadores moleculares para melhoramento de caracteres controlados por vários genes. As estimativas obtidas nesse trabalho podem, dessa forma, auxiliar e orientar no mapeamento de genes por marcadores moleculares dos caracteres CRP, CRS, NRS, NOS, DPM, porte da planta e hábito de crescimento

No geral, as estimativas de maior importância das variâncias aditivas, de valores moderados a elevados para as herdabilidades nos sentidos amplo e restrito, de maior importância dos efeitos das médias dos parentais e dos efeitos aditivos na determinação dos caracteres, bem como o número reduzido de genes para todos os caracteres analisados, alguns de herança monogênica, como porte da planta e habito de crescimento, indicaram que o desenvolvimento de plantas com arquitetura adequada para a colheita mecânica ou semi-mecânica, ou seja, planta de colheita precoce, de crescimento determinado, porte ereto e com número reduzido de ramos laterais, pode ser obtido com relativa facilidade, aplicando-se os métodos de melhoramento largamente usados em plantas autógamas, como o feijão caupi.

CONCLUSÕES

1. O efeito gênico mais importante para os caracteres comprimento do ramo principal, comprimento do ramo secundário, número de ramos secundários, número de nós, e dias para maturação é de natureza aditiva, controlado por poucos genes.
2. Os caracteres porte da planta e hábito de crescimento possuem herança monogênica, apresentando dominância para crescimento tipo indeterminado e porte enramador.
3. A herança relativamente simples com associação a alta herdabilidade favorecem a prática de seleção para obtenção de plantas melhoradas para arquitetura moderna,

ou seja, planta de colheita precoce, de crescimento determinado, porte ereto e com número reduzido de ramos laterais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, N. D. de O. et al. Estimativas de parâmetros genéticos em feijão caupi de porte ereto e ciclo precoce. Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas. Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas. **Anais**, Guarapari, 5, 2009.

BAPNA, C. S.; JOSHI, S. N.A study on variability following hibridization in *Vigna sinensis* (L.)Savi.**Madras Agric. Journal,**v. 60(9/12), p. 1369-72, 1973.

BARAKAT, M. N. Estimation of genetic parameters for in vitro traits in wheat immature embryo cultures involving high X low regeneration capacity genotypes.**Euphytica,** v. 87, p. 119-125, 1996.

BORÉM, A.**Melhoramento de Plantas**. Editora UFV, Viçosa. 1997. 547p.

CARDOSO, M.J.; FREIRE FILHO, F.R.; ATHAYDE SOBRINHO, C. **BR 14 Mulato: nova cultivar de feijão macassar para o Estado do Piauí**. Teresina: EMBRAPA-UEPAE Teresina, 1990. 4p. (EMBRAPA-UEPAE Teresina. Comunicado Técnico, 48)

CRUZ, C.D. **Programa Genes**: Biometria. Editora UFV. Viçosa (MG). 382p. 2006.

CRUZ, CD, REGAZZI, A. J. CARNEIRO, P. C. S.**Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.** 3rd ed. Editora UFV, Viçosa. 1994. 390p.

FALCONER, D. S. MACKAY, T. F. C. **Introduction to quantitative genetics**. 4.ed. New York: Longman. 1996. 463 p.

FERY, R. L.; SINGH, B. B. **Cowpea genetics: a review of the recent literature.** In: SINGH, B. B. et al. (eds). Advances in cowpea research.Ibadan, Nigeria: IITA. Co-

publication of FREIRE FILHO, F. R. Genética do caupi .In: ARAÚJO, J. P. P. de and WATT E. E. (Org.) **O caupi no Brasil.** Editora IITA/EMBRAPA, Brasília, p. 1988. 194-222.

FREIRE FILHO, F. R. et al. Melhoramento Genético. In: FILHO, F. R. F.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. (Eds.). **Feijão caupi: Avanços Tecnológicos**. 1ª edição. Brasília: Embrapa, 2005. I, p. 29-75.International Institute of Tropical Agriculture IITA and Japan International Research Center for Agricultural Sciences JIRCAS. 1997. 13–29.

GAZETA MERCANTIL. **Colheita do caupi mecanizada no Nordeste do Pará**. 2001. Disponível em:< http://www.investnews.net/>. Acesso em: 28 denovembro 2011.

IBARRA, S. A. O.**Contribuição ao estudo da herança do hábito de crescimento em** *Phaseolusvulgaris*L. PhD Thesis, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 56p.1966.

KOHLI, K. S. et al.Variability of quantitative characters in a world collection of cowpea; interregional comparison.**Genetic.Agrar,** v. 25(3/4), p. 231-42, 1971.

LANDE, R. The minimum number of genes contributing to quantitative variation between and within populations.**Genetics,** v. 99, p. 541-553, 1981.

LOPES, E. M. L. et al.Caracterização morfo-agronômica de cultivares locais de feijão caupi do grupo canapu. Congresso Nacional de Feijão caupi. VI Reunião Nacional de Feijão caupi. Teresina, 2006. **Anais**... Teresina.

LOPES, F. C. da C.; GOMES, R. L. F.; FREIRE FILHO, F. R. Geneticcontrolofcowpeaseedsizes.**ScientiaAgricola,** v.60, n.2, p.315-318, 2003.

MACHADO, C. de F. et al. Identificação de genótipos de feijão caupi quanto à precocidade, arquitetura da planta e produtividade de grãos.**Revista Ciência Agronômica,** v. 39, n. 01, p. 114-123, 2008.

MATHER, K.; JINKS, J. L. **Biometrical genetics.**Chapman and Hall, London, 3o Ed., 1982.

MATOS FILHO, C.H.A. **Análise genética de caracteres relacionados à arquitetura de planta em feijão caupi**. 2006. 57f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Piauí, Teresina.

MATOS FILHO, C. H. A. et al.**Controle genético do comprimento e do número de nós do ramo principal em feijão caupi.** Congresso Nacional de Feijão caupi. VI Reunião Nacional de Feijão caupi. Teresina. 2006.**Anais...** Teresina..

MATOS FILHO, C. H. A.et al.Potencial produtivo de progênies de feijão caupi com arquitetura ereta de planta.**Ciência Rural,** Santa Maria, v.39, n.2, p.348-354, 2009.

RACHIE, K. O.; RAWAL, K. M.; FRANCKOWIAK, J. D.**A rapid method for hand crossing cowpea**.Ibadan: IITA, 1975. 5p. (IITA. TechinicalBulletin, 2).

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B. dos ; ZIMMERMANN, M. J. de O. **Genética quantitativa em plantas autógamas**: aplicações ao melhoramento do feijoeiro. Goiânia: UFMG, 1993. 217p.

ROCHA, M. de M.et al. Controle genético do comprimento do pedúnculo em feijão caupi.**Pesquisa Agropecuária Brasileira,**v. 44, p. 270-275, 2009.

ROCHA, M.M. et al.**Estimativas de parâmetros genéticos em genótipos de feijão-caupi de tegumento branco**. **Revista Científica Rural,** v.8, p.135-141, 2003.

SANTOS, C. A. F. BRS Tapaihum, BRS Carijó e BRS Acauã: novas cultivares de feijão caupi para o vale do São Francisco.**Horticultura Brasileira,** v. 29, p. 3086-3094,2011.

SANTOS, C. A. F. et al.**Herdabilidades e estimativas do número mínimo de genes para os caracteres comprimento da haste principal e dias para floração em três**

cruzamentos de feijão caupi. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 2005, Fortaleza. Congresso Brasileiro de Olericultura, 45. Fortaleza : Embrapa, 2005. v.cdrom.

SANTOS, J. B. dos.; VENCOVSKY, R. Controle genético de alguns componentes do porte da planta em feijoeiro.**Pesquisa Agropecuária Brasileira,** v.21(9), p. 957-963, 1986.

SHIMELIS, H.; SHIRINGANI, R. Variance components and heritabilities of yield and agronomic traits among cowpea genotypes.**Euphytica,** v. 176, p. 383–389, 2010.

SINGH, B.B. RecentProgress in Cowpea Genetics and Breeding.**Acta Horticulture,** v. 752, p. 69-76, 2007.

SINGH, K.B.; JINDLA, L.N. Inheritance of bud and pod color, pod attachment and growth habit cowpeas.**Crop Science.**v.11, p. 928-929, 1971.

SINGH, B. B.; SHARMA, B. Restructuring cowpea for higher yield.**Indian Journal of Genetics & Plant Breeding,** v. 56, n. 4, p. 389-405, 1996.

TEIXEIRA, F. F.; RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. de F. B. Genetic controlo f plant architecture in the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.).**Geneticsand Molecular Biology.** 22, 4, 577-582. 1999.

TOLEDO, J. F. F. de; KIIHL, R. A. de. Análise do modelo genético envolvido no controle de dias para florescimento em soja.**Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, 17(4): 623-631, abr. 1982.

UGURU, M. I.;J. O. UZO.Segregation pattern of decumbent, climbing and bushy growth habits in *Vigna unguiculata* (L.) Walp. **PlantBreeding,**v. 107, p. 173-176, 1991.

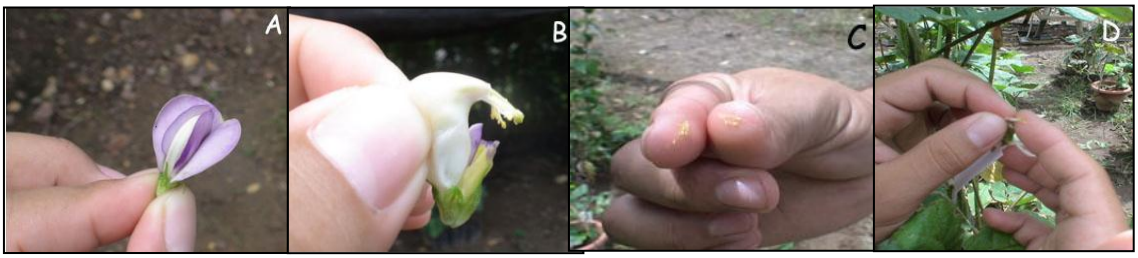


Figura 1: Polinização artificial em flor de feijão caupi. **A**: Flor doadora de pólen (pai); **B**: Exposição do pólen; **C**: Coleta do pólen; **D**: Depósito do pólen do pai no estigma do botão floral emasculado (mãe).

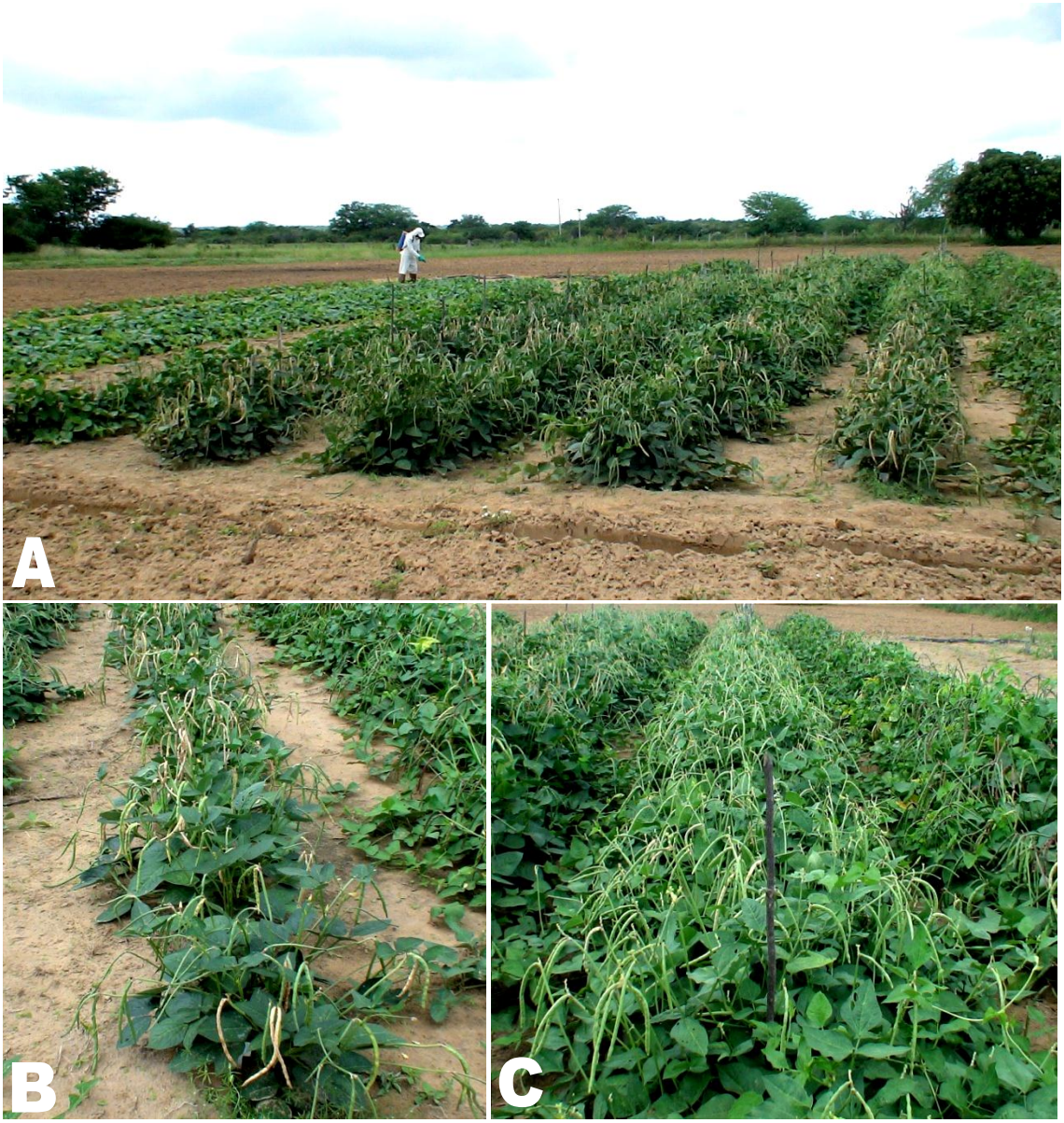


Figura 2: **A**: Visão geral do experimento em campo; **B**: Detalhe do genótipo parental BRS Carijó; **C**: Detalhe do genótipo parental BR14 Mulato.

Tabela 1: Número de plantas (N), média ($\bar{x}$) e variância ($\hat{\sigma}^2$) sem e com transformação para raiz quadrada + 1 (Sqrt) dos caracteres comprimento do ramo principal (CRP) e comprimento do ramo secundário (CRS) ambos em cm, número de ramos secundários (NRS), número de nós (NOS) e dias para maturação (DPM) nas gerações P_1, P_2, F_1, F_2, RC_1 e RC_2, do cruzamento BRS Carijó x BR14 Mulato de feijão caupi, avaliados em Petrolina, PE, 2011.

Variáveis		Normal						Sqrt					
		BRS Carijó	BR14Mulato	F_1	F_2	RC_1	RC_2	BRS Carijó	BR14Mulato	F_1	F_2	RC_1	RC_2
CRP	N	41	34	41	180	89	77	41	34	41	180	89	77
	$\bar{x}$	50,26	134,88	108,75	111,57	113,31	83,6	7,13	11,55	10,26	10,22	10,36	8,85
	$\hat{\sigma}^2$	64,65	1342,59	1814,28	3497,65	3211,39	2347,43	0,30	2,37	4,50	8,03	6,96	6,31
CRS	N	42	35	43	180	87	82	42	35	43	180	87	82
	$\bar{x}$	46,19	124,74	91,76	98,1	113,75	57,03	6,82	11,07	9,44	9,58	10,51	7,28
	$\hat{\sigma}^2$	103,18	1694,49	1342,75	2907,8	1949,48	1641,61	0,56	3,19	3,68	7,17	4,27	5,09
NRS	N	44	44	49	185	100	89	44	44	49	185	100	89
	$\bar{x}$	2,20	5,65	3,14	3,98	4,81	2,73	1,77	2,56	2,01	2,19	2,39	1,91
	$\hat{\sigma}^2$	0,72	2,04	1,33	2,83	1,87	1,15	0,05	0,07	0,08	0,15	0,08	0,07
NOS	N	42	43	45	183	98	82	42	43	45	183	98	82
	$\bar{x}$	11,09	22,81	16,48	18,60	20,65	14,54	3,47	4,87	4,17	4,38	4,63	3,91
	$\hat{\sigma}^2$	1,50	5,29	4,34	26,04	16,70	14,25	0,03	0,05	0,06	0,34	0,19	0,22
DPM	N	43	46	50	187	102	90	43	46	50	187	102	90
	$\bar{x}$	61,46	69,58	61,6	63,67	62,2	61,5	8,83	9,34	8,84	8,97	8,88	8,84
	$\hat{\sigma}^2$	1,20	1,27	1,87	5,22	2,93	4,18	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02

Tabela 2: Estimativas de parâmetros genéticos baseada em médias e variâncias dos caracteres comprimento do ramo principal (CRP) e comprimento do ramo secundário (CRS) ambos em cm, número de ramos secundários (NRS), número de nós (NOS) e dias para maturação (DPM) do cruzamento BRS Carijó x BR14 Mulato de feijão caupi com dados originais transformados para raiz quadrada + 1 avaliado em Petrolina, PE, 2011.

Parâmetros	Estimativas				
	CRP(cm)	CRS(cm)	NRS	NOS	DPM
Variância fenotípica	8,031	7,176	0,154	0,342	0,0205
Variância ambiental	2,921	2,783	0,076	0,053	0,0062
Variância genotípica	5,109	4,392	0,078	0,288	0,0143
Variância aditiva	2,784	4,975	0,147	0,266	0,0121
Variância de dominância	2,325	-0,583	-0,071	0,022	0,0021
Herdabilidade ampla (%)	63,62	61,21	49,44	84,31	69,73
Herdabilidade restrita (%)	34,66	61,21	49,44	77,71	59,28
Valor máximo nos pais	223*	218*	8*	28*	72*
Valor mínimo nos pais	37*	27*	1*	8*	59*
Valor máximo na F_2	257*	231*	7*	29*	68*
Valor mínimo na F_2	33*	20*	1*	10*	59*

*Dados originais, sem transformação para raiz quadrada + 1.

Tabela 3: Soma de quadrados (Sq) e coeficiente de determinação (R^2) na análise de variância mostrando a decomposição não ortogonal da soma de quadrados de parâmetros pelo método de eliminação de Gauss, com base nas médias das variáveis: comprimento do ramo principal (CRP) e comprimento do ramo secundário (CRS) ambos em cm, número de ramos secundários (NRS), número de nós (NOS) e dias para maturação (DPM) obtidas de plantas em seis populações (P_1, P_2, F_1, F_2, RC_1 e RC_2) de feijãocaupi.

Fonte de variação[1]	CRP		CRS		NRS		NOS		DPM	
	Sq	R^2	Sq	R^2	Sq	R^2	Sq	R^2	Sq	R^2
m	101,7	23,1	123,8	23,7	259,5	33,9	435	24,3	30038	94,5
a	252,4	57,2	172	32,9	202,5	26,4	966	53,9	1181,2	3,8
d	2,6	0,6	5,6	1	0,5	0,1	0,9	0,1	134,3	0,4
aa	4,51	1	7	1,4	1,5	0,2	4,3	0,2	70,8	0,2
ad	77,1	17,5	208,5	40	301,3	39,3	385	21,5	244,1	0,8
dd	2,8	0,6	5,5	1	0,1	0,1	0	0	103,9	0,3
Total	441	100	522	100	765	100	1790	100	31772	100

(1)m=média dos parentais; a=medida do efeito gênico aditivo; d=medida dos desvios de dominância; aa=interação epistáticaaditiva x aditiva; ad=interação epistática aditiva x dominante; dd=interação epistática dominante x dominante.

Tabela 4: Padrões de segregação para o hábito de crescimento eo porte da planta em populações derivadas docruzamento BRS Carijó x BR14 Mulato de feijão caupi e estimativas do χ^2 para testar as hipóteses de segregação 3:1, na geração F_2, e 1:1 na geração RC_2, em Petrolina, PE, 2011.

Populações	Total de Plantas	Hábito de crescimento		χ^2	Porte da Planta		χ^2
		Determinado	Indeterminado		Ereto	Enramador	
BRS Carijó	44	44	0	-	44	0	-
BR14 Mulato	46	0	46	-	0	46	-
F_1	50	0	50	-	0	50	-
F_2	187	48	139	$0,04^{ns}$	54	133	$1,49^{ns}$
RC_1	102	0	102	-	0	102	-
RC_2	90	52	38	$2,17^{ns}$	53	37	$2,84^{ns}$

^{ns} Não significativo (P<0,05). (Notsignificant (P<0,05).)

Tabela 5: Estimativa do número mínimo de genes sem (normal) e com (Sqrt) transformação para raiz quadrada +1 que controlam os caracteres comprimento do ramo principal (CRP), comprimento do ramo secundário (CRS), número de ramos secundários (NRS), número de nós (NOS) e dias para maturação (DPM) derivados do cruzamento entre BRS Carijó e BR14 Mulato de feijão caupi.

Variáveis	Normal		Sqrt	
	Sem bootstraping	Com bootstraping	Sem bootstraping	Com bootstraping
CRP	4,36	5,72 (2,3;15,2)*	4,7	5,82 (2,4;16,3)*
CRS	2,5	3,7 (1,5;9,1)*	2,8	3,5 (1,6;10,0)*
NRS	1,7	-	1,7	-
NOS	2,1	2,2 (1,5;4,1)*	2,2	2,4 (1,4;4,1)*
DPM	3,0	3,4 (1,9;7,6)*	3,2	3,7 (1,9;8,9)*

*Intervalo de confiança a 5% de probabilidade.

CAPÍTULO II - CORRELAÇÕES FENOTÍPICAS E ANÁLISE DE TRILHA PARA CARACTERES DA ARQUITETURA DA PLANTA E PRODUÇÃO DE GRÃOS EM TRÊS GERAÇÕES DE FEIJÃO CAUPI

RESUMO

O desenvolvimento de genótipos de feijão caupi que permitam maior adensamento populacional e a colheita mecânica ou semi-mecânicaé importante para reduzir a quantidade da escassa mão-de-obra na colheita dos grãos. Objetivou-se analisar correlações fenotípicas e análise de trilha dos caracteres dias para maturação (DPM), comprimento do ramo principal (CRP), comprimento do ramo secundário (CRS), número de ramos secundários (NRS), número de nós (NOS) e peso de grãos (PG), das gerações F_2, RC_1 e RC_2, provenientes do cruzamento entre as cultivares de feijão caupi BRS Carijó e BR14 Mulato, visando auxiliar no desenvolvimento de genótipos adequados à colheita mecânica ou semi-mecânica. A maioria das correlações fenotípicas dos caracteres avaliados foi concordante em significância, com valores aproximados nas gerações avaliadas. Para o caráter PG, foram observadas correlações fenotípicas significativas e positivas com os caracteres NRS e CRS e significativas e negativas com DPM. Foram observados maiores valores positivos nas correlações fenotípicas entre CRPxNOS, CRPxCRS e CRSxNOS. Os valores dos efeitos diretos concordaram com os valores das correlações fenotípicas, indicando verdadeira associação entre os caracteres avaliados com PG. A análise de trilha indicou que a seleção de plantas produtivas resultará em plantas precoces, de maior NRS e menor DPM. Em F_2, plantas com menor CRP e CRS poderão ser obtidas. O modelo causal explicou de 15 a 30% da variação total de PG em relação aos caracteres avaliados. As análises indicaram possibilidade de selecionar plantas com maior produção de grãos, precoces, de porte compacto, adequadas à colheita mecânica ou semi-mecânica.

Palavras-chave:*Vigna unguiculata*. Adensamento. Colheita mecânica. Porte da planta.

ABSTRACT

The development of cowpea to increase the population densityand semi-mechanical or mechanical harvest is important to reduce the labor intensity to harvest by hand cowpea grains. The objective of this study was to analyze phenotypical correlations and path analysis of the characters days for maturity (DFM), main branch length (MBL), length of the secondary branch (SBL), secondary branch number (SBN), number of nodes (NN) and grain weight (GW) in F_2, BC_1 and BC_2 generations, derived from cross between cowpea cultivars BRS Carijó and BR14 Mulato, to assist in the development of genotypes suitable for mechanical or semi mechanical harvesting. Most correlations of traits were concordant in significance, with approximate values in the evaluated generations. For the character GW, were observed significant and positive correlations with the characters SBN and SBL and significant and negative with DFM. Higher values were observed in positive correlations between MBL x NN, and MBLxSBL SBLxNN. The values of the direct effects were consistent with the values of the phenotypical correlations, indicating true association among evaluated traits with WG. Path analysis indicated that the selection of productive plants will result in early plants, with higher SBN and lower DFM. Plants with lower MBL and SBL can be obtained in F_2. The causal model explained 15-30% of the total variation of WG for the evaluated traits. The analysis indicated the possibility of selecting plants with higher grain yield, early maturation, compact-sized, suitable for mechanical or semi mechanical harvesting.

Keywords: *Vigna unguiculata*. Density. Mechanical harvesting.Planthabit.

INTRODUÇÃO

O feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma das leguminosas mais adaptadas, versáteis e nutritivas entre as espécies cultivadas, constituindo alimento importante e componente essencial de produção nas regiões de clima seco dos trópicos, cobrindo parte da Ásia, Estados Unidos, Oriente Médio e Américas Central e do Sul (SINGH et al. 2002).No Brasil, o feijão caupi é principalmente cultivado na região semiárida do Nordeste, onde se encontra adaptado às condições de clima e solo, contribuindo com 35,6% da área plantada e 15% da produção total de feijão (feijão caupi+feijão comum) no país (SILVA, 2009).

A cultura do feijão caupi, tradicionalmente explorado nos sistemas agrícolas familiares, em cultivo de sequeiro e com baixo nível tecnológico, tem sido pesquisado mais intensamente nas ultimas décadas (XAVIER, et al 2005). Isso tem contribuído para melhorar sua produtividade e rentabilidade que, com outros fatores, vêm despertando o interesse de médios e grandes produtores pela cultura (BEZERRA et al. 2008; FREIRE FILHO et al, 2005), com ênfase na região dos Cerrados, para utilização em safrinhas ou como cultura principal. Assim, esses fatos têm gerado demanda por cultivares modernas que atendam as exigências de adensamento e de manejo dos sistemas tecnificados.

O porte da planta tem influência direta sobre a resposta do feijão caupi ao adensamento populacional, pois os decréscimos observados na produção de grãos por planta, em conseqüência do aumento da população de plantas por hectare, ocorrem em menor intensidade nos genótipos de porte ereto, que nos de porte enramador (CARDOSO et al., 1997; NANGJU et al., 1975). Para BEZERRA (2005), a arquitetura da planta e o sistema de produção influênciam na determinação do arranjo de plantas mais adequado, para que os fatores de produção sejam eficientemente aproveitados e o potencial produtivo da cultivar seja maximizado.

O desenvolvimento de genótipos de feijão caupi mais produtivos e com arquitetura moderna ideais para colheita mecânica, possuindo ideótipo semelhante a cultivar moderna de soja, é de suma importância para o avanço do agronegócio, no entanto está em fase inicial, sendo um desafio para os melhoristas. Cultivares de feijão caupi de porte ereto e crescimento determinado têm grande potencial para consorcio com fruteiras irrigadas na fase inicial do estabelecimento das mesmas ou em períodosde

podas, ofertando o produto em épocas da entre safra, no qual o produto é mais valorizado (SANTOS et al., 2008).

O conhecimento da genética dos caracteres agronômicos de uma espécie é de fundamental importância para o seu melhoramento (FREIRE FILHO, 1988). Através desse conhecimento, o melhorista pode tomar decisões corretas sobre os métodos a aplicar, visto que dependem da estrutura genética da população e das condições ambientais (MORETTI, et al. 1994).

As estimativas dos coeficientes de correlação permitem prever as alterações em um determinado caráter provocadas pela pressão de seleção exercida sobre outro caráter (COIMBRA et al. 1999). Essa análise é de grande relevância, pois, nos programas de melhoramento, geralmente, além de melhoria de um caráter principal, busca-se o aprimoramento de outros caracteres da planta (CRUZ et al. 2004). Contudo, essa é apenas uma medida de associação, que não permite conclusões sobre causa e efeito, impossibilitando inferências sobre o tipo de associação que governa um par de caracteres X/Y (COIMBRA et al. 2005).

O método da análise de trilha, desenvolvido por WRIGHT (1921), permite a partição dos coeficientes de correlações em efeitos diretos e indiretos. CRUZ et. al (2004) definem o coeficiente de trilha ou análise de causa e efeito como um coeficiente de regressão padronizado, sendo que a análise de trilha é composta por uma expansão de regressão múltipla quando envolvidas inter-relações complexas. Essa metodologia pode, então, melhor auxiliar o melhorista permitindo a visualização do efeito direto que um caráter causa no outro e os efeitos indiretos dos outros caracteres relacionados (PAIVA, et al. 1982).

Alguns trabalhos têm sido realizados para estudar correlações entre caracteres e análise de trilha. BROTHERS e KELLY (1993) observaram em feijão comum correlação negativa nos valores obtidos de arquitetura e ângulo do ramo secundário. COLLICCHIO et al. (1997) citaram a não associação entre o porte da planta e o peso de 100 sementes, ocorrendo possibilidade de selecionar plantas de feijão comum eretas com qualquer tamanho de semente. OLIVEIRA et al. (1990) observaram em feijão caupi correlações positivas entre comprimento do ramo principal, número de ramos laterais e número de nós com quantidade de folhas por planta. Citaram efeito indireto positivo entre produção de grãos com comprimento e número de nós do ramo principal, área foliar e número de ramos laterais, via número de vagens por planta. BEZERRA

etal. (2001) observou efeito direto negativo do número de nós do ramo principal sobre o rendimento de grãos (-0,52) e correlação genética de 0,32.

A existência de trabalhos envolvendo caracteres que compõem a arquitetura da planta de feijão caupi evidencia a necessidade de desenvolver genótipos dessa cultura que se adéquem às modernas formas de produção. Apesar dos esforços realizados pelos melhoristas que se empenham em elucidar os componentes genéticos envolvidos, ainda há muito que fazer, pois a interação entre os caracteres envolvidos na arquitetura da planta é complexa (IBARRA, 1966).

Diante dessa situação, existe ainda a necessidade de se realizar mais estudos considerando correlação e análise de trilha entre os caracteres relacionados a porte da planta e produtividade, com o intuito de elucidar de forma mais eficiente essas correlações, que auxiliem no desenvolvimento de plantas com porte adequado à colheita mecânica ou semi-mecânica, associado com alto potencial para produção de grãos.

Neste trabalho, objetivou-se analisar as correlações fenotípicas e análise de trilha de três gerações segregantes de um mesmo cruzamento de feijão caupi para os caracteres dias para maturação da vagem, comprimento do ramo principal, comprimento do ramo secundário, número de ramos secundários, número de nós do ramo principal e peso de grãos, visando o desenvolvimento de genótipos adequados para a colheita mecânica ou semi-mecânica.

MATERIAL E MÉTODOS

Material genético – Foram analisadas plantas individuaisdas populações F_2, RC_1((BRS Carijó x BR14 Mulato) x BRS Carijó) e RC_2((BRS Carijó x BR14 Mulato) x BR14 Mulato) com 186, 102 e 90 indivíduos, respectivamente, derivados do cruzamento entre BRS Carijó que apresenta porte ereto, crescimento determinado e ciclo de 58 dias do plantio à primeira colheita, e BR14 Mulato que apresenta porte enramador, crescimento indeterminado e ciclo de 75 dias do plantio à primeira colheita.

Plantio e cruzamentos -O plantio das sementes se deu em covas rasas com 0,5m de distância entre elas contendo seis repetições, sendo semeadas seis sementes por cova, em casa telada na sede da Embrapa Semiárido, no segundo semestre do ano de 2010. A distância entre ruas foi de 1m. As sementes da cultivar precoce, BRS Carijó (P_1) foram semeadas primeiro e da cultivar tardia, BR14 Mulato (P_2), oito dias após a primeira. As plantas foram conduzidas em cordões para cima, evitando-se o contato entre elas, bem como da parte aérea com o solo. A irrigação foi feita manualmente e práticas culturais

normais foram adotadas. Passados 15 dias do plantio foi realizado o desbaste deixando somente duas plantas por cova. O começo dos cruzamentos se deu no inicio da floração das plantas.

Os cruzamentos foram realizados com o método citado por RACHIE et al. (1975), sucintamente descrito: Coleta do pólen pela manhã na flor aberta, seguido da conservação em refrigerador. Emasculação e polinização do botão floral no fim da tarde, de 12 a 14 horas antes de sua abertura natural. O corte do botão floral foi realizado com uma tesoura pequena de ponta fina, sendo os botões identificados com etiquetas de cartolina, indicando os parentais e a data. Entre um cruzamento e outro as mãos do operador foram limpas com álcool 98%, para evitar misturas de pólen.

Os retrocruzamentos foram feitos logo após a obtenção das sementes F_1, seguindo o mesmo procedimento descrito anteriormente em "Plantio e cruzamentos", diferindo-se nas quantidades de sementes semeadas por covas. Isso ocorreu devido ao número de sementes F_1's obtidas. Os retrocruzamentos realizados foram entre F_1(BRS Carijó x BR14 Mulato) x P_2 sendo abreviado como RC_1,e F_1(BRS Carijó x BR14 Mulato) x P_1sendo abreviado como RC_2. Além das sementes dos retrocruzamentos foram obtidas sementes dos parentais e dos F_2, pela autofecundação dos mesmos e do F_1, respectivamente.

Plantio das populações parentais, F_1, F_2 e retrocruzamentos - O plantio das sementes dos dois parentais e das gerações F_1, F_2 e dos retrocruzamentos foram realizadas em bandejas de isopor retangulares com 33,5cm x 68cm contendo 200 células, cada célula com 3,5cm x 3,5cm de área, e profundidade de 6cm, em casa de vegetação, com ambiente controlado e irrigação manual por regador. Após quatro dias todas as mudas foram transplantadas para o campo no Campo Experimental de Bebedouro da Embrapa Semiárido, em fevereiro de 2011.

Cada geração foi plantada em fileiras com 30m de comprimento, identificadas e no espaçamento de 1,5m x 0,2m entre linhas e entre covas, respectivamente. Após 20 dias do transplantio, cada planta foi identificada com placas de cartolina, com o número da planta e respectiva geração, amarradas com barbante, preferencialmente no primeiro ramo secundário. Bordaduras externas lateriais ao experimento foram efetuadas com o plantio de sementes de feijão caupi, tipo 'Canapu'.

Caracteres analisados – Foram avaliadas individualmente as plantas das gerações F_2, RC_1 e RC_2os caracteres:

a)Dias para maturação de vagem (DPM) - Número de dias transcorridos do plantio até a maturação de, aproximadamente, 50% das vagens;

b)Comprimento do ramo principal (CRP) - Comprimento, em cm, entre o colo da planta e o ápice do ramo principal;

c)Comprimento do maior ramo secundário (CRS) - Comprimento, em cm, entre o início e o ápice do maior ramo secundário;

d)Número de ramos secundários (NRS) - Número de ramos secundários inseridos no caule da planta;

e)Número de nós no ramo principal (NOS) - Número de nós desde o nó de inserção das folhas unifolioladas até o último nó do ramo principal;

f) Peso de grãos (PG) – Peso total, em gramas (g), de grãos com 13% de umidade, produzidos individualmente por planta de cada geração.

Análise estatística:Correlação simples ou fenotípica - As análises foram realizadas utilizando-se o programa computacional GENES (CRUZ, 2006). As estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica, entre os pares de caracteres foram calculadas a partir das estimativas das variâncias e covariâncias, segundo KEMPTHORNE (1973), de acordo com a seguinte propriedade:

$$V(X+Y)=V(X)+V(Y)+2COV(X,Y)$$

logo:

$$COV(X,Y)=\frac{V(X+Y)-V(X)-V(Y)}{2}$$

Em que:

V (X+Y): variância da soma dos caracteres X e Y;

V (X) e V (Y): variância dos caracteres X e Y, respectivamente;

COV(X,Y): covariância entre os caracteres X e Y.

A expressão da correlação fenotípica (r_F) se dá por:

$$r_F=\frac{PMT_{(X,Y)}}{\sqrt{QMT_X.QMT_Y}}$$

em que:

$PMT_{(xy)}$: produto médio associado aos efeitos dos tratamentos, para o par de caracteres X e Y;

$QMT_{(x)}$ e $QMT_{(y)}$: quadrados médios dos tratamentos, caracteres X e Y, respectivamente.

Análise de trilha – A análise de trilha foi representada pelo diagrama de causas-efeitos, mostrado na Figura 1, e demonstra as inter-relações entre peso de grãos (PG), caráter principal, e os outros caracteres dias para maturação (DPM), comprimento do ramo principal (CRP), comprimento do ramo secundário (CRS), número de ramos secundários (NRS) e número de nós (NOS). No diagrama de causa-efeito (Figura 1), as setas unidirecionais representam a influência direta de cada um dos caracteres explicativos sobre o principal, medida pelo coeficiente de trilha (Pjn), enquanto as setas bidirecionais indicam correlação entre os caracteres, que é medida pelo coeficiente (rij). A influência indireta é medida pelo somatório dos produtos dos coeficientes de correlação pelos coeficientes de trilha. Todas as análises foram feitas através do programa computacional GENES (CRUZ, 2006).

A determinação da variação do rendimento de grãos pelos efeitos dos componentes primários pode ser obtida pela equação de determinação de Li (1975):

$$1 = P_{21}^{\ 2} + P_{31}^{\ 2} + P_{41}^{\ 2} + P_{51}^{\ 2} + P_{61}^{\ 2} + P_{X1}^{\ 2} + 2P_{21}\ P_{31}r_{23} + 2P_{21}\ P_{41}r_{24} + 2P_{31}\ P_{41}r_{34} + 2P_{31}\ P_{51}r_{35} + 2P_{41}\ P_{51}r_{45} + 2P_{41}\ P_{61}r_{46} + 2P_{51}\ P_{61}r_{56}$$

Sendo:

$R_6^2(2,3,4,5,6) = P_{21}^2 + ... + 2P_{51}P_{61}r_{56}$: coeficiente de determinação múltipla de peso de grãos pelos componentes primários 2, 3, 4, 5 e 6;

P_{X1}^2: efeito residual;

$p_{X1}^2 = 1 - R_1^2(2,3,4,5,6)$: variação do peso de grãos devido à variável residual X.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maioria das correlações fenotípicas foi concordante em significância estatística e com valores aproximados nas três gerações analisadas, exceto DPM x CRP, DPM x CRS e NRS x NOS (Tabela 1). Apesar da correlação entre caracteres ser particular de uma população, não servindo para inferência da relação entre dois caracteres para uma dada espécie (SANTOS e GILMARA, 2004), uma maior

concordância era esperado, pois as três gerações analisadas foram resultantes de um mesmo cruzamento. Dados semelhantes foram obtidos por KURER (2007) que, avaliando duas gerações de um cruzamento de feijão caupi, reportou correlação fenotípica de 0,044 (F_2) e valor significativo de 0,357 (F_3) entre altura de planta e peso de 100 grãos, e correlações significativas e semelhantes de 0,462 e 0,392em F_2 e F_3, respectivamente, entre número de ramos e número de vagens por planta.

Para o caráter peso de grãos (PG) foramobservadas correlações fenotípicas significativas e positivas com o caráter número de ramos secundários (NRS) nas três gerações avaliadas, significativas e negativas com dias para maturação (DPM) nas gerações F_2 e RC_2, enquanto se obteve uma estimativa significativa e positiva com comprimento do ramo secundário na geração RC_2, enquanto que com as demais variáveis os valores foram não significativos (Tabela 1). Resultados significativos e positivos foram também reportados por KURER (2007), SANTOS e GILMARA (2004) e SOUZA et al (2007)entre produtividade de grãos e número de ramos secundários. BENVINDO et al. (2010) avaliando genótipos de feijão caupi reportaram correlação fenotípica negativa e não significativa entre floração inicial e produtividade, diferindo do observado no presente estudo.

Os valores das correlações fenotípicas sugerem dificuldade para a seleção de plantas produtivas e com menor número de ramos secundários, pois as correlações foram positivas e significativas com esses caracteres nas três gerações analisadas (Tabela 1). Os dados das correlações fenotípicas indicaram, contudo, a possibilidade da seleção de plantas produtivas com menor comprimento de ramos secundários e comprimento do ramo principal, pois os valores foram não significativos em duas gerações e não significativos nas gerações analisadas para esses caracteres, respectivamente (Tabela 1). As correlações também indicaram a possibilidade da seleção de plantas produtivas e precoces, pois os valores foram significativos enegativos em duas gerações analisadas.

Os maiores valores positivos das correlações fenotípicas foram observados entre CRP x NOS, CRP x CRS e CRS x NOS (Tabela 1) nas gerações analisadas, indicando que a seleção positiva para um desses caracteres resultará em aumentos nos outros dois caracteres, ou seja, que a seleção negativa deverá ser realizada para a obtenção de plantas de arquitetura adequada para a colheita mecânica ou semi-mecânica.

Os valores diretos do efeito casual de caracteres da arquitetura da planta e dias para a maturação na produção de grãos foram concordantes nas três gerações analisadas

para a maioria das variáveis analisadas, exceto comprimento do ramo principal e dos ramos secundários (Figura 2). Os valores dos efeitos diretos foram concordantes com os valores das estimativas das correlações fenotípicas, indicando que estes explicaram a verdadeira associação existente entre os caracteres da arquitetura da planta e precocidade com a produção de grãos(Tabela 1 e Figura 2). BEZERRA et al. (2001) reportaram semelhanças entre análise de trilha e correlações genéticas para os caracteres floração inicial e peso de 100 grãos sobre o rendimento de grãos. Já PEKSEN e ARTIK (2004) reportaram valores diferentes entre efeito direto (0,195) e correlação simples significativa (0,509) para o caráter peso de 100 grãos sobre rendimento de grãos.

A análise de trilha indica que a seleção de plantas produtivas resultará em plantas precoces, de maior número de ramos secundários (NRS) e menor número de dias para a colheita dos grãos (DPM) (Figura 2). Plantas com menor comprimento do ramo principal (CRP) nas gerações F_2e RC_1e com menor ramo secundário (CRS) na geração F_2 poderão ser obtidosdurante a seleção, pois apresentaram valores diretos negativos com a produção de grãos. KUMARI et al. (2010), reportaram efeito direto negativo de dias para maturação e número de ramos sobre rendimento de grãos, indicando ser possível a seleção de plantas produtivas, precoces e com menor ramo. BEZERRA et al. (2001), bem como PEKSEN e ARTIK (2004), reportaram efeito direto negativo semelhantes (-0,188 e -0,134, respectivamente) sobre rendimento de grãos em caupi.

Os coeficientes de determinação do modelo causal, quando consideradas as cinco variáveis explicativas, foram de 0,1590, 0,2260 e 0,2992 das gerações F_2, RC_1 e RC_2, respectivamente (Figura 2), indicandoque o modelo adotado explicou uma pequena fração da variável primaria peso de grãos e que novas variáveis devem ser incluídas no modelo causal para explicar a quase totalidade da variação da produção de grãos. Essa baixa determinação foi esperada, pois variáveis como número de vagens por planta, número de sementes por vagem e peso de um grão não foram incluídos no presente modelo. Considerando estas variáveis, BEZERRA et al. (2001) avaliando feijão caupi e SANTOS et al. (1995) avaliando soja, reportaram coeficiente de determinação de 84,32% e 100%, respectivamente. GONÇALVES et al. (2003) mostraram determinação de 97,5%, sendo semelhante ao obtido por CABRAL et al. (2011) (R^2=95,9%), indicando que as variáveis explicaram quase totalmente a variável básica em feijão comum

No geral, as informações das correlações fenotípicas e dos efeitos diretos das variáveis da arquitetura da planta e dias para maturação indicaram que é possível a seleção de plantas com maior produção de grãos e com menor número de dias para a colheita e com menor comprimento do ramo principal e menor comprimento do ramo secundário, que são características importantes para a colheita mecânica ou semi-mecânica. Da mesma forma, os resultados indicam dificuldades para seleção de plantas de porte ereto, com menor número de ramos secundários, que poderá resultar em plantas de porte compacto, que não dificultarão o desenvolvimento de cultivares adequadas para a colheita mecânica ou semi-mecânica.

CONCLUSÕES

1. Os valores da maioria das correlações fenotípicas, bem como dos efeitos diretos das variáveis sobre o peso de grãos, foram aproximados e concordantesnas três gerações do cruzamento BRS Carijó x BR Mulato de feijão caupi.
2. O modelo causal considerando variáveis explicativas da arquitetura da planta e dias para maturação explicam de 15 a 30% da variação total do peso de grãos em feijão caupi nas gerações F_2, RC_1 e RC_2.
3. Os valores dos efeitos diretos e dos coeficientes de correlação foram concordantes, indicando que o processo de seleção ou o impacto da referida seleção das variáveis da arquitetura da planta poderão ser avaliados pela análise das correlações fenotípicas.
4. A análises das correlações fenotípicas e dos efeitos diretos das variáveis da arquitetura da planta e dias para maturação indicam que é possível a seleção de plantas com maior produção de grãos, precoces ecompactas, adequadas para a colheita mecânica ou semi-mecânica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENVINDO, R. N.; SILVA, J. A. L. da; FREIRE FILHO, F. R.; ALMEIDA, A. L. G. de; OLIVEIRA, J. T. S.; BEZERRA, A. A. de C. Avaliação de genótipos de feijão caupi de porte semi-prostrado em cultivo de sequeiro e irrigado. **ComunicataScientiae,** v. 1, p. 23-28, 2010.

BEZERRA, A. A. de C. **Efeitos de arranjos populacionais na morfologia e produtividade de feijãocaupi de crescimento determinado e porte ereto**. 2005. 123p. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

BEZERRA, A. A. de C.; ASSUNÇÃO FILHO, C. J.; FREIRE FILHO, F.R..; RIBEIRO, V. Q. Inter-relação entre caracteres de caupi de porte ereto e crescimento determinado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, v. 36, n. 1, p. 137-142,2001.

BEZERRA, A. A. de C.; TÁVORA, F. J. A. F.; FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q. Morfologia e produção de grãos em linhagens modernas de feijãocaupi submetidas a diferentes densidades populacionais. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 8, p. 85-93, 2008.

BROTHERS, M.E.; KELLY J.D. Interrelationship of plant architecture and yield components in pinto bean ideotype.**Crop Science,** v. 33, p. 1234 – 1238, 1993.

CABRAL, P. D. S.; SOARES, T. C. B.; LIMA, A. B. P.; SOARES, Y. J. B.; SILVA, J. A. D. de. Análise de trilha do rendimento de grãos de feijoeiro (*Phaseolusvulgaris*L.) e seus componentes. **Revista Ciência Agronômica,** v. 42, n. 1, p. 132-138, 2011.

CARDOSO, M. J.; MELO, F. de B.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. de. Densidade de plantas de caupi em regime irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** v. 32, p. 399-405, 1997.

COIMBRA, J. L. M. Estabilidade fenotipica em genotipos de canola no planalto catarinense. **Ciência Rural,**Bage, v. 4, n. 2, p. 74-82, 1999.

COIMBRA, J. L. M.; BENIN, G.; VIEIRA, E. A.; OLIVEIRA, A. C. da.; CARVALHO, F. I. F.; GUIDOLIN, A.F.; SOARES, A.P. Consequências da multicolinearidade sobre a análise de trilha em canola. **Ciência Rural,** Santa Maria, v.35, n.2, p. 347 - 352, 2005.

COLLICCHIO, E.; RAMALHO, M.A.P; ABREU, A. de F.B. Associação entre o porte da planta de fejoeiro e o tamanho dos grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** v 32, p.97– 304, 1997.

CRUZ, C. D. **Programa Genes**: Biometria. Editora UFV. Viçosa (MG). 382p. 2006.

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

FREIRE FILHO, F. R. Genética do caupi .In: ARAUJO, J. P. P. de & WATT, E. E. (Org.) O caupi no Brasil. Brasilia, ITA/EMBRAPA, 1988. p. 194-222.

FREIRE FILHO, F. R. et al. **Melhoramento Genético.** In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. de A.; RIBEIRO, V. Q. (Eds.). Feijão caupi: avanços tecnológicos.Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 28-92.

GONÇALVES, M. C.; CORREA, A. M.; DESTRO, D.; SOUZA, L. C. F. de.; SOBRINHO, T. A. Correlations and path analysis of common bean grain yield and its primary components.**CropBreedingandAppliedBiotechnology,** v. 3, n. 3, p. 217-222, 2003.

IBARRA, S. A. O. **Contribuição ao estudo da herança de crescimento em *Phaseolusvulgaris*L**. 1966, 56f. Dissertação (Mestrado). Escola Superior Luis de Queiroz, Piracicaba.

KEMPTHORNE, O. **An introduction to genetic statistics**.Ames, Iowa, The State University Press, 1973. 454p.

KUMARI, R. U.; USHARANI, K. S.; SUGUNA, R.; ANANDAKUMAR, C. R. Relationship between the yield contributing characters in cowpea for grain purpose [vigna unguiculata (l). Walp].**Electronic Journal of Plant Breeding,** v.1(4), p. 882-884, 2010.

KURER, S. **Genetic variability studies in f_2 and f_3 generations of cowpea (*Vigna unguiculata*(L.) Walp).** 2007. Dissertação (Mestrado).University of Agricultural Sciences, Dharwad.

NANGJU, D.; LITTLE, T. M.; ANJORINOHU, A. Effect of plant density and spatial arrangement on seed yield of cowpea (Vignaunguiculata (L.)Walp.).**Journal of the American Society for Horticultural Science,** v. 100, p. 467‑ 470, 1975.

OLIVEIRA, F. J. de; SILVA, M. A. V.; GOMES, M. J. Seleção de caracteres agronômicos do feijão-caupi usando coeficientes de caminhamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** v. 25, n.7, p.1055-1064, 1990.

PAIVA, J. R. de ; ROSSETTI, A. G. ; GONCALVES, P. S. Uso de coeficiente de caminhamento no melhoramento de seringueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** v.17, n.3, p.433-440, 1982.

PEKSEN, E.; ARTIK, C. Comparison of some Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) Genotypes from Turkey for Seed Yield na Yield Related Characters. Asian Network for Scientific Information.**Journal of Agronomy,** v. 3(2), p. 137-140, 2004.

RACHIE, K. O.; RAWAL, K. M.; FRANCKOWIAK, J. D.**A rapid method for hand crossing cowpea.**Ibadan: IITA, 1975. 5p. (IITA. TechinicalBulletin, 2).

SANTOS, C. A. F.; BARROS, G. A. de A; SANTOS, I. C. N.; FERRAZ, M. G. de S. Comportamento agronômico e qualidade tecnológica de grãos de linhagens de feijão-caupi avaliadas no Vale do São Francisco. **Horticultura Brasileira,** Brasília, v. 26, p. 404-408, 2008.

SANTOS, C. A. F.; GILMARA, M. S. Correlações fenotípicas em dois cruzamentos de feijão-caupi nas gerações F2, F3, F4 e F5.**Horticultura Brasileira,** v.22, n.2, 2004. 1 CD.

SANTOS, C. A. F.; REIS, M. S.; CRUZ, C. D.; SEDIYAMA, C. S.; SEDIYAMA, T. Adequação de Modelos no Estudo do Coeficiente de Trilha dos ComponentesPrimários e Secundários de Progênies F6 de Soja (*Glycine Max* (L.) Merrill). **Revista Ceres,** v. 42(240), p. 111-121, 1995.

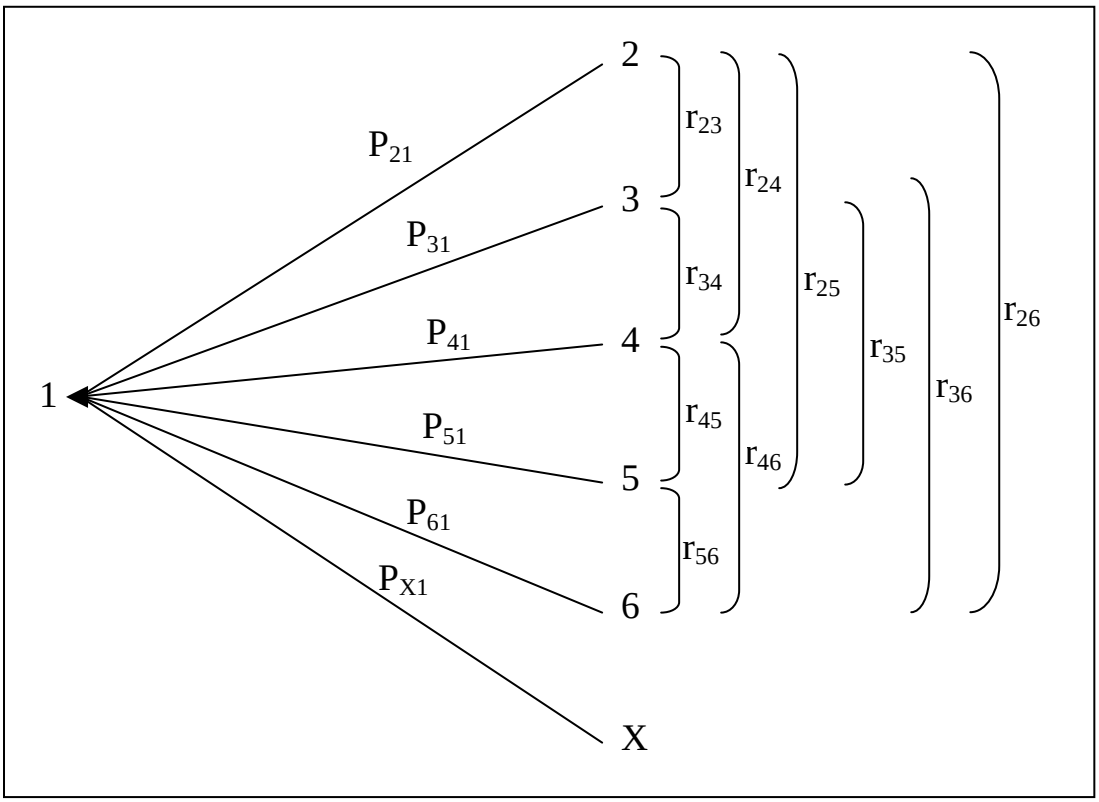
SILVA, K. J. D. **Estatística da Produção de feijão-caupi**. 2009. Disponível em: <http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?id=34241>. Acesso em 22 de abril de 2011.

SINGH, B. B.; EHLERS, J. D.; SHARMA, B.; FREIRE FILHO, F. R. **Recentprogress in cowpeabreeding.**In: FATOKIM, C. A.; TARAWALI, S. A.; SINGHT, B.B.; KORMAMA, P. M.; TAMO, M. (ed.). Challenges and opportunities for enhancing sustainable cowpea production. Ibadan, Nigeria: IITA, 2002.p.22-38.

SOUZA, C. L. C. de; LOPES, A. C. de A.; GOMES, R. L. F.; ROCHA, M. de M.; SILVA, E. M. Variability and correlations in cowpea populations for green-grain production.**Crop Breeding and Applied Biotechnology,** v. 7, p. 262-269, 2007.

WRIGHT, S. **Correlation and causation.**Journal of Agricultural Research, v. 20, p. 557-585, 1921.

XAVIER, G. R.; MARTINS, L. M. V.; RUMJANEK, N. G.; FREIRE FILHO, F. R. **Variabilidade genética em acessos de caupi analisada por meio de marcadores RAPD.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.40, p.353−359, 2005.



1. Peso de grãos
2. Dias para maturação
3. Comprimento do ramo principal
4. Comprimento do ramo secundário
5. Número de ramos secundários
6. Número de nós

X. Variável residual

Figura 1: Diagrama causal dos efeitos diretos e indiretos das variáveis explicativas 2, 3, 4, 5 e 6 correlacionadas (r) com a variável principal peso de grãos (1) e com a variável residual não correlacionada X.

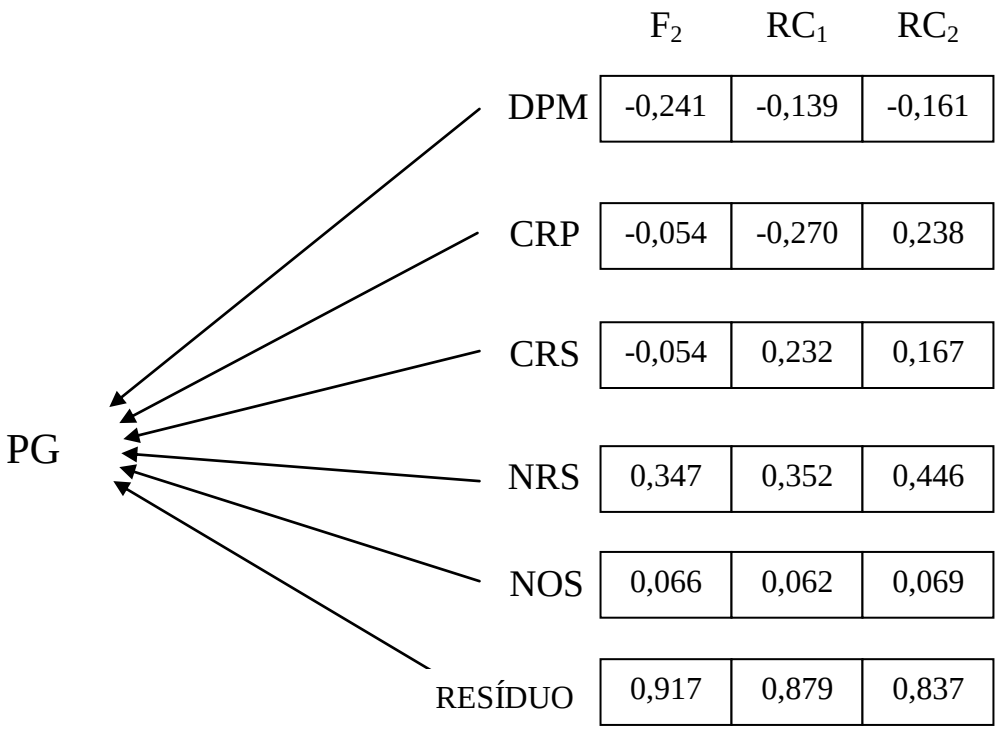


Figura 2: Diagrama do sistema entre causas e efeitos demonstrando os efeitos diretos das cinco variáveis explicativas dias para maturação da vagem (DPM), comprimento do ramo principal (CRP), comprimento do ramo secundário (CRS), número de ramos secundários (NRS) e número de nós do ramo principal (NOS) correlacionadas com a variável principal peso de grãos (PG)analisados nas gerações F_2, RC_1 e RC_2 obtidas através do cruzamento BRS Carijó x BR14 Mulato de feijão caupi em Petrolina, PE, 2010.

Tabela 1. Estimativas do coeficiente de correlação fenotípica entre os caracteres dias para maturação da vagem (DPM), comprimento do ramo principal (CRP), comprimento do ramo secundário (CRS), número de ramos secundários (NRS), número de nós do ramo principal (NOS) e peso de grãos (PG) nas populações F2, RC1 e RC2 do cruzamento entre BRS Carijó x BR14 Mulato, avaliado em Petrolina, PE, 2010.

	Geração	CRP	CRS	NRS	NOS	PG
DPM	F_2	0,0654^{ns}	0,0414^{ns}	0,1263^{ns}	0,0603^{ns}	-0,1988**
	RC_1	0,3247**	0,3258**	-0,0459^{ns}	0,0878^{ns}	-0,1647^{ns}
	RC_2	0,1868^{ns}	0,0465^{ns}	-0,1654^{ns}	0,0935^{ns}	-0,2165*
CRP	F_2		0,6616**	0,1550*	0,7431**	-0,0025^{ns}
	RC_1		0,6457**	0,1899^{ns}	0,7069**	-0,0636^{ns}
	RC_2		0,6877**	0,1125^{ns}	0,7979**	0,1125^{ns}
CRS	F_2			0,3341**	0,5863**	0,0551^{ns}
	RC_1			0,3660**	0,4741**	0,1650^{ns}
	RC_2			0,0573^{ns}	0,4959**	0,2360*
NRS	F_2				0,3174**	0,3111**
	RC_1				0,2684**	0,4072**
	RC_2				-0,0442^{ns}	0,4767**
NOS	F_2					0,0900^{ns}
	RC_1					0,0572^{ns}
	RC_2					0,1363^{ns}

***: Significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste t.

CONCLUSÕES GERAIS

A cultura do feijão caupi, no Brasil, tem ganhado destaque nas últimas décadas, apresentaramimportância pela versatilidade nas formas de cultivo, pelos nutrientes essenciais na alimentação humana e pela grande variabilidade genética, característica importante em programas de melhoramento. O cultivo é predominante na região Nordeste, pois seu cultivoé bastante adaptado ao clima e ao solo da região, o que lhe proporciona destaque e prestígio entre os pequenos produtores,no entanto o potencial genético ainda é pouco explorado.

Assim como em várias culturas, os programas de melhoramento do caupi visavam a incrementar a produtividade. Tais estudos tiveram início na década de sessenta, do século passado, no Nordeste brasileiro. Daí se início ao desenvolvimento de cultivares resistentes a doenças e pragas, produtivas e mais tolerantes ao estresse hídrico, havendo uma melhora no mercado devido à interação entre pesquisadores, produtores, comerciantes e consumidores.

A cultura do feijão caupi passou a interessar os produtores de médio e grande porte, os quais utilizam de alta tecnologia em comparação à ultilizada pelos pequenos produtores, havendo assim a necessidade de desenvolver genótipos que não somente agreguem produtividade, resistência e tolerância a estresses bióticos e abióticos, mas que também sejam adequados às modernas formas de cultivo, incluindo precocidade, semelhante ao cultivo da soja e também do feijão comum.

Pesquisas direcionadasao desenvolvimento de cultivares de feijão caupi com arquitetura moderna, ou seja, de porte ereto e crescimento determinado, têm sido realizadas constantemente. No entanto, por causa da complexidade relacionada aos caracteres que compõe essa arquitetura e também relacionar ao mesmo tempo caracteres determinantes para produtividade e homogeneidade na maturação e precocidade, têm sido um grande desafio para os melhoristas desta cultura.

No presente trabalho,foi realizado estudos voltados para auxiliar no desenvolvimento de cultivares que possuam arquitetura moderna de planta, precoces e produtivas. Para isso, foi utilizado as cultivares de feijão caupi BRS Carijó e BR14 Mulato, que contrastam principalmente quanto ao porte da planta e ao hábito de crescimento. Do cruzamento entre essas duas cultivares, foram obtidos populações F_1 e as segregantes F_2 e os retrocruzamentos RC_1 e RC_2,proporcionando a estimação

deparâmetros genéticos por meio das análises de médias e variâncias dos caracteres analisados, correlações fenotípicas e da realização da análise de trilha.

No capítulo I, foram obtidos os seguintes resultados:

1. O efeito gênico mais importante para os caracteres comprimento do ramo principal, comprimento do ramo secundário, número de ramos secundários, número de nós e dias para maturação, é de natureza aditiva, controlado por poucos genes.
2. A herança relativamente simples com associação a alta herdabilidade favorecem a prática de seleção para obtenção de plantas melhoradas para arquitetura moderna, ou seja, planta ereta e precoces, com crescimento determinado, porte ereto e com número reduzido de ramos laterais.

Os resultados obtidos nesse capítulo revelam que o desenvolvimento de cultivares próximas ao ideótipo padrão para a mecanização da cultura é possível, pois os caracteres analisados mostraram ser controlados por poucos genes, algo que facilita a prática de seleção. A herdabilidade ampla e restrita também reveloubaixainfluênciado fator ambiental, favorecendo ainda mais a prática de seleção durante o avanço das gerações.

No capítulo II, com as análises das correlações fenotípicas e a realização da análise de trilha nas populações F_2, RC_1 e RC_2 foi concluído principalmente que:

1. Os valores dos efeitos diretos e dos coeficientes de correlação foram concordantes, indicando que a seleção ou a avaliação do impacto da seleção das variáveis da arquitetura da planta poderão ser avaliadas pela análise das correlações fenotípicas.
2. A análises das correlações fenotípicas e dos efeitos diretos das variáveis da arquitetura da planta e dias para maturação indicam que é possível a seleção de plantas com maior produção de grãos, precoces e de porte compacto, adequadas para a colheita mecânica ou semi-mecânica.

Os resultados obtidos nesse capítulo indicaram que a seleção de plantas pode ser realizada com o auxílio das correlações fenotípicas, pois os resultados obtidos pelos efeitos diretos foram concordantes, demonstrando a verdadeira associação entre os caracteres analisados quanto à arquitetura da planta e precocidade com a produção de grãos. Os resultados também mostraram a possibilidade de selecionar plantas produtivas e precoces, com arquitetura moderna, que facilitem o emprego da colheita mecânica ou semi-mecânica.

Apesar dos resultados conclusivos obtidos no presente trabalho, ainda são necessários estudos que procurem elucidar de forma mais concisa o desenvolvimento de plantas de feijão caupi com arquitetura moderna, adequadas às atuais formas de cultivo e colheita, comooutras leguminosas, tais qual a soja. A realização de trabalhos que utilizem ferramentas da biologia molecular no estudo de QTL's envolvidos na expressão dos caracteres que "constroem" a arquitetura da planta, é de suma importância para avançar mais rapidamente no desenvolvimento de novas cultivares.

RIBEIRO, H. L. C. **Estimação de parâmetros genéticos e análise de trilha para caracteres da arquitetura da planta de feijão caupi (*Vigna unguiculata* (l.) walp.).** 2012. 76f. Dissertação (Mestrado). UEFS – Universidade Estadual de Feira de Santana.

Orientador: Dr. Carlos Antônio Fernandes Santos

RESUMO

O presente trabalho objetivou auxiliar no desenvolvimento de genótipos de feijão caupi promissores para colheita mecânica ou semi-mecânica. Realizaram-se cruzamentos entre genótipos de feijão caupi, BRS Carijó, tipo ereto, e BR14 Mulato, tipo enramador, para obtenção de populações segregantes. Estimou-se parâmetros genéticos dos caracteres maturação (DPM) e relacionados à arquitetura de planta: comprimento do ramo principal (CRP) e do ramo secundário (CRS), número de ramos secundários (NRS), número de nós (NOS), porte da planta e hábito de crescimento. As médias dos parentais foram contrastantes para todos os caracteres avaliados. As herdabilidades amplas e restritas variaram entre 34 e 84% para todos os caracteres. Os efeitos da média dos parentais e aditivo foram importantes para CRP, NOS e DPM, havendo contribuição de efeito epistático em CRS e NRS. O porte da planta e o hábito de crescimento apresentaram herança monogênica, em dominância. Nos caracteres avaliados, estimaram-se números reduzidos de genes. Analisaram-se correlações fenotípicas e análise de trilha em caracteres da arquitetura da planta, maturação e peso de grãos (PG) nas populações F_2, RC_1 e RC_2. O caráter PG apresentou correlações fenotípicas significativas e positivas com NRS e CRS e significativas e negativas com DPM, havendo maiores valores positivos entre CRPxNOS, CRPxCRS e CRSxNOS. Os efeitos diretos concordaram com as correlações fenotípicas, indicando verdadeira associação entre os caracteres e PG. Os efeitos diretos indicaram que o caráter NRS deve ser considerado na seleção. As análises indicaram possibilidade de selecionar plantas precoces, produtivas, compactas e adequadas à colheita mecânica ou semi-mecânica.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata.*Colheita mecânica. Arquitetura de planta. Controle genético.

ABSTRACT

This study aimed to assist in developing cowpea promising for mechanical harvesting or semi mechanical. A cross between cowpea, BRS Carijó, erect type and BR14 Mulatoclimbing prostrate type, were performed to obtain segregating populations. Genetic parameters were estimated for the characters maturation (DFM) and related to plant architecture: the main branch length (MBL) and the secondary branch (SBL), secondary branch number (SBN), number of nodes (NN), plant type and growth habit. The means of parents were contrasting for all traits. The broad and narrow heritability ranged between 34 and 84% for all characters. The effects of parent means and additive of alleles were important for MBL, NN and DFM, with contribution of epistatic effects in SBL and SBN. The plant type and habit of growth exhibited monogenic inheritance in dominance. For all traits were estimated a reduced numbers of genes. The phenotypic correlation and path analysis were performed for characters of plant architecture, maturity and grain weight (WG) in F_2, RC_1 and RC_2 populations. The character of WG showed significant and positive correlations with SBN and MBL and significant and negative with DFM, with larger positive values between MBLxNN, MBLxSBL and SBLxNN. The direct effects agreed with the phenotypic correlations, indicating true association between the characters and WG. The direct effects indicated that the character SBN should be considered in the selection. The analysis indicated the possibility of selecting early maturity plants, productive, compact size, suitable for mechanical or semi mechanical harvesting.

Keywords:*Vigna unguiculata*. Mechanical harvesting.Architecture of plant.Genetic control.