

**VARIABILIDADE, CORRELAÇÕES E ANÁLISE DE TRILHA EM
POPULAÇÕES DE FEIJÃO-CAUPI (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) PARA
PRODUÇÃO DE GRÃOS VERDES**

CRISTIANE LOPES CARNEIRO DE SOUZA

Dissertação apresentada ao Centro de
Ciências Agrárias da Universidade
Federal do Piauí, para a obtenção do
Título de Mestre em Agronomia, Área de
Concentração: Produção Vegetal

TERESINA
Estado do Piauí – Brasil
Outubro - 2005

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**VARIABILIDADE, CORRELAÇÕES E ANÁLISE DE TRILHA EM
POPULAÇÕES DE FEIJÃO-CAUPI (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) PARA
PRODUÇÃO DE GRÃOS VERDES**

CRISTIANE LOPES CARNEIRO DE SOUZA
Engenheira Agrônoma

Orientadora: Prof^ª. Dra. Ângela Celis de Almeida Lopes

Dissertação apresentada ao Centro de
Ciências Agrárias da Universidade
Federal do Piauí, para a obtenção do
Título de Mestre em Agronomia, Área de
Concentração: Produção Vegetal

TERESINA
Estado do Piauí – Brasil
Outubro - 2005

5729v

Souza, Cristiane Lopes Carneiro de

Variabilidade, correlações e análise de trilha em populações de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp para produção de grãos verdes. Cristiane Lopes Carneiro de Souza. Teresina: UFPI. 2005.

58fl.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Piauí.

1. Plantas – propagação.
2. Melhoramento genético.
3. Populações I. Título

CDD 631.53

**VARIABILIDADE, CORRELAÇÕES E ANÁLISE DE TRILHA EM
POPULAÇÕES DE FEIJÃO-CAUPI (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) PARA
PRODUÇÃO DE GRÃOS VERDES**

Cristiane Lopes Carneiro de Souza
Engenheira Agrônoma

Aprovada em: 14/10/2005

Comissão julgadora:

Prof. Dra. Francilene Leonel Campos UESP-PARNAÍBA

Prof. Dra. Regina Lúcia Ferreira Gomes CCA/UFPI

Dr. Maurisrael de Moura Rocha Embrapa Meio-Norte

Prof. Dra. Ângela Celis de Almeida Lopes (Orientadora) CCN/UFPI

*À DEUS, que pela fé a ele dedicada, sempre
me proporcionou forças para vencer as
etapas da vida*

AGRADEÇO

A meus pais, João José e Maria Nely
que foram minha fortaleza,
ao longo dessa caminhada.
E as minhas filhas Amanda e
Andressa que na sua ingenuidade de criança
souberam compreender as minhas muitas ausências.

MINHA HOMENAGEM

Ao meu esposo Boanerges Junior, pelo
incentivo em realizar mais esse desafio.

OFEREÇO E DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelas alegrias proporcionadas e por estar sempre presente, me auxiliando na superação dos momentos mais difíceis;

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pertencente à Universidade Federal do Piauí, por ter concedido a oportunidade de cursar o mestrado e desenvolver este trabalho;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos;

À professora Ângela Celis de Almeida Lopes pela sua brilhante e indiscutível orientação no decorrer do curso;

À professora, Regina Lucia Ferreira Gomes pelo incentivo para cursar o mestrado e pelas valiosas sugestões e ensinamentos;

Ao professor, José Airton Nunes pelas valiosas contribuições;

À coordenação e aos professores do Curso de Pós-Graduação, pela amizade e pelo incremento científico dedicados;

Aos pesquisadores da Embrapa Meio-Norte, Dr. Valdenir Queiroz Ribeiro e Dr. Maurisrael de Moura Rocha pelas valiosas colaborações;

Ao pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Dr. Francisco Rodrigues Freire Filho pela cessão de germoplasma de feijão-caupi;

Aos amigos do curso de pós-graduação Agnaldo, Alzimar, Edson Basílio, Chicão, Melo, Conceição, Rejane e Carlos Humberto pelo bom convívio e respeito;

Ao colega Erismar Mesquita Silva, pelo apoio incondicional durante toda a realização do ensaio.

Finalmente, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para o sucesso deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	vii
RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. O Feijão-caupi (<i>Vigna Unguiculata</i> (L.) Walp.)	3
2.1.1. Origem e introdução do feijão-caupi no Brasil	3
2.1.2. Taxonomia	3
2.1.3. Morfologia	4
2.1.4. Importância econômica	5
2.1.5. Produção de grãos verdes	5
2.2. Variabilidade genética.	6
2.3. Correlações.	7
2.4. Análise de trilha.	10
3 CAPÍTULO I.....	13
Resumo.....	13
Abstract	14
3.1. Introdução	14
3.2. Material e Métodos	15
3.3. Resultados e Discussão	18
3.4. Conclusões	21
3.5. Referências Bibliográficas	22
4. CAPÍTULO II	30
Resumo.....	30
Abstract	31
4.1. Introdução	31
4.2. Material e Métodos	32
4.3. Resultados e Discussão	34
4.4. Conclusão.....	35

4.5. Referências Bibliográficas	35
5. CONCLUSÕES GERAIS	41
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

1. Quadrados médios, coeficientes de variação do erro experimental (CV), coeficientes de variação genética (CV_g) e relação entre os coeficientes de variação genética e experimental (b) referentes aos caracteres avaliados em 64 populações de feijão-caupi, em Teresina, PI, 2004	25
2 Médias dos caracteres morfológicos avaliados em 64 populações de feijão-caupi em Teresina, PI, 2004	26
3 Médias dos caracteres relacionados à produção avaliados em 64 populações de feijão-caupi em Teresina, PI, 2004	27
4 Estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica (r_F) genotípica (r_G), e de ambiente (r_E) entre os onze caracteres avaliados em 64 populações de feijão-caupi em Teresina, PI, 2004	29

CAPÍTULO II

1 Estimativas dos coeficientes de correlação genotípica (r_G) entre os caracteres número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), peso de cem grãos (PCG) e rendimento de grãos ($REND$), estudadas em 64 populações de feijão-caupi	39
2 Análise de trilha: desdobramento das correlações genotípicas em efeitos diretos e indiretos dos caracteres explicativos número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV) e peso de cem grãos (PCG) sobre o caracter principal, rendimento de grãos ($REND$)	40

LISTA DE FIGURA

1 Diagrama causal dos efeitos diretos e indiretos das variáveis 2, 3 e 4 correlacionadas com 1 e X, variável residual não correlacionada.	38
--	----

**VARIABILIDADE CORRELAÇÕES E ANÁLISE DE TRILHA EM
POPULAÇÕES DE FEIJÃO-CAUPI (*Vigna unguiculata* (L.) WALP.) COM
POTENCIAL PARA PRODUÇÃO DE GRÃOS VERDES**

Autora: CRISTIANE LOPES CARNEIRO DE SOUZA

Orientadora: Prof^ª. Dra. ÂNGELA CELIS DE ALMEIDA LOPES

RESUMO

O feijão-caupi é uma espécie de grande importância socioeconômica. No estado do Piauí, devido a sua ampla adaptabilidade, é cultivado de norte a sul, constituindo-se, a segunda cultura em volume de produção. Desenvolve-se no Estado, a mais de 20 anos, um programa de melhoramento genético dessa espécie, que é referência nacional. Atualmente, os trabalhos de melhoramento visam a obtenção de variedades que atendam às exigências do mercado consumidor, nesse contexto, esse trabalho teve como objetivos avaliar a variabilidade genética de 62 populações de feijão-caupi para posterior seleção visando a produção de grãos verdes; realizar análises de correlações entre os caracteres e análise de trilha entre rendimento de grãos e seus componentes. O experimento foi conduzido em Teresina, PI. O delineamento estatístico adotado foi de blocos completos casualizados com 64 tratamentos, sendo 62 linhagens e dois parentais com três repetições. Entre as populações existe variabilidade genética para todos os caracteres estudados, a linhagem quatorze proveniente da população F₄ reúne os caracteres rendimento de grãos elevado, cor de vagem roxa e grão branco, podendo ser recomendada para seleção visando a produção de grãos verdes. A seleção para o aumento do número de vagens por planta traz ganhos para o rendimento de grãos, sendo este o componente mais importante na expressão de grãos em feijão-caupi.

**VARIABILITY CORRELATIONS AND PATH ANALYSIS IN COWPEA
POPULATIONS (*Vigna unguiculata* (L.) WALP.) WITH POTENCIAL FOR
PRODUCTION OF GREEN GRAIN YIELD**

Author: CRISTIANE LOPES CARNEIRO DE SOUZA

Adviser: Prof^ª. Dra. ÂNGELA CELIS DE ALMEIDA LOPES

ABSTRACT

Cowpea is a kind of bean which has a great socio-economic importance in Piauí, due to its wide adaptability it is cultivated from north to south making it self the second culture in production volume. For more than twenty years it has been developed in the state a genetic improvement program of the species, which is a national reference. At present, the improvement tasks try to obtain a variety that satisfy the consumption market, based on that, this study has the objective of evaluating the genetic variability of 62 cowpea lines for subsequent selection objecting the green grain yield; estimating genetic parameters to accomplish analysis of correlations among the variables and path analysis between grain yield and its components. The experiment was conducted out in Teresina, Piauí, state in Brazil. A randomized complete blocks design with 64 treatments, being 62 lines and two parents and three replications. Among the populations there is a genetic variability for all the studied traits, the fourteen line which comes from the F₄ population has the yield traits of a wide grain production, pod purple coloured and white grain, which can be recommended to the selection aiming at a green grain production. The selection to increase the pod number for plant brings gains to the grain yield. This is the most important component in the cowpea grain expression.

1. INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma espécie de grande importância socioeconômica, cultural e nutricional, por ser uma fonte de proteína de baixo custo e fisiologicamente adaptada a diferentes condições ambientais. Apresenta tolerância ao estresse hídrico, é pouco exigente em fertilidade de solo, capaz de promover a fixação biológica do nitrogênio atmosférico; fatores que garantem a versatilidade de produção. Por essas características, constitui o alimento básico para as populações de baixa renda, sendo um dos produtos mais importantes do sistema de produção tipo agricultura familiar do nordeste brasileiro, região onde se concentra a maior produção (SALES & RODRIGUES, 1988).

O Brasil é o terceiro país produtor e consumidor do feijão-caupi no mundo; o consumo per capita é de 20 kg/ano. Toda a produção nacional é consumida internamente e, para suprir a demanda, faz-se importações do produto, fato que coloca o país numa posição de importador líquido (AGRIANUAL, 1998).

Segundo Queiroz (2001), ao se averiguar a produção das principais culturas produtoras de grãos no Brasil, percebe-se que ocorreu um incremento significativo na produção, durante a década de 90. Ocorreu no Brasil, tanto em feijão-caupi como comum, um incremento no rendimento de grãos, durante o período de 1984 a 1997, da ordem de 50%. A participação do melhoramento genético no aumento dessa produção é bastante significativa (PEREIRA, 1999).

No Piauí, o rendimento de grãos do feijão-caupi ainda é baixo (176 kg/ há) em relação à média do Nordeste (360 kg/ha) (IBGE, 2005), em decorrência de fatores climáticos e financeiros, haja vista, que há mais de 20 anos realizam-se pesquisas, com obtenção de avanços consideráveis, tornando-se referência nacional no melhoramento genético dessa espécie. No início, o melhoramento foi voltado principalmente, para o aumento de rendimento de grãos, posteriormente, resistência às doenças, principalmente viroses e, atualmente, grande ênfase está sendo dada à qualidade de grãos e à arquitetura da planta, a fim de atender às demandas do mercado consumidor, além de se obter linhagens de alto valor agrônômico (FREIRE FILHO, 2005). Esse processo compõem-se de algumas etapas de grande importância:

seleção de parentais, identificação dos melhores cruzamentos e avanços de gerações sem grandes perdas das combinações gênicas favoráveis e identificação com máximo rigor experimental, das linhagens superiores para as características desejáveis.

Dentro desse contexto, é da máxima importância estimar os componentes de variabilidade existente nas populações, principalmente, o quanto dessa variabilidade é devida a diferenças genéticas; assim conhecer o controle genético dos caracteres estudados e realizar o estudo das correlações, permitirá a percepção do grau de associação entre caracteres; seu conhecimento é importante por possibilitar ao melhorista, saber como a seleção para um caráter influencia a expressão de outros caracteres.

A exata percepção dos efeitos diretos e indiretos dos componentes de produção sobre o rendimento de grãos faz-se através da análise de trilha, que apresenta subsídios para desenvolver, selecionar e recomendar cultivares que atendam aos objetivos estabelecidos pela pesquisa realizada.

Nesse trabalho objetivou-se estudar a variabilidade genética de populações de feijão-caupi para posterior seleção visando à produção de grãos verdes, determinar as correlações fenotípicas, genotípicas e de ambiente entre os caracteres e realizar análise de trilha entre o rendimento de grãos e seus componentes.

A dissertação foi estruturada em dois capítulos, com os seguintes títulos: “Variabilidade e correlações em populações de feijão-caupi com potencial para produção de grãos verdes e Análise de trilha dos componentes de rendimento sobre a produção de grãos verdes em feijão-caupi”. Esses capítulos foram elaborados de acordo com as normas da Revista Brasileira de Melhoramento de Plantas e da Revista Ciência Rural, respectivamente, as quais serão submetidos os artigos científicos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)

2.1.1. Origem e introdução do feijão-caupi no Brasil

O gênero *Vigna* ocorre nas regiões tropicais e subtropicais com ampla distribuição mundial. Faris (1965) catalogou mais de 170 espécies, sendo a grande maioria na África, onde 66 delas são consideradas endêmicas. Isso sugere que o gênero *Vigna* deve ter sua evolução ligada a esse continente. Entre as espécies que ocorrem na África está a *Vigna unguiculata* (L.) Walp, a qual tem sua origem e centro de origem bastante discutidos.

Faris (1965) e Rawal (1975) apontam o “oeste da África Central” como centro de origem e diversidade de *V. unguiculata* (L.) Walp. Ng & Maréchal (1985) afirmam ser o Oeste da África, mais precisamente a Nigéria, o centro primário de diversidade. Um fato que tem contribuído para isso é que as formas selvagens da espécie não têm sido encontradas fora da África.

A domesticação também ocorreu na África, dispersando-se para outras regiões do continente e do mundo através de migrações e de rotas comerciais.

Segundo Freire Filho (1988) o feijão-caupi foi introduzido na América Latina, no século XVI, pelos colonizadores espanhóis e portugueses, primeiramente nas colônias espanholas e em seguida no Brasil, provavelmente no estado da Bahia. A partir da Bahia, o feijão-caupi foi levado pelos colonizadores para outras áreas da região Nordeste e para as outras regiões do País.

2.1.2. Taxonomia

O feijão-caupi é uma planta Dicotyledonea, que segundo Verdcourt (1970), Marechal et al., (1978) e Padulosi & Ng (1997), citados por Wetzal et al., (2005), apresenta a seguinte classificação taxonômica: ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Faboideae, tribo Phaseoleae, subtribo Phaseolina, gênero *Vigna*,

subgênero *Vigna*, seção *Catiang*, espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp. e subespécie *unguiculata*.

2.1.3. Morfologia

O feijão-caupi possui germinação epígea, com os cotilédones inseridos no primeiro nó do ramo principal. O sistema radicular é do tipo axial, relativamente superficial, embora algumas raízes possam atingir a profundidade de 2,0 m. A raiz principal e as secundárias apresentam nódulos quase sempre eficientes devido à associação com bactérias nitrificadoras nativas do solo (MAFRA, 1979).

A arquitetura da planta em feijão-caupi é bastante variável entre e dentro dos cultivares (ARAÚJO, 1979). Os vários tipos de porte apresentados foram classificados segundo Freire Filho et al. (2005) em ereto, semi-ereto, semiprostrado e prostrado, com o número de nós e de ramificações variáveis. O hábito de crescimento pode ser determinado, neste caso, a planta pára de crescer após a emissão da inflorescência na extremidade da haste principal, ou indeterminado, quando o ramo principal continua crescendo até o fim do ciclo, não produzindo a inflorescência terminal.

O primeiro par de folhas é séssil, simples e opostas, exibindo considerável variação de forma e tamanhos. As folhas secundárias são trifolioladas e longo-pecioladas. O folíolo terminal é freqüentemente comprido e de maior área que os folíolos assimétricos laterais, as formas variam de linear lanceoladas a ovaladas (ARAÚJO, 1979).

A inflorescência é do tipo sisneiro e está localizada na axila da folha em um pedúnculo que varia de tamanho dentro e entre cultivares. A flor é zigomorfa, composta de cálice e corola com as pétalas formando o estandarte, as duas asas e a quilha. O androceu é formado por dez estames, nove concrecidos e um livre, localizados juntamente com o gineceu no interior da quilha. Este é constituído de um ovário multiovular alongado, um estilete recurvado e um estigma piloso. O fruto é uma vagem de tamanho e forma variável, contendo no seu interior sementes disposta em fileiras que podem ter diversas formas, tamanho e cor do tegumento (MAFRA, 1979).

2.1.4. Importância econômica

No mundo, estima-se que o feijão-caupi tenha uma área ocupada de 12,5 milhões de ha, produzindo cerca de 3 milhões de Mg/ano. Aproximadamente 64% da área ocupada mundial (8 milhões de hectares) está localizada na parte oeste e central da África. O restante é representada pela América do Sul, América Central e Ásia, com pequenas áreas espalhadas pelo sudoeste da Europa, sudoeste dos Estados Unidos e Oceania. Os principais produtores mundiais são: Nigéria, Niger, Brasil, Mali e Tanzânia. Essa cultura é responsável pela geração de 1.451.578 empregos por ano no Brasil, movimentando um valor global de negócios estimado em US\$ 249.142.582,00/ano (SINGHT et al., 2002)

O feijão-caupi é cultivado predominantemente no sertão do semi-árido do Nordeste e em áreas isoladas da Amazônia, representando 95 a 100% do total das áreas plantadas com feijão nos Estados do Amazonas, Maranhão, Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte (TEIXEIRA et al., 1988).

A produção de feijão-caupi no Piauí tem apresentado, ao longo dos últimos 15 anos, variações importantes de acréscimo e decréscimo, com tendência oscilante. Essas variações na produção são típicas de regiões cujos processos produtivos são dependentes de climas, como no Nordeste brasileiro, em que um ano de distribuição pluviométrica regular quase sempre é seguido por uma distribuição irregular, com reflexos na produção (FROTA & PEREIRA, 2000). Esse efeito é mais observado no cultivo do feijão-caupi na 1ª safra (plantio das águas), que geralmente é responsável por mais de 70% da produção média anual e os 30% restantes, para o cultivo de 2ª safra.

2.1.5. Produção de grãos verdes

Grãos verdes ou feijão verde corresponde às vagens em torno da maturidade, ou seja, um pouco depois do estágio em que param de acumular fotossintatos e iniciam o processo de desidratação natural. Nesse momento, as vagens estão bem entumecidas e apresentam coloração verde ou roxa, já podendo ser consumido na forma de vagem ou de feijão debulhado (FREIRE FILHO et al., 2005).

O feijão verde é tradicionalmente consumido na culinária Nordestina; esse nicho de mercado vem se expandindo a cada ano em razão da valorização dos produtos regionais, o que permite o crescimento do número de empregos diretos e indiretos gerados pela atividade. Entretanto, poucos trabalhos estão sendo realizados com vistas a fortalecer a produção de grãos verdes, então, para esse fim, são utilizadas as mesmas cultivares para produção de grãos secos, comprometendo a qualidade e o rendimento final (OLIVEIRA et al., 2002).

Freire Filho et al., (2005) citam Krutman et al., (1971), Ferreira & Silva (1987) e Silva & Oliveira (1993), que trabalharam com seleção de linhagens de feijão-caupi para produção de grãos verdes. Miranda & Anunciação Filho (2001) avaliaram dez linhagens para produção de vagens verdes, grãos maduros e grãos secos e obtiveram médias de produtividade, respectivamente, de 2.444 kg/ha, 1.320 kg/ha e 660 kg/ha. Oliveira et al., (2002), estudaram o comportamento de dez linhagens e três cultivares de feijão-caupi, para seleção de grãos verdes e conseguiram identificar oito linhagens que apresentavam produtividade de grãos verdes superior a 3,0 Mg/ha.

2.2. Variabilidade genética

As estimativas dos componentes de variabilidade existente nas populações e, mais ainda, quanto desta variabilidade é devida a diferenças genéticas, é de fundamental importância em qualquer programa de melhoramento, pois permite conhecer o controle genético do caráter e o potencial da população para seleção (RAMALHO et al., 2004). É importante também identificar na fração genética, quais as proporções que podem ser atribuídas a fatores gênicos aditivos, dominantes e epistáticos. A avaliação da importância destes fatores está inteiramente relacionada com os objetivos do programa de melhoramento (CRUZ & REGAZZI, 1994).

Bezerra et al., (1995) desenvolveram um trabalho com 33 genótipos de feijão-caupi de porte ereto e crescimento determinado. Nos estudos de variância, foi constatado que os caracteres número de vagens por planta e rendimento de grãos foram os que apresentaram as maiores estimativas para os coeficientes de variação genética, com valores de 19,42% e 19,44%, respectivamente.

Singh & Mehndiratta (1969), Bordia et al., (1973), Lakshmi & Goud (1977), Barriga & Oliveira (1982) e Siddique & Gupta (1991) afirmam que nos estudos de variabilidade genética com a cultura do feijão-caupi, obtiveram valores superiores a 20% para o coeficiente de variância genotípica (CV_G) relativo aos caracteres peso de cem grãos e rendimento de grãos. Para o número de vagens por planta, os valores dos coeficientes de variação genética estimados foram de 52,52%; 17,00%; 20,93%; 17% e 33,11%, respectivamente.

Lopes et al., (2001), estudando a variabilidade e o potencial genético de 28 linhagens de feijão-caupi, constataram que entre as mesmas, na maioria dos caracteres, ocorreu uma ampla variabilidade genética, tendo sido o caráter rendimento de grãos o que apresentou o melhor coeficiente de variação genética, 23,90%.

Matos Filho (2004), avaliando onze populações de feijão-caupi provenientes de P_1 , P_2 , P_3 , F_1 's, F_2 's, e os retrocruzamentos, 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.

Outros trabalhos com leguminosas foram realizados, dentre eles, podemos citar, Kurek et. al., (2001), estudando as relações direta e indireta entre o rendimento de grãos e os caracteres componentes do rendimento de grãos, em feijão comum (*Phaseolus vulgaris*), concluíram que houve diferenças significativas entre os genótipos para os quatro caracteres testados (número de vagens por planta, número de grãos por planta, peso médio do grão e rendimento de grãos) evidenciando assim, a presença de variabilidade entre as constituições genéticas.

2.3. Correlações

A correlação reflete o grau de associação entre dois caracteres. Seu conhecimento é importante por possibilitar ao melhorista, saber como a seleção para um caráter influencia a expressão de outros caracteres (FREIRE FILHO, 1988).

O estudo e a magnitude das relações existentes entre caracteres é evidentemente, importante, pois, no melhoramento em geral, tem-se a preocupação

de aprimorar o material genético não para caracteres isolados, mas para um conjunto destes, simultaneamente. Além disso, é sempre importante saber como o melhoramento de uma característica pode causar alterações em outras (VENCOVSKY & BARRIGA, 1992).

O conhecimento da associação entre caracteres é também de grande importância, principalmente, se a seleção em um deles apresenta dificuldades, em razão da baixa herdabilidade e, ou, tenha problemas de medição e identificação. A correlação que pode ser diretamente mensurada a partir de medidas de dois caracteres, em certo número de indivíduos na população é a fenotípica. Esta correlação tem causas genéticas e ambientais, porém, só as genéticas envolvem uma associação de natureza herdável, podendo, por conseguinte, ser utilizada nos programas de melhoramento (CRUZ & REGAZZI, 1994).

A causa da correlação genética é, principalmente, a pleiotropia. Ligações gênicas são causas transitórias, especialmente em populações derivadas de cruzamentos entre linhagens divergentes (FALCONER, 1981), esse fato poderá ocorrer porque a medida que faz-se o avanço de gerações ocorre a permuta gênica no momento do crossing-over.

Se dois caracteres apresentam correlação genética significativa, é possível obter ganhos para um deles por meio da seleção indireta. Em alguns casos, a seleção indireta, com base na resposta correlacionada, pode levar a progressos mais rápidos do que a seleção direta do caráter desejado.

Enquanto que nas correlações ambientais os dois ou mais caracteres são influenciados pelas mesmas diferenças de condições ambientais, isso implica que valores negativos desta correlação indicam que o ambiente favorece um caráter em detrimento do outro, e valores positivos indicam que os dois caracteres são beneficiados ou prejudicados pelas mesmas causas de variações ambientais (CRUZ & REGAZZI, 1994).

Em feijão-caupi, o estudo de correlações, na grande maioria dos trabalhos encontrados na literatura, prioriza a correlação entre o rendimento de grãos e seus componentes primários. Este conhecimento é de grande importância, uma vez que os ganhos obtidos com a seleção direta sobre o rendimento de grãos nem sempre são

satisfatórios em face da complexidade genética do referido caráter (BEZERRA, 1997).

Os estudos com correlações entre caracteres em feijão-caupi têm sido feitos, predominantemente, usando-se materiais homozigóticos, desse modo, é provável que a maioria das correlações gênicas apresentadas nos trabalhos sejam decorrentes de pleiotropia e não de ligações gênicas (FREIRE FILHO, 1988).

Estimativas de correlações fenotípicas e genéticas envolvendo o rendimento de grãos de feijão-caupi, seus componentes e outros caracteres de importância podem ser encontrados em vários artigos. Entretanto, para uma mesma correlação, pode ser encontrada estimativa de valor positivo, negativo ou nulo. Isso pode ser explicado pelo fato das correlações terem sido estimadas em diferentes genótipos e ambientes, com a utilização de metodologias diferenciadas (SANTOS & VENCOVSKY, 1986). Por essa razão, justifica-se a necessidade de realizar novos trabalhos com correlações a fim de auxiliar na condução dos programas de melhoramento de plantas.

Bezerra et al., (2001), estudando feijão-caupi, relataram que a floração inicial e o peso de cem grãos apresentaram, com o rendimento de grãos, as maiores correlações genéticas positivas e os maiores efeitos diretos em sentido favorável à seleção, e foram os caracteres mais importantes para o processo de seleção indireta. A seleção, praticada nos caracteres ângulo de inserção de ramos laterais e número de grãos por vagem, não teve influência direta significativa sobre o rendimento de grãos.

Lopes et al., (2001), informaram que em feijão-caupi as correlações genotípicas foram superiores as fenotípicas e às de ambiente, destacando-se as correlações entre número de ramos secundários, valor agrônomico e rendimento de grãos 0,68 e 1,00, respectivamente.

Ribeiro et al., (2001), avaliaram em dois anos agrícolas, noventa genótipos de feijão comum a fim de estimar as correlações genéticas entre o rendimento de grãos e caracteres agromorfológicos de interesse para a seleção; concluíram que os caracteres número de grãos e vagens por planta, têm maior correlação genética com o rendimento de grãos, devendo ser priorizados na seleção indireta em feijão carioca.

Coelho et al., (2002), estudando a estimativa de parâmetros genéticos em populações F₂ do feijoeiro comum cultivadas em duas épocas distintas no Estado de

Minas Gerais, observaram que os coeficientes de correlação fenotípica e ambiental entre rendimento de grãos por planta e os seus componentes primários foram todos positivos. Entre esses componentes, o número de vagens por planta foi o que apresentou as maiores correlações, em ambas as estações. As correlações entre os componentes primários foram muito baixas ou nulas.

Matos Filho (2004), realizando dois cruzamentos com linhagens distintas de feijão-caupi, observou que o comprimento do ramo principal e o número de nós no ramo principal apresentaram correlações altas e positivas com o rendimento de grãos, portanto, esses caracteres devem ser considerados na seleção, para obtenção de cultivares com maior produtividade.

2.4. Análise de trilha

Os coeficientes de correlação, apesar de serem de grande utilidade na quantificação da magnitude e direção das influências dos fatores na determinação de caracteres complexos, não dão a exata importância relativa dos efeitos diretos e indiretos destes fatores. Estudos sobre o desdobramento do coeficiente de correlação são feitos pela análise de trilha, desenvolvida por Wright (1921 e 1923) e pormenorizada por Li (1975).

A análise de trilha consiste na quantificação dos efeitos diretos e indiretos das variáveis explicativas sobre uma variável básica, cujas estimativas são obtidas por meio de equações de regressão, em que as variáveis são previamente padronizadas (CRUZ & REGAZZI, 1994).

Segundo Li (1956), o coeficiente de trilha é um método que analisa um sistema de múltiplas variáveis, relacionadas de modo linear e inclui todos os fatores básicos (causas) e suas variáveis resultantes (efeitos). A construção do diagrama de trilha mostrando as inter-relações entre os caracteres, de acordo com as hipóteses a serem testadas, facilita o emprego e o entendimento prático do método.

A metodologia do coeficiente de trilha pode, então, melhor auxiliar o melhorista, por permitir a visualização do efeito direto que um caráter causa no outro e os efeitos indiretos dos outros caracteres relacionados (PAIVA et al., 1982).

Oliveira (1996), estudando dez variáveis em 16 genótipos de feijão-caupi obteve resultados em que o peso de cem grãos e número de vagens por planta foram as variáveis com maior efeito direto e positivo sobre o rendimento de grãos, mostrando compatibilidade com as respectivas correlações.

Bezerra (1997), através da análise de trilha de caracteres de feijão-caupi, observou que os maiores efeitos diretos positivos foram para os caracteres floração inicial e peso de cem grãos, os quais são bastante semelhantes em magnitude e sinal aos coeficientes de correlação genética obtida entre os referidos fatores causais e o rendimento de grãos, o que evidencia estas correlações como explicativas da verdadeira associação existente entre os caracteres. Os maiores efeitos diretos negativos foram apresentados pelos caracteres número de vagens por planta, comprimento de vagem e número de nós no ramo principal.

Encontra-se na literatura muitos trabalhos com análise de trilha em outras culturas de importância econômica, podendo-se citar:

Kurek et al., (2001), estudando a relação direta e indireta existente entre o rendimento de grãos em feijão comum e seus componentes, concluíram que maior efeito direto e a maior correlação total ocorreu com o número de vagens/planta (0,746), indicando grande contribuição para o aumento da variável principal. Entretanto para a seleção indireta a ser praticada entre os componentes primários, estes apresentaram em sua maioria valores negativos, sendo assim considerado não eficaz para o progresso genético.

Ribeiro et al., (2001), avaliando em dois anos agrícolas, noventa genótipos de feijão comum, encontraram o maior efeito direto sobre o rendimento de grãos relacionado ao número de grãos por planta.

Santos et al., (2000), analisando coeficiente de correlação de trilha em cinco caracteres ligados ao rendimento de grãos de amendoim a fim de verificar a influência, concluíram pela análise de coeficiente de trilha que o mais alto efeito direto foi proporcionado pelo número de vagens por planta, enquanto os efeitos diretos da porcentagem de vagens chochas, peso de cem vagens e peso de cem grãos foram todos negativos e tenderam a baixar a correlação com o rendimento de grãos. Gomes & Lopes (2005), também utilizando análise de trilha em amendoim, obtiveram rendimento de grãos positivamente influenciado pelo número de vagem

por planta e peso de cem grãos e negativamente influenciado pelo número de grãos por vagem.

3. CAPÍTULO I

Variabilidade e correlações em populações de feijão-caupi com potencial para produção de grãos verdes

Cristiane Lopes Carneiro de Souza^{1*}, Ângela Celis de Almeida Lopes², Regina Lucia Ferreira Gomes³, Maurisrael de Moura Rocha⁴ e Erismar Mesquita Silva¹

RESUMO – Estimou-se a variabilidade e as correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais, em feijão-caupi, visando-se posterior seleção de linhagens para produção de grãos verdes. Foram avaliadas 64 linhagens, destes, dois parentais (39 F₄, 16 F₃RC₁, 07 F₃RC₂). O experimento foi conduzido em Teresina, Piauí, e os caracteres avaliados foram: comprimento de pedúnculo, altura da planta, número de nós no ramo principal, número de ramos secundários, número de vagens por planta, largura e comprimento e espessura de vagem, número de grãos por vagem, peso de cem grãos e rendimento de grãos. Os genótipos estudados mostraram variabilidade genética, a linhagem quatorze da população F₄, reúne os caracteres rendimento de grãos elevado, cor de vagem roxa e grão branco, podendo ser recomendada para seleção visando a produção de grãos verdes. A seleção para o aumento do número de vagens por planta traz ganhos para o rendimento de grãos.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*, caracteres morfo-agronômicos, componentes de produção

¹ Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Campos Ministro Petrônio Portela, Ininga, 64.049-550, Teresina, PI, Brasil. *e-mail: clcsouza33@bol.com.br

² Departamento de Biologia, Centro de Ciências da Natureza, UFPI.

³ Departamento de Fitiotécnia, Centro de Ciências Agrárias, UFPI.

⁴ Embrapa Meio-Norte, C.P. 01, 64.006.220, Teresina, PI, Brasil.

Variability and correlations in populations of cowpea beans for production of green grains

ABSTRACT – It was estimated the phenotypical genotypical and environmental variability and correlations in cowpea, with the objective of a later lineage selection for the yield of green grain. There were 64 evaluated lines, among them, two parental (39 F₄, 16 F₃RC₁, 07 F₃RC₂). The experiment was conducted in Teresina, Piauí, and the evaluated types were: stalk length, plant height a flowering, number of nodes in the main branch, number of secondary branches, pod number per plant, pod width, length and density, number of grain per pod, a hundred grain weight and grain yield. The observed genotypes showed a genetic variability, the fourteenth line of the F₄ population, toin the grain yield characteristics, purple pod coloured and white grain. It can be, recommended to the selection aiming at a green grain yield, The selection to the pod number increase per plant brings gains for the grain yield.

Key-words: *Vigna unguiculata*, morfo-agronomic characteristics, yield components.

3.1. Introdução

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma leguminosa com grande importância socioeconômica, cultural e nutricional, como excelente fonte de proteínas, carboidratos, vitaminas e minerais, além de possuir grande quantidade de fibras dietéticas, baixa quantidade de gordura e não possui colesterol (Sales e Rodrigues 1988). Por ser uma cultura fisiologicamente pouco exigente, adapta-se bem as mais variadas condições ambientais, o que possibilita sua exploração sob diferentes sistemas de produção, especialmente na região Nordeste do Brasil, onde é mais cultivada.

Segundo Queiroz (2001), programas de melhoramento genético com o feijão-caupi, na última década, permitiram um incremento significativo na produção, com o desenvolvimento de cultivares que atendem às necessidades dos consumidores. Esse fato foi auxiliado pela ampla variabilidade genética disponível na espécie.

A estimativa dos parâmetros genéticos é importante para o melhoramento, pois permite estimar a variabilidade presente nas populações (Gomes e Lopes 2005). Bezerra et al. (1995) e Lopes et al. (2001) utilizaram estimativas do coeficiente de variação genética para avaliar a variabilidade disponível no material genético em estudo.

A magnitude das relações existentes entre os caracteres, no melhoramento em geral, objetiva aprimorar o material genético não para caracteres isolados, mas para um conjunto deles, simultaneamente. Permite conhecer como o melhoramento de um caráter pode causar alterações em outros (Vencovsky e Barriga 1992). O conhecimento dessa associação é de grande importância, quando a seleção em um caráter apresenta dificuldades, em razão da baixa herdabilidade e, ou, de problemas de medição e identificação (Cruz e Regazzi, 1994).

Estudos de correlações têm sido realizados em trabalhos (Bezerra et al. 2001; Lopes et al. 2001; Matos Filho, 2004), com o feijão-caupi, visando a interpretação dos resultados obtidos e o fornecimento de subsídios para a elaboração de programas mais eficientes no futuro.

O presente trabalho objetivou avaliar a variabilidade genética existente em linhagens de feijão-caupi e estimar correlações genotípicas, fenotípicas e de ambiente entre os caracteres morfo-agronômicos visando a seleção de linhagens para produção de grãos verdes.

3.2. Material e Métodos

O material genético de feijão-caupi utilizado foi originado do cruzamento entre Capela e Costelão, contrastantes quanto ao comprimento de vagem, provenientes do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Meio-Norte. Avaliou-se 39, 16 e 7 linhagens das gerações F_4 , F_3RC_1 (F_3 do retrocruzamento com Capela) e F_3RC_2 (F_3 do retrocruzamento com Costelão), respectivamente, totalizando 64 linhagens, e mais os dois genótipos parentais.

O experimento foi realizado na área experimental do Departamento de Fitotecnia, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Piauí, no município de Teresina, PI,

situado a 05° 05'05''S de latitude, 42° 05' W de longitude e 72m de altitude, em solo aluvião, eutrófico, arenoso, no período de março a junho de 2004.

O delineamento estatístico foi o de blocos casualizados, com três repetições, sendo a parcela constituída de uma fileira de 2,5 m de comprimento, com espaçamentos de 1,50 m entre fileiras e 0,25 m entre plantas. A bordadura constituiu-se de duas fileiras laterais, com os parentais. O ensaio foi conduzido em regime de sequeiro.

Os caracteres avaliados em plantas individuais, com pelo menos 50% de vagens maduras, foram: comprimento do pedúnculo (CP), medida em centímetros, do ramo principal, tomado ao acaso; altura da planta (AP), medida em centímetros, do colo da planta até o ápice do ramo principal; número de nós do ramo principal (NNRP), contados do colo da planta até o ápice do ramo principal; número de ramos secundários (NRS); número de vagens por planta (NVP); largura da vagem (LV), medida em centímetros, de uma lateral a outra de uma vagem seca por planta, tomada ao acaso; comprimento da vagem (CV), medida em centímetros, de uma vagem seca da planta, tomada ao acaso; espessura da vagem (EV), medida em centímetros de uma superfície a outra de uma vagem seca por planta, tomada ao acaso; número de grãos por vagem (NGV), determinado em uma vagem representativa do genótipo; peso de cem grãos (PCG); rendimento de grãos (REND), obtido pela pesagem do total dos grãos da parcela, em gramas.

As análises estatístico-genéticas foram realizadas utilizando-se o programa computacional GENES (Cruz 2001). Realizou-se análise de variância dos dados das plantas individuais para todos os caracteres avaliados, exceto rendimento de grãos, considerando-se como fixos os efeitos de tratamentos, visto que os parentais e as linhagens foram escolhidos para atender a um objetivo específico.

As estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica, genotípica e ambiental entre os pares de caracteres foram calculadas a partir das estimativas das variâncias e covariâncias, segundo Kempthorne (1973), de acordo com a seguinte propriedade:

$$V(X+Y): V(X) + V(Y) + 2 \text{COV}(X, Y)$$

logo:

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

$V(X+Y)$: 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

Correlação fenotípica (r_F):

$$r_F = \frac{PMT_{(xy)}}{\sqrt{QMT_X \cdot QMT_Y}}$$

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, dos caracteres X e Y, respectivamente.

Correlação genotípica (r_G):

$$r_G = \frac{\phi_{t(x,y)}}{\sqrt{\phi_{t(x)}^2 \cdot \phi_{t(y)}^2}}$$

em que:

$\phi_{g(x,y)}$: componente quadrático que expressa a variabilidade genotípica para o par de caracteres X e Y;

$\phi_{g(x)}^2$ e $\phi_{g(y)}^2$: componente quadrático que expressa a variabilidade genotípica dos caracteres X e Y, respectivamente.

Correlação ambiental (r_E):

$$r_E = \frac{PME(x, y)}{QME_{(x)} \cdot QME_{(y)}}$$

em que:

$PME_{(x,y)}$: produto médio do erro experimental, para o par de caracteres X e Y;

$QME_{(x)}$ e $QME_{(y)}$: quadrados médios do erro experimental dos caracteres X e Y, respectivamente.

As estimativas da relação b entre os coeficientes de variação genética e experimental, segundo Vencovsky e Barriga (1992), foram obtidos a partir da razão:

$$b = \frac{CV_g}{CV}, \text{ sendo:}$$

$$CV_g \% = \frac{100\sqrt{\phi_g}}{\bar{X}}, \text{ coeficiente de variação genética;}$$

$$CV\% = \frac{100\sqrt{\sigma^2}}{\bar{X}}, \text{ coeficiente de variação do erro experimental; em que:}$$

σ^2 : estimativa da variância do erro experimental

\bar{X} : média do caráter

3.3. Resultados e Discussão

Os genótipos diferiram significativamente ($P < 0,01$) com relação a todos os caracteres estudados, evidenciando a existência de variabilidade (Tabela 1). Entre as famílias, destacou-se as linhagens F₄, que apresentaram efeito significativo para todos os caracteres, enquanto que as F₃RC₁ diferiram quanto ao comprimento de pedúnculo, número de nós no ramo secundário, comprimento de vagem, espessura de vagem, número de grãos por vagem e rendimento de grãos. As linhagens F₃RC₂, mostraram diferença para número de vagens por planta, comprimento de vagem, número de grãos por vagem e rendimento de grãos. Os parentais diferiram quanto ao comprimento de vagem e peso de cem grãos. Bezerra (1997) e Lopes et al. (2001) também encontraram variabilidade para a maioria desses caracteres.

Os coeficientes de variação (CV) indicam, em geral, uma boa precisão experimental apresentado valores classificados por Gomes (1982), como baixos e médios. Os caracteres espessura de vagem, largura de vagem e comprimento de vagem, número de grãos por vagem e peso de cem grãos, apresentaram CV inferior a 10%, enquanto comprimento de pedúnculo, altura da planta, número de nós no ramo principal, número de ramos secundários, número de vagens por planta e rendimento de grãos, CV inferior a 20%. Os coeficientes de variação mais elevados foram estimados para altura da planta (17,13%), número de vagens por planta (19,03%) e rendimento de grãos (18,75%), sendo esses valores explicados pelas naturezas quantitativas dos caracteres. Os valores encontrados estão bem próximos aos citados na literatura, sendo inferior aos obtidos para rendimento de grãos por Bezerra (1997) e Lopes et al. (2001).

Os coeficientes de variação genética (CV_g) variaram de 2,354% (largura de vagem) à 22,650% (número de vagens por planta); além do número de vagens por planta, destacando-se rendimento de grãos, com 20,857%. Tais valores indicam a existência de variabilidade entre os genótipos de feijão-caupi, para os referidos caracteres, possibilitando a realização de seleção. Estimativas de CV_g , em feijão-caupi, foram utilizadas em estudos desenvolvidos por Bordia et al. (1973), Lakshmi e Goud (1977) e Barriga e Oliveira (1982). Bezerra et al. (1995), em trabalho com genótipos de feijão-caupi de porte ereto e crescimento determinado, constataram que número de vagens por planta e rendimento de grãos apresentaram os maiores coeficientes de variação genética, com valores de 19,42% e 19,44%, respectivamente. Lopes et al. (2001), constataram a ocorrência de ampla variabilidade genética, em linhagens de feijão-caupi, para maioria dos caracteres, sendo que rendimento de grãos apresentou o melhor coeficiente de variação genética (23,90%).

As relações b variaram de 0,637 (largura de vagem) a 1,653 (peso de cem grãos). Nos caracteres: rendimento de grãos (1,111), número de grãos por vagem (1,130), espessura de vagem (1,179), número de vagens por planta (1,190), comprimento de vagem (1,490) e peso de cem grãos (1,653), cujos valores obtidos de b são superiores a 1, existe uma situação favorável para seleção nas populações.

Quanto aos caracteres morfológicos (Tabela 2), no comprimento do pedúnculo, a média geral foi 0,285 cm, oscilando de 0,374 cm (linhagem F₃RC₁) a 0,215 cm (linhagem F₄). Para a altura da planta variou de 2,247 cm a 1,043 cm, em linhagens F₄, e a média geral foi 1,635 cm. Com relação ao número de nós do ramo principal, a média geral foi 17,794, sendo 26,867 (linhagem F₄), a maior média. Lopes et al. (2001) e Bezerra (1997) obtiveram médias de 18,28 e 14,50, respectivamente. O número médio de ramos secundários foi 2,720, sendo a maior média (4,833) apresentada por uma linhagem F₃RC₁.

Analisando-se os caracteres relacionados à produção de grãos (Tabela 3), observa-se que o número de vagens por planta apresentou média geral de 13,311, sendo que 20 linhagens ficaram acima dessa média. Oliveira et al. (2002), avaliando linhagens de feijão-caupi para produção de grãos verdes, encontrou valor médio do número de vagens por planta igual a 22,5.

Com relação à espessura de vagem, a média geral foi 0,757 cm e 56,45% das linhagens posicionaram-se acima dessa média. A média geral da largura de vagem foi 0,924 cm, e 53,23% apresentaram média superior. Para o comprimento de vagem, a média geral foi de 18,944 cm, e 35 linhagens apresentaram comprimento médio superior. As médias maior e menor foram 21,391 cm (linhagem F₄) e 16,407 cm (linhagem F₃RC₂), respectivamente.

Quanto ao número de grãos por vagem, a média foi de 12,666, sendo que 30 linhagens tiveram médias acima desse valor. Para o peso de cem grãos, cujo valor médio foi igual a 20,657g, 27 linhagens superaram essa média.

A média geral de rendimento de grãos foi de 25,323 g e 27 linhagens apresentaram produção superior à média. Destacaram-se as linhagens seis da população F₃RC₁ (42,208g), com vagem roxa e grãos marrons, e 14 da família F₄ (36,441 g), com vagem roxa e grãos brancos.

A linhagens 11 (vagem roxa e grão marrom) e 57 (vagem verde e grão branco), da população F₄, destacaram-se em comprimento de vagem (21,391 cm) e peso de cem grãos (28,913 g), respectivamente. Leite et al. (1999) encontraram valor médio inferior para o comprimento de vagem e superior para peso de cem grãos.

Considerando os genótipos parentais, o P₁ destacou-se em comprimento de vagem (20,913 cm), número de grãos por vagem (14) e peso de cem grãos (23,556 g). Já o P₂ foi superior em número de vagem por planta (15) e largura de vagem (0,923 cm).

Com relação aos caracteres qualitativos (Tabela 3), verifica-se que as linhagens apresentaram cor de vagem variando de roxa à verde e cor de grãos variando entre branco e marrom, sendo que 65,62% apresentaram grãos brancos.

As estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica, genotípica e ambiental, para a maioria dos pares de caracteres foram semelhantes em sinal, direção, níveis de significância e magnitude, sendo consideradas baixas, quando apresentaram valores inferiores a 0,4, médias entre 0,4 e 0,7, e altas com valores superiores a 0,7 (Tabela 4). As correlações genotípicas geralmente foram superiores às ambientais e fenotípicas, demonstrando uma maior contribuição dos fatores genéticos na expressão desses caracteres, em relação aos ambientais.

Os caracteres altura de planta e número de nós no ramo principal correlacionaram-se significativamente, sendo os coeficientes fenotípico, genotípico e ambiental altos e positivos.

A correlação genotípica entre espessura e largura de vagem foi alta e positiva.

O rendimento de grãos apresentou correlações fenotípica, genotípica e ambiental positivas, altas e significativas, com o número de vagens por planta. Estes resultados, concordantes com Oliveira et al. (2003), Jindal e Gupta (1984) e Singh e Mehndiratta (1969), sugerem que o caráter número de vagens por planta pode ser usado como critério de seleção para aumento do rendimento de grãos.

3.4. Conclusões

1. Existe variabilidade genética entre as populações para todos caracteres estudados, indicando a possibilidade de obtenção de ganhos significativos através da seleção de linhagens.

2. A linhagem quatorze proveniente da população F₄, que reúne os caracteres desejáveis, rendimento de grãos elevado, cor de vagem roxa e grão branco, pode ser recomendada para seleção visando à produção de grãos verdes.
3. A seleção para o aumento do número de vagens por planta traz ganhos para o rendimento de grãos.

3.5. Referências Bibliográficas

- Barriga RHMP and Oliveira AFF de. (1982) **Variabilidade genética e correlações entre o rendimento e seus componentes em feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) na região amazônica**. Belém. EMBRAPA-CPATU, Boletim de pesquisa 38: 16.
- Bezerra AA de C and Filho FRF and Ribeiro VQ and Rosal CJ de S (1995) Variabilidade e herdabilidade em linhagens de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) precoce, ereto e de crescimento determinado. **Encontro de Genética do Nordeste, XI**, Centro de Biociências/UFRN, Natal, 55p.
- Bezerra AA de C (1997) **Variabilidade e diversidade genética em feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) precoce, de crescimento determinado e porte ereto e semi-ereto**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Pernambuco, Recife, 105p.
- Bezerra AA de C and Filho CJ da A and Filho FRF and Ribeiro VQ (2001) Inter-relação entre caracteres de feijão-caupi de porte ereto e crescimento determinado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 36: 1: 137 – 142.
- Bordia PC and Vendra JPV and Kumar S (1973) Genetic variability and correlation studies in cowpea (*Vigna sinensis* L. Savi ex Hassk) **Journal of Agricultural Science, Cambriege** 4: 1.
- Cruz CD (2001) **Programa genes: versão windows; aplicativo computacional em genética e estatística**. Editora UFV, Viçosa, 648p.

- Cruz CD, Regazzi AJ (1994) **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Editora UFV, Viçosa, 390p.
- Gomes FP (1982) **Estatística Experimental**. Editora USP, Piracicaba, 430p.
- Gomes RLF and Lopes AC de A (2005) Correlations and path analysis in peanut. **Crop Breeding and Applied Biotechnology** 5: 105-112.
- Jindal SK and Gupta BS (1984) Component analysis of yield in cowpea. **India Journal of Agricultural Science** 54: 3 : 183-185.
- Kempthorne O (1973) **An introduction to genetic statistics**. Ames, Iowa, The State University Press, 454p.
- Lakshmi PV and Goud JV (1977) Variability in cowpea (*Vigna sinensis* L.) **Mysore Journal of Agricultural Sciences**, Bangalore, 11: 144-147.
- Leite M de L, Filho JS das V and Rodrigues JD (1999) Produção e componentes de produção de cultivares de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), em Botucatu – SP. **Revista Faculdade Agronomia (Maracay)** 25: 115-124.
- Lopes AC de A, Filho FRF and Silva RBQ da and Campos FL and Rocha M de M (2001) Variabilidade e correlações entre caracteres agrônômicos em feijão-caupi (*Vigna unguiculata*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 36: 3: 515 – 520.
- Matos Filho CHA (2004) **Controle genético do comprimento do número de nós do ramo principal em feijão-caupi**. Monografia de conclusão de curso (Graduação Agronomia). Universidade Federal do Piauí, Teresina, 34p.
- Oliveira AP de, Sobrinho JT and Nascimento JT and Alves AU and Albuquerque IC de and BRUNO GB (2002) Avaliação de linhagens e cultivares de feijão-feijão-caupi, em Areia, PB. **Horticultura Brasileira** 20:2:180-182.
- Oliveira FJ de, Filho CJ da A and Bastos GQ and Reis OV dos and Teófilo EM (2003) Caracteres agrônômicos aplicados na seleção de cultivares de feijão-caupi. **Revista Ciência Agronômica** 34:1:5-11.

- Queiroz MA de (2001) Melhoramento Genético no Brasil – Realizações e Perspectivas. In: Nass LL, Valois ACC and Melo IS de and Valadares-Inglis MCE 2001, eds. **Recursos Genéticos & Melhoramento – Plantas**. Editora Fundação MT, Rondonópolis. p.2-28.
- Sales M G and Rodrigues M A C (1988). Consumo, qualidade nutricional e métodos de preparo do feijão-caupi. In: ARAÚJO J P P and WATT E E **O Feijão-caupi no Brasil**. Editora IITA/EMBRAPA – CNPAF, Brasília, p.694-722.
- Singh KB and Mehndiratta PD (1969) Genetic variability and correlation studies in cowpea. **Indian Journal of Genetics and Plant Breeding** 29:104-109.
- Vencovsky R and Barriga P (1992) Associação entre caracteres. IN: VENCOVSKY R and BARRIGA P **Genética biométrica aplicada ao fitomelhoramento**. Sociedade Brasileira de Genética, Ribeirão Preto,p. 335-486.

Tabela 1. Quadrados médios, coeficiente de variação do erro experimental (CV), coeficiente de variação genética (CV_g) e relação entre os coeficientes de variação genética e experimental (b) referentes aos caracteres ⁽¹⁾ avaliados em 64 populações de feijão-caupi, em Teresina, Piauí, 2004.

FV	GL	Quadrados Médios										
		CP (cm)	AP (m)	NNRP	NRS	NVP	LV (cm)	CV (cm)	EV (cm)	NGV	PCG (g)	REND (g)
Blocos	2	0,599	3,467	1637,232	0,873	376,206	0,012	36,813	0,046	209,218	151,529	4260,549
Populações	63	0,034**	2,815**	161,903**	7,398**	320,261**	0,030**	26,586**	0,030**	22,863**	114,536**	1203,704**
F ₄	38	0,032**	3,101**	206,580**	6,791**	314,427**	0,034**	25,538**	0,026**	23,204**	153,975**	1138,280**
F ₃ RC ₁	15	0,041**	2,098	112,596	10,849**	380,511**	0,019	20,170**	0,023**	19,669**	47,101	1465,282**
F ₃ RC ₂	6	0,005	1,163	15,419	3,930	293,307**	0,016	44,354**	0,010	32,242**	34,607	1289,002**
Parentais	1	0,023	1,323	5,400	3,265	52,262	0,025	69,182**	0,002	22,815	166,033**	24,003
Fam vs parentais	1	0,065	9,963	160,626	0,904	155,780	0,029	49,746	0,050	41,518	94,049	1617,387
Entre famílias	2	0,093	4,979	180,035	8,694	279,842	0,104	5,370	0,241	3,625	91,105	604,844
Erro	126	0,015	1,263	57,542	2,587	86,996	0,016	5,285	0,008	7,717	22,179	362,878
Erro dentro	1728	0,004	0,478	22,207	0,815	32,094	0,004	2,088	0,003	3,088	10,918	136,166
Média geral		0,284	1,635	17,794	2,720	12,310	0,923	18,944	0,756	12,665	20,657	25,380
CV (%)		11,502	17,138	10,563	15,476	19,032	3,694	2,984	3,018	5,048	5,137	18,758
CV _g (%)		8,741	13,910	10,481	14,720	22,650	2,354	4,448	3,558	5,709	8,493	20,857
b		0,759	0,811	0,992	0,951	1,190	0,637	1,490	1,179	1,130	1,653	1,111

⁽¹⁾ CP – Comprimento do pedúnculo; AP – altura da planta; NNRP – número de nós no ramo principal; NRS – número de ramos secundários na maturação; NVP – número de vagens por planta; LV – largura de vagem; CV – comprimento de vagem; EV – espessura de vagem; NGV – número de grãos por vagem; PCG – peso de cem grãos e REND – rendimento.

(**) Significativo ao nível de 1% pelo teste de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 2. Médias dos caracteres morfológicos avaliados em 64 genótipos de feijão-caupi em Teresina, PI, 2004.

Populações ⁽¹⁾		Caracteres ⁽²⁾							
		CP(cm)		AP (m)		NNRP		NRS	
1	P ₃	0,297	hijklmno	1,888	defg	19,633	efg	2,367	rstuv
2	P ₄	0,337	cd	2,185	ab	19,033	ghi	2,833	ghijklm
3	F ₄	0,295	ijklmnop	1,947	cde	19,100	fgh	2,967	efghi
4	F ₄	0,299	ghijklmno	1,902	cdefg	15,933	stuv	2,867	ghijkl
5	F ₄	0,270	tuvxz	1,943	cde	18,300	hijk	2,400	rstu
6	F ₃ RC ₃	0,295	ijklmnop	1,952	cde	18,267	hijkl	2,633	lmnopq
7	F ₄	0,356	b	1,585	jklmnopqrs	16,033	stuv	2,933	fghij
8	F ₃ RC ₃	0,340	bc	1,884	defg	17,167	lmnopqr	4,833	a
9	F ₄	0,289	klmnopqrs	1,637	ijklmnop	19,433	efg	3,900	c
10	F ₄	0,292	klmnopq	1,470	rstuvx	16,900	nopqrs	2,833	ghijklm
11	F ₄	0,321	def	2,062	bc	18,833	ghij	2,500	pqrs
12	F ₃ RC ₃	0,374	a	1,979	cde	18,033	hijklm	2,567	nopqr
13	F ₄	0,315	efgh	1,205	ABC	14,167	z	2,900	fghijk
14	F ₄	0,275	qrstuv	1,255	zABC	14,567	xz	2,400	rstu
15	F ₄	0,303	ghijkl	1,654	ijklmno	18,300	hijk	3,167	e
16	F ₄	0,277	pqrstuv	1,966	cde	20,167	def	3,067	efg
17	F ₄	0,283	mnopqrstu	1,639	ijklmnop	18,900	ghi	2,900	fghijk
18	F ₃ RC ₃	0,290	klmnopqrs	1,312	xzAB	15,300	uvx	2,733	ijklmnop
19	F ₃ RC ₃	0,296	ijklmno	1,974	cde	19,567	efg	2,667	klmnopq
20	F ₃ RC ₄	0,294	ijklmnop	1,473	qrstuv	15,733	tuv	2,700	jklmnopq
21	F ₃ RC ₃	0,336	cd	1,921	cdef	20,167	def	2,600	mnopqr
22	F ₃ RC ₄	0,301	ghijklm	1,334	vxzA	15,900	stuv	2,467	qrst
23	F ₃ RC ₄	0,311	fghij	1,782	fghi	16,900	nopqrs	2,300	stuvx
24	F ₄	0,292	klmnopq	1,682	ijklm	18,967	ghi	2,700	jklmnopq
25	F ₄	0,256	xzABC	1,202	ABC	16,667	pqrst	2,367	rstuv
26	F ₃ RC ₃	0,315	efg	1,572	klmnopqrs	17,400	klmnopqr	2,200	uvxzA
27	F ₄	0,254	zABC	1,128	CD	14,000	z	2,533	opqr
28	F ₄	0,322	def	1,493	opqrstuv	16,800	opqrst	2,267	tuvxz
29	F ₃ RC ₃	0,281	opqrstu	1,145	CD	14,167	z	2,767	ijklmno
30	F ₄	0,275	qrstuv	1,164	BCD	13,933	z	2,067	zAB
31	F ₃ RC ₄	0,285	lmnopqrst	1,238	ABC	17,000	mnopqrs	1,967	B
32	F ₃ RC ₄	0,270	tuvxz	1,208	ABC	16,033	stuv	2,167	vxzAB
33	F ₃ RC ₄	0,283	mnopqrstu	1,444	stuvx	17,600	klmnopq	3,067	efg
34	F ₃ RC ₁	0,282	nopqrstu	1,939	cdef	21,133	cd	2,533	opqr
35	F ₄	0,286	lmnopqrst	1,995	cde	20,200	de	2,133	xzAB
36	F ₃ RC ₁	0,342	bc	1,685	ijklm	17,633	klmnopq	2,233	uvxz
37	F ₄	0,308	fghijk	1,857	efgh	21,667	bc	2,967	efghi
38	F ₃ RC ₂	0,300	ghijklmn	1,536	mnopqrst	15,933	stuv	2,533	opqr
39	F ₃ RC ₁	0,238	CD	1,403	tuvxz	16,000	stuv	2,833	ghijklm
40	F ₄	0,272	stuvx	1,661	ijklmn	18,200	hijkl	2,900	fghijk
41	F ₃ RC ₁	0,289	lmnopqrs	1,574	klmnopqrs	18,067	hijklm	2,833	ghijklm
42	F ₃ RC ₁	0,293	jklmnopq	1,915	cdef	20,300	de	2,533	opqr
43	F ₄	0,207	F	1,508	nopqrstu	17,267	klmnopqr	2,800	hijklmn
44	F ₄	0,291	klmnopqr	1,702	ijkl	18,167	hijkl	2,800	hijklmn
45	F ₄	0,241	C	1,119	CD	15,500	uvx	2,733	ijklmnop
46	F ₄	0,253	zABC	1,043	D	16,800	opqrst	3,167	e
47	F ₄	0,311	fghi	2,163	ab	21,033	cd	3,033	efgh
48	F ₄	0,273	rstuv	1,633	ijklmnopq	16,367	rstu	3,700	d
49	F ₄	0,215	EF	1,214	ABC	13,900	z	2,833	ghijklm
50	F ₄	0,219	EF	1,358	uvxzA	15,460	uvx	2,067	zAB
51	F ₃ RC ₁	0,250	ABC	1,554	lmnopqrst	15,233	vx	2,867	ghijkl
52	F ₃ RC ₁	0,246	BC	1,478	pqrstuv	17,767	jklmnop	2,600	mnopqr
53	F ₄	0,225	DE	1,725	hijk	19,567	efg	2,200	uvxzA
54	F ₄	0,296	ijklmno	2,014	cde	22,300	b	2,833	ghijklm
55	F ₄	0,252	zABC	1,393	tuvxz	16,633	qrst	2,833	ghijklm
56	F ₄	0,254	zABC	2,247	a	26,867	a	4,167	b
57	F ₄	0,293	ijklmnopq	1,424	stuvx	17,000	mnopqrs	2,000	AB
58	F ₄	0,251	ABC	1,734	hijk	19,533	efg	2,000	AB
59	F ₃ RC ₁	0,301	ghijklm	1,707	hijkl	17,967	ijklmn	2,200	uvxzA
60	F ₄	0,328	cde	1,990	cde	18,233	hijkl	2,800	hijklmn
61	F ₄	0,246	BC	1,448	rstuvx	17,800	jklmno	2,833	ghijklm
62	F ₄	0,263	vxzAB	1,610	jklmnopqr	19,433	efg	2,667	klmnopq
63	F ₄	0,266	uvxzA	2,038	bcd	21,100	cd	3,100	ef
64	F ₄	0,252	ABC	1,749	ghij	16,867	nopqrs	2,733	ijklmnop
Média geral		0,285		1,635		17,794		2,720	

¹⁾ Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si a de 1% de probabilidade, pelo teste de DUNCAN, (1955), letras maiúsculas significam menores médias significativas.

²⁾ CP – Comprimento do pedúnculo; AP – altura da planta ; NNRP – número de nós no ramo principal; NRS – número de ramos secundários.

Tabela 3. Médias dos caracteres relacionados à produção de grãos avaliados em 64 populações de feijão-caupi em Teresina, PI, 2004.

				Caracteres ⁽²⁾													
Populações ⁽¹⁾		Cor do vagem	Cor do grão	NVP		EV (cm)		LV (cm)		CV (cm)		NGV		PCG (g)		REND (g)	
1	P ₁	R	B	12,967	klmn	0,726	xzA	0,882	D	20,913	b	14,100	abc	23,556	cd	29,851	ijklm
2	P ₂	R	B	14,833	ghi	0,730	vxzA	0,923	pqrstuvxz	18,766	rstu	12,867	ijklmn	20,229	nopq	31,116	ghij
3	F ₄	R	B	10,000	uvxzA	0,752	nopqrst	0,907	xzABC	19,403	ijklmn	12,867	ijklmn	21,346	ghij	23,387	uvx
4	F ₄	R	B	14,933	fghi	0,763	ijklmn	0,913	tuvxzABC	19,218	mnop	13,333	efgh	19,524	rstuv	31,382	fghij
5	F ₄	R	B	18,100	c	0,667	E	0,866	DE	18,753	rstu	13,033	hijkl	16,459	D	33,797	def
6	F ₃ RC ₁	R	M	20,133	a	0,739	tuvx	0,954	efghij	19,227	lmnop	13,667	de	20,927	ijklmn	42,208	a
7	F ₄	R	M	12,333	lmnop	0,772	ghijkl	0,940	ijklmnop	19,561	ijk	13,200	ghij	25,241	b	31,013	hij
8	F ₃ RC ₁	R	B	16,533	de	0,734	uvx	0,942	hijklmno	18,663	stuv	13,533	defg	19,114	tuvxz	35,019	bcd
9	F ₄	R	M	10,167	tuvxz	0,741	stuv	0,879	D	18,280	zA	12,567	mnopqr	18,487	zA	20,040	zAB
10	F ₄	R	B	11,700	nopqrs	0,775	fghijk	0,933	lmnopqrs	18,313	xzA	12,267	fghi	19,897	opqr	29,676	ijklm
11	F ₄	R	M	8,967	zAB	0,726	xzA	0,910	uvxzABC	21,391	a	14,367	ab	22,449	ef	22,536	vxz
12	F ₃ RC ₁	R	M	10,433	stuvx	0,814	b	0,977	abc	19,471	klm	12,867	ijklmn	21,145	ijkl	21,365	xzA
13	F ₄	R	B	13,900	ijk	0,749	opqrst	0,942	hijklmno	19,983	efg	13,267	fghi	20,816	ijklmn	33,768	def
14	F ₄	R	B	16,767	d	0,769	ghijklm	0,906	xzABC	18,882	qrst	12,867	ijklmn	20,461	lmnop	36,441	bc
15	F ₄	R	M	19,433	ab	0,768	ghijklm	0,908	xzABC	19,950	efg	12,367	qrstu	21,071	ijkl	36,737	b
16	F ₄	R	B	12,000	mnopq	0,767	hijklm	0,907	xzABC	19,880	efgh	13,333	efgh	19,678	qrst	26,011	pqrstu
17	F ₄	R	B	11,667	nopqrs	0,726	xzA	0,924	opqrstuvxz	20,413	cd	14,433	a	18,835	xz	23,510	uvx
18	F ₃ RC ₁	R	B	8,800	ABC	0,764	ijklmn	0,924	opqrstuvxz	18,609	tuvx	12,233	rstuv	20,664	ijklmn	19,428	ABC
19	F ₃ RC ₁	V	B	10,467	rstuvx	0,792	de	0,987	a	20,643	bc	13,333	efgh	21,310	ghijk	22,529	vxz
20	F ₃ RC ₂	V	B	11,433	opqrst	0,760	lmnopq	0,924	opqrstuvx	19,420	ijklmn	12,433	opqrs	20,290	mnopq	24,297	stuv
21	F ₃ RC ₁	V	B	16,200	def	0,759	lmnopqr	0,909	vxzABC	18,430	vxz	13,533	defg	18,869	vxz	30,005	ijkl
22	F ₃ RC ₂	V	B	15,367	efgh	0,718	zAB	0,937	ijklmnopq	19,353	klmno	13,633	def	20,719	ijklmn	33,088	defgh
23	F ₃ RC ₂	V	B	14,000	ijk	0,747	pqrstu	0,925	opqrstuvx	19,287	klmnop	13,267	fghi	19,222	stuvx	30,555	hijk
24	F ₄	V	B	10,267	tuvxz	0,766	hijklm	0,931	mnopqrst	18,777	rstu	12,167	stuv	21,964	fg	26,842	nopqrs
25	F ₄	V	B	7,900	BCD	0,731	vxz	0,865	DE	18,797	rstu	12,533	nopqrs	18,980	uvxz	15,392	FG
26	F ₃ RC ₁	V	B	11,000	pqrstuv	0,812	bc	0,966	bcde	19,000	pqr	12,200	rstuv	20,248	nopq	23,115	vx
27	F ₄	V	B	11,667	nopqrs	0,777	fghi	0,964	bcdef	18,363	vxzA	11,700	xzA	21,676	ghi	25,066	qrstuv
28	F ₄	V	M	15,967	defg	0,801	cd	0,980	ab	20,173	de	13,033	hijkl	20,757	ijklmn	34,161	cde
29	F ₃ RC ₁	V	B	10,200	tuvxz	0,777	fghi	0,931	mnopqrst	19,233	lmnop	13,667	de	23,004	de	23,370	uvx
30	F ₄	V	B	13,333	jkl	0,764	ijklmn	0,935	klmnopqr	18,753	rstu	12,000	uvx	20,516	lmno	24,481	stuv
31	F ₃ RC ₂	V	B	9,333	xzA	0,727	xzA	0,919	qrstuvxz	17,963	BCD	13,167	ghijk	19,017	tuvxz	19,300	ABC
32	F ₃ RC ₂	V	B	7,400	D	0,718	AB	0,875	D	16,407	H	10,533	D	18,199	AB	16,513	DEFG
33	F ₃ RC ₂	V	B	10,900	qrstuv	0,762	klmno	0,918	qrstuvxzA	18,997	pqr	12,400	pqrst	19,568	rstu	19,236	ABC

Continua...

Tabela 3. Médias dos caracteres relacionados a produção de grãos, avaliados em 64 populações de feijão-caupi em Teresina, PI, 2004.

Populações ⁽¹⁾	Cor da vagem	Cor do grão	Caracteres estudados ⁽²⁾														
			NVP	EV (cm)	LV (cm)	CV (cm)	NGV	PCG (g)	REND(g)								
34	F ₃ RC ₁	V	M	18,900	bc	0,769	ghijklm	0,911	uvxzABC	17,897	CD	12,700	lmnopq	21,730	ghi	34,500	bcde
35	F ₄	V	B	14,400	hij	0,720	zA	0,900	ABC	17,863	CD	11,400	AB	19,506	rstuvx	24,734	rstuv
36	F ₃ RC ₁	V	B	13,867	ijk	0,787	ef	0,945	ghijklmn	19,860	efghi	13,900	cd	20,291	mnopq	28,838	jklmno
37	F ₄	R	M	7,533	CD	0,747	pqrstu	0,957	efghi	19,587	hijk	12,800	klmno	21,268	hijk	19,088	ABCD
38	F ₃ RC ₂	R	B	7,133	D	0,740	stuv	0,950	efghijkl	20,017	ef	12,000	uvx	21,311	ghijk	17,772	BCDEF
39	F ₃ RC ₁	R	B	8,767	ABC	0,813	bc	0,944	hijklmn	18,077	ABC	11,567	zAB	20,538	lmno	17,485	BCDEFG
40	F ₄	R	M	12,500	lmno	0,787	ef	0,975	abcd	19,583	hijk	12,300	rstu	23,960	c	27,647	lmnopq
41	F ₃ RC ₁	R	M	11,400	opqrst	0,816	b	0,929	nopqrstu	19,127	nopq	11,567	zAB	21,904	fgh	23,132	vx
42	F ₃ RC ₁	V	B	12,467	lmno	0,779	fgh	0,899	BC	18,050	ABC	12,200	rstuv	17,738	BC	21,383	xzA
43	F ₄	R	M	11,267	opqrstu	0,760	lmnop	0,899	C	18,960	pqrs	12,300	rstu	19,386	rstuvx	23,654	uvx
44	F ₄	V	B	11,967	nopq	0,781	efg	0,967	bcde	19,543	ijkl	14,033	bc	19,300	rstuvx	21,234	xzA
45	F ₄	R	B	7,533	CD	0,778	fgh	0,882	D	18,497	uvxz	11,567	zAB	20,646	klmn	17,223	CDEFG
46	F ₄	V	B	15,333	efgh	0,747	pqrstu	0,931	mnopqrst	19,173	mnopq	12,767	lmnop	23,598	cd	28,140	klmnop
47	F ₄	R	M	11,800	nopqr	0,776	fghij	0,947	fghijklm	19,713	fghij	13,633	def	21,086	ijkl	32,028	efghi
48	F ₄	R	B	13,300	jklm	0,753	nopqrs	0,918	rstuvxzAB	19,207	mnopq	11,333	ABC	24,128	c	27,225	mnopqr
49	F ₄	R	B	15,867	defg	0,691	D	0,837	F	19,680	ghij	13,900	cd	19,116	tuvxz	26,662	opqrst
50	F ₄	R	B	9,867	vxzA	0,717	AB	0,855	E	16,927	G	11,033	C	18,194	AB	18,330	BCDE
51	F ₃ RC ₁	R	B	9,300	xzA	0,762	klmno	0,917	rstuvxzABC	17,263	F	12,167	stuv	20,244	nopq	21,189	xzA
52	F ₃ RC ₁	R	B	10,833	qrstuv	0,829	a	0,952	efghijk	18,780	rstu	12,033	tuvx	20,456	lmnop	17,086	CDEFG
53	F ₄	R	B	10,400	stuvx	0,811	bc	0,916	rstuvxzABC	17,663	DE	11,300	BC	23,080	d	15,757	EFG
54	F ₄	V	B	11,300	opqrstu	0,757	mnopqr	0,959	defghi	18,267	zAB	13,533	defg	20,796	jklmn	19,992	zAB
55	F ₄	V	B	18,367	bc	0,706	BC	0,869	DE	18,963	pqrs	12,367	qrst	17,298	C	33,651	defg
56	F ₄	R	M	16,367	de	0,761	lmno	0,916	rstuvxzABC	17,230	F	12,500	nopqrs	20,625	klmn	30,932	hij
57	F ₄	V	B	10,267	tuvxz	0,697	CD	0,910	uvxzABC	17,930	CD	11,600	zAB	28,913	a	17,795	BCDEF
58	F ₄	R	B	11,733	nopqrs	0,767	hijklm	0,928	nopqrstuv	19,013	pqr	11,533	zAB	20,955	jklm	20,213	zAB
59	F ₃ RC ₁	V	B	13,933	ijk	0,777	fghi	0,963	bcdefg	18,423	vxz	11,867	vxz	20,955	jklm	24,125	tuv
60	F ₄	V	B	14,267	hijk	0,747	qrstu	0,954	efghij	17,473	EF	12,200	rstuv	19,627	qrst	29,185	jklmno
61	F ₄	R	M	12,167	lmnopq	0,729	vxzA	0,915	stuvxzABC	19,047	opqr	11,600	zAB	21,830	gh	29,418	ijklmn
62	F ₄	R	M	12,967	klmn	0,746	rstu	0,922	pqrstuvxz	20,050	e	12,933	ijklm	20,540	lmno	27,707	lmnop
63	F ₄	R	B	4,267	E	0,760	lmnopqr	0,905	zABC	18,250	zAB	12,567	mnopqr	19,811	pqrs	14,917	G
64	F ₄	V	B	8,733	ABC	0,727	xzA	0,960	cdefgh	19,043	opqr	13,633	def	18,996	uvxz	18,222	BCDE
Média geral				12,311		0,757		0,924		18,944		12,666		20,657		25,323	

⁽¹⁾Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de DUNCAN, (1955), letras maiúsculas significam menores médias.

⁽²⁾ NVP – número de vagens por planta; EV – espessura de vagem; LV – largura de vagem; CV – comprimento de vagem; NGV – número de grãos por vagem; PCG – peso de cem grãos e REND – rendimento.
Cor de vagem: V – verde, R – Roxo; Cor de grão: M – marrom, B – Branco.

Tabela 4 – Estimativas de coeficientes de correlação fenotípica (r_F), genotípica (r_G), e de ambiente (r_E) entre os onze caracteres avaliados em 64 genótipos de feijão-caupi em Teresina, Piauí, 2004.

Caracteres ⁽¹⁾	r	AP (m)	NNRP	NRS	NVP	EV (cm)	LV (cm)	CV (cm)	NGV	PCG (g)	REND (g)
CP (cm)	r_F	0,180**	0,113**	0,029**	0,034**	0,055**	0,057**	0,052**	0,016**	-0,047**	0,027**
	r_G	0,293**	-0,156**	0,114**	0,226**	-0,017	0,270**	0,151**	0,314**	-0,084**	0,175**
	r_E	0,240**	-0,092**	0,091**	0,166**	-0,010	0,187**	0,089**	0,187**	-0,104**	0,102**
AP (m)	r_F		0,809**	0,116**	0,066**	0,062**	0,039**	0,044**	0,020**	-0,037**	0,060**
	r_G		0,712**	0,421**	0,240**	0,205**	0,164**	0,052**	0,233**	-0,147**	0,140**
	r_E		0,743**	0,331**	0,182**	0,170**	0,119**	0,041**	0,136**	-0,111**	0,101**
NNRP	r_F			0,138**	0,070**	0,072**	0,031**	0,049**	0,017**	-0,012**	0,057**
	r_G			0,414**	-0,047**	0,128**	0,080**	-0,076**	0,035*	-0,049**	-0,089**
	r_E			0,333**	-0,018	0,113**	0,064**	-0,031**	0,014	-0,037**	-0,046**
NRS	r_F				0,109**	0,043**	-0,004	0,029**	0,044**	0,014**	0,116**
	r_G				0,026	-0,118**	0,063**	-0,071**	0,178**	-0,119**	0,070**
	r_E				0,039**	-0,077**	0,047**	-0,056**	0,125**	-0,080**	0,064**
NVP	r_F					0,032**	0,038**	0,154**	0,194**	0,019**	0,793**
	r_G					-0,434**	-0,240**	0,099**	0,364**	-0,463**	0,891**
	r_E					-0,290**	-0,171**	0,120**	0,309**	-0,321**	0,854**
EV (cm)	r_F						0,442**	0,185**	-0,081**	0,119**	0,042**
	r_G						0,725**	0,141**	-0,355**	0,671**	-0,282**
	r_E						0,643**	0,177**	-0,268**	0,510**	-0,171**
LV (cm)	r_F							0,266**	0,033**	0,112**	0,039**
	r_G							0,401**	0,069**	0,647**	0,027
	r_E							0,379**	0,045**	0,491**	0,027**
CV (cm)	r_F								0,550**	0,132**	0,207**
	r_G								0,423**	0,230**	0,308**
	r_E								0,442**	0,188**	0,275**
NGV	r_F									0,029**	0,262**
	r_G									-0,318**	0,479**
	r_E									-0,194**	0,400**
PCG	r_F										0,089**
	r_G										-0,151**
	r_E										-0,070**

** , * significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente pelo teste t.

(1) CP – Comprimento do pedúnculo; AP – altura da planta; NNRP – número de nós no ramo principal; NRS – número de ramos secundários na maturação; NVP – número de vagens por planta; EV – espessura de vagem; LV – largura de vagem; CV – comprimento de vagem; NGV – número de grãos por vagem; PCG – peso de cem grãos e REND – rendimento.

4. CAPÍTULO II

Análise de trilha dos componentes de rendimento de grãos em populações de feijão-caupi

Path analysis of yield components in cowpea populations

Cristiane Lopes Carneiro de Souza^{1*}, Ângela Celis de Almeida Lopes², Regina Lucia Ferreira Gomes³, Erismar Mesquita da Silva¹, Francisco Rodrigues Freire Filho⁴

RESUMO – Estimaram-se os efeitos diretos e indiretos dos componentes primários (número de vagens por planta, número de grãos por vagem e peso de cem grãos,) sobre a produção de grãos, em feijão-caupi, visando posterior seleção para produção de grãos verdes. Foram avaliados 64 genótipos (62 linhagens - 39 F₄, 16 F₃RC₁, 07 F₃RC₂, e os dois genótipos parentais Capela e Costelão), no município de Teresina, PI. O número de vagens por planta apresentou efeito direto, positivo e elevado, sobre produção de grãos que resultou em estimativa positiva, de elevada magnitude da correlação genotípica. A correlação positiva de média magnitude entre o número de grãos por vagem e o rendimento de grãos resultou do efeito direto positivo e dos efeitos indiretos negativos por via do peso de cem grãos e número de vagens por planta. O peso de cem grãos apresentou um efeito direto positivo no rendimento de grãos, porém a correlação genotípica foi negativa em razão dos efeitos indiretos e negativos do número de vagens por planta e número de grãos por vagem. A seleção indireta do número de vagens por planta traz ganhos para o rendimento de grãos.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*, correlações genotípicas, componentes primários.

¹ Centro de Ciências Agrárias (CCA), Universidade Federal do Piauí (UFPI), Campos Ministro Petrônio Portela, Ininga, 64.049-550, Teresina, PI, Brasil *E-mail: clcsouza33@bol.com.br

² Departamento de Biologia, Centro de Ciências da Natureza, UFPI

³ Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Agrárias, UFPI

⁴ Embrapa Meio-Norte, C.P. 01, 64006.220, Teresina, PI, Brasil

ABSTRACT - It was estimated direct and indirect effects of the primary components (pod number per plant, grain number per pod and a hundred grain weight) about the grain yield in cowpea aiming at a later selection of green grain. There were 64 evaluated genotypes (62 lines – 39 F₄, 16 F₃RC₁, 07 F₃ RC₂ and two parental genotypes – Capela and Costelão), in the city of Teresina, PI. The pod number per plant showed a direct, positive and huge effect above the grain yield which resulted in a positive estimative, of a huge genotypic correlation magnitude. The positive correlation of average magnitude between the number of grains per pod and the grain yield resulted from the positive direct effect and the negative indirect effects through a hundred grain weight and the pod number per plant. The weight of a hundred grains showed a direct positive effect in the grain yield, though the genotypic correlation was negative due to indirect and negative effects in the pod number per plant and the grain number per pod. The indirect selection of the pod number per plant brings gains to the grain yield.

Key-works: *Vigna unguiculata*, genotypic correlations, primary components.

4.1. Introdução

A correlação permite prever as alterações em um determinado caráter provocadas pela pressão de seleção exercida sobre outro caráter (COIMBRA et al., 1999). Contudo, essa é apenas uma medida de associação, que não permite conclusões sobre causa e efeito, não possibilitando inferências sobre o tipo de associação que governa um par de caracteres Y/X (COIMBRA et al., 2005).

WHIGHT (1921) desenvolveu um método que permite a partição dos coeficientes de correlações tanto em efeitos diretos quanto em indiretos (análise de trilha). CRUZ & CARNEIRO (2003) definem 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 da regressão múltipla quando envolvidas inter-relações complexas.

A metodologia do coeficiente de trilha pode, então, melhor auxiliar o melhorista, por permitir a visualização do efeito direto que um caráter causa no outro e os efeitos indiretos dos outros caracteres relacionados (PAIVA et al., 1982).

A análise de trilha tem sido utilizada em estudos envolvendo os componentes de rendimento em várias culturas, como: amendoim (SANTOS et al. 2000; GOMES & LOPES, 2005), canola (COIMBRA et al., 2004), feijão-caupi (OLIVEIRA et al., 1990; SIDDQUE & GUPTA, 1992; OSENI et al., 1992; BEZERRA et al., 2001) e feijão comum (KUREK et al., 2001; RIBEIRO et al., 2001; FURTADO et al., 2002).

BEZERRA (1997) observou que os maiores efeitos diretos negativos sobre o rendimento de grãos foram apresentados pelos caracteres número de nós no ramo principal, número de vagens por planta e comprimento de vagem em feijão-caupi.

KUREK et al. (2001), estudando a relação direta e indireta entre o rendimento de grãos, em feijão comum e seus componentes, concluíram que o número de vagens por planta apresentou o maior efeito e a maior correlação total, indicando grande contribuição para o aumento do rendimento de grãos.

RIBEIRO et al. (2001), utilizaram a análise de trilha para avaliar em dois anos agrícolas, noventa genótipos de feijão comum, e concluíram que o maior efeito direto sobre o rendimento de grãos está relacionado às plantas com maior número de grãos.

Nesse trabalho objetivou-se avaliar os efeitos diretos e indiretos dos componentes de produção sobre o rendimento de grãos, através da análise de trilha, visando a seleção de linhagens de feijão-caupi, para produção de grãos verdes.

4.2. Material e Métodos

O material genético de feijão-caupi utilizado foi originado do cruzamento entre Capela e Costelão, contrastantes quanto ao comprimento de vagem, provenientes do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Meio-Norte. Avaliaram-se 39, 16 e 7 linhagens das gerações F_4 , F_3RC_1 (F_3 do retrocruzamento com Capela) e F_3RC_2 (F_3 do retrocruzamento com Costelão), respectivamente, totalizando 64 linhagens, e mais os dois genótipos parentais.

O experimento foi realizado na área experimental do Departamento de Fitotecnia, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Piauí, no município de Teresina, PI, situado a 05° 05'05"S de latitude, 42° 05' W de longitude e 72m de altitude, em solo aluvião, eutrófico, arenoso, no período de março a junho de 2004.

O delineamento estatístico foi o de blocos casualizados, com três repetições, sendo a parcela constituída de uma fileira de 2,5 m de comprimento, com espaçamentos de 1,50 m entre fileiras e 0,25 m entre plantas. A bordadura constituiu-se de duas fileiras laterais, com os parentais. O ensaio foi conduzido em regime de sequeiro.

Os caracteres estudados foram número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), peso de cem grãos (PCG) e rendimento de grãos (REND).

A análise estatística dos dados foi realizada usando-se o programa computacional GENES (CRUZ, 2001). Realizou-se a análise de variância, considerando-se como fixos os efeitos de tratamentos (parentais e cruzamentos), visto que os parentais foram escolhidos para atender um objetivo específico.

A análise de trilha foi representada pelo diagrama de causas-efeitos, mostrado na Figura 1, e demonstra as inter-relações entre rendimento de grãos, caráter principal, e os outros caracteres número de vagens por planta (NVP); número de grãos por vagem (NGV) e peso de cem grãos (PCG), considerados como componentes do rendimento de grãos. As setas unidirecionais representam a influência direta de cada um dos caracteres explicativos sobre o principal, medida pelo coeficiente de trilha (P_{jn}), enquanto as setas bidirecionais, indicam correlação entre os caracteres, que é medida pelo coeficiente (r_{ij}). A influência indireta é medida pelo somatório dos produtos dos coeficientes de correlação pelos coeficientes de trilha.

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

$$1 = P_{X1}^2 + P_{21}^2 + P_{31}^2 + P_{41}^2 + 2P_{21}r_{23}P_{31} + 2P_{21}r_{24}P_{41} + 2P_{31}r_{34}P_{41}, \text{ sendo:}$$

R_1^2 (2, 3 e 4) = $P_{21}^2 + \dots + 2P_{31}r_{34}P_{41}$ - coeficiente de determinação múltipla de rendimento de grãos pelos componentes primários 2, 3 e 4;

P_{X1}^2 = efeito residual;

$P_{X1}^2 = 1 - R_1^2$ (2, 3 e 4) – variação do rendimento de grãos devido à variável residual X.

4.3. Resultados e Discussão

As estimativas dos coeficientes de correlação genotípica entre os caracteres estudados, foram significativas (Tabela 1). Observa-se que correlação com maior magnitude ocorreu entre rendimento grãos e número de vagens por planta.

Pela análise de trilha, verifica-se que o rendimento de grãos foi positivamente influenciado por todos os componentes primários do rendimento (Tabela 2). O número de vagens por planta foi o caráter de maior influência direta na produção de grãos (0,977), o que compensou o efeito indireto negativo por via do peso de cem grãos (- 0,175), e juntamente com o efeito indireto positivo através do número de grãos por planta (0,088) resultou em estimativa positiva do coeficiente de correlação genotípica (0,891). Desse modo, o melhorista interessado em aumentar o rendimento dos grãos deve aumentar a pressão de seleção sobre o número de vagens por planta, porém não desconsiderar os demais caracteres. Resultados semelhantes foram encontrados por OLIVEIRA et al. (1990), avaliando feijão-caupi; FURTADO et al. (2002) e KUREK et al., (2001), trabalhando com feijão comum, e SANTOS et al. (2000), com amendoim. Resultado discordante foi encontrado por RIBEIRO et al. (2001), com feijão comum, no qual o maior efeito direto sobre o rendimento foi proporcionado pelo número de grãos por planta.

O caráter número de grãos por vagem apresentou correlação positiva de média magnitude ($0,4 < r < 0,7$) com o rendimento de grãos (0,479), que resultou do efeito direto positivo (0,244), contrabalanceado pelos efeitos indiretos negativos por via do peso de cem grãos (-0,012) e número de vagens por planta (-0,356). BEZERRA et al. (2001), encontrou resultado semelhante e concluiu

que a seleção do número de grãos por vagem não tem influência significativa sobre o rendimento de grãos.

O efeito direto positivo do peso de cem grãos no rendimento de grãos (0,379) não compensou os efeitos indiretos negativos por via do número de vagens por planta (-0,452) e número de grãos por vagem (-0,078), o que resultou em estimativa negativa do coeficiente de correlação genotípica (-0,015). Resultados concordantes com o presente estudo foram obtidos por OSENI et al. (1992), SIDDIQUE & GUPTA (1992) e BEZERRA (1997), em feijão-caupi, e GOMES & LOPES (2005), trabalhando com amendoim.

O coeficiente de determinação genotípica do rendimento de grãos pelos componentes primários foi de 0,930. Assim, 93% da variável rendimento de grãos foram explicadas genotipicamente pelas variáveis consideradas e 7,0% pela variável residual.

4.4. Conclusão

1. O número de vagens por planta é o componente mais importante na expressão dos grãos, em feijão-caupi.

4.5. Referências Bibliográficas

BEZERRA, A.A. de C. **Variabilidade e diversidade genética em feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) precoce, de crescimento determinado e porte ereto e semi-ereto.** 1997. 105f. Dissertação de mestrado em genética e melhoramento de plantas – Curso de Pós-graduação em Botânica. Universidade Federal do Pernambuco.

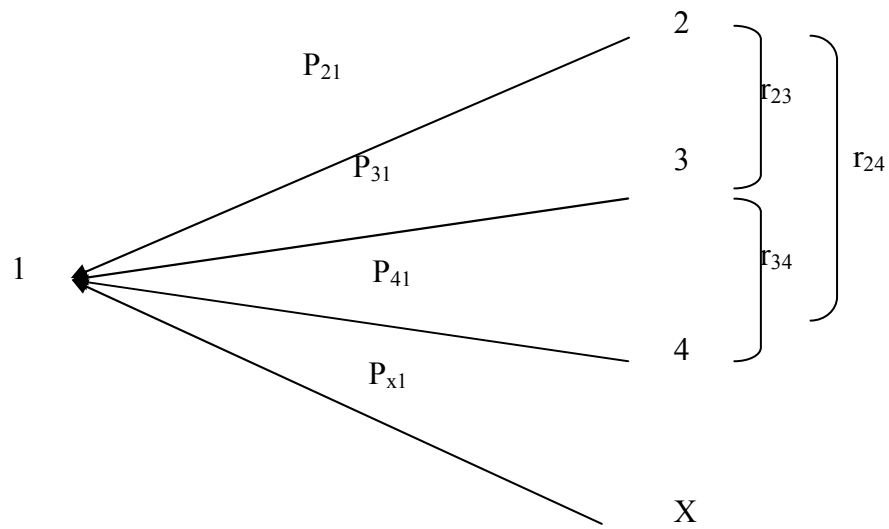
BEZERRA, A.A.de C. et al. Inter-relação entre caracteres de feijão-caupi de porte ereto e crescimento determinado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.1, p. 137 – 142, 2001.

- COIMBRA, J. L. M. et al. Conseqüências da multicolinearidade sobre a análise de trilha em canola. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.2, p. 347 - 352, 2005.
- COIMBRA, J.L. M. et al. Análise de trilha dos componentes do rendimento de grãos em genótipos de canola. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.5, p.1421-1428, 2004.
- COIMBRA, J. L. M. Estabilidade fenotípica em genótipos de canola no planalto catarinense. **Ciência Rural**, Bagé, v.4, n.2, p. 74-82, 1999.
- CRUZ, C. D. **Programa genes: versão windows; aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: UFV, 2001, 648p.
- CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2003. 579p.
- FURTADO, M.R. et al. Análise de trilha do rendimento do feijoeiro e seus componentes primários em monocultivo e em consorcio com a cultura do milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.2, p.217-220, 2002.
- GOMES, R.L.F.; LOPES A.C. de A. Correlations and path analysis in peanut. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.5, p.105-112, 2005.
- KUREK, A.J. et al. Análise de trilha como critério de seleção indireta para rendimento de grãos em feijão. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.7, n.1, p.29-32, 2001.
- LI, C. C. **Path analyses – a primer**. Washington: Boxwood, 1975. 346p.
- OLIVEIRA, F.J. de. et al. Seleção de caracteres agronômicos do feijão-caupi usando coeficientes de caminamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v 25, n 7, p 1055-1064,1990.
- OSENI, T.O. et al. Correlation and path-coefficient analysis of yield attributes in diverse lines of cowpea (*Vigna unguiculata*). **Indian Journal of Agricultural Sciences**, New Delhi, v. 62, n.6, p. 365-368, 1992.
- PAIVA, J.R. de. et al. Uso de coeficiente de caminamento no melhoramento de seringueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.17, n.3, p.433-440, 1982.
- RIBEIRO, N.D. et. al. Correlações genéticas de caracteres agromorfológicos e suas implicações na seleção de genótipos de feijão carioca. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.7, n.2, p.93-99, 2001.

SANTOS, R.C. dos. et al. Análise de coeficiente de trilha para os componentes de produção em amendoim. **Ciência Agropecuária de Lavras**, v.24, n.1, p.13-16, 2000.

SIDDIQUE, A.K.M.A.R.; GUPTA, S.N. Path co-efficient analysis of yield components in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) walp.). **Annals of Biology**, London, v.8, n.1, p.70-80, 1992.

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



1. Rendimento de grãos/ parcela
2. Peso de cem grãos
3. Número de vagens/ planta
4. Número de grãos / vagem
- X. Variável residual

Figura 1. Diagrama causal dos efeitos diretos e indiretos das variáveis 2, 3 e 4 correlacionadas com 1 e X, variável residual não correlacionada.

Tabela 1. Estimativas dos coeficientes de correlação genotípica (r_G) entre os caracteres número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV); peso de cem grãos (PCG) e rendimento (REND), avaliados em 64 populações de feijão-caupi, em Teresina, PI, em 2004.

Caracteres	NVP	NGV	PCG (g)
NGV	0,363**		
PCG (g)	-0,462**	-0,318**	
REND (g)	0,890**	0,478**	-0,150**

(**) significativo a 1% de probabilidade, respectivamente pelo teste t

Tabela 2. Análise de Trilha: Desdobramento das correlações genotípicas em efeitos diretos e indiretos dos caracteres explicativos número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV) e peso de cem grãos (PCG), sobre o caráter principal, rendimento de grãos (REND).

Modo de Ação	Correlação genotípica
Variável =====>NVP	
Efeito direto sobre REND	0,977
Efeito indireto via PCG	-0,175
Efeito indireto via NGV	0,088
Total	0,891
Variável =====>NGV	
Efeito direto sobre REND	0,244
Efeito indireto via PCG	-0,121
Efeito indireto via NVP	-0,355
Total	0,479
Variável =====>PCG	
Efeito direto sobre REND	0,379
Efeito indireto via NVP	-0,452
Efeito indireto via NGV	-0,077
Total	-0,151
Coefficiente de determinação =====>	0,930
Efeito da variável residual:	0,264

5. CONCLUSÕES GERAIS

1. Existe variabilidade genética entre as populações para todos caracteres estudados, indicando a possibilidade de obtenção de ganhos significativos através da seleção de linhagens.
2. A linhagem quatorze proveniente da população F_4 , reúne os caracteres: rendimento de grãos elevado, cor de vagem roxa e grão branco, pode ser recomendada para seleção visando a produção de grãos verdes.
3. A seleção para o aumento do número de vagens por planta traz ganhos para o rendimento de grãos.
4. O número de vagens por planta é o componente mais importante na expressão dos grãos em feijão-caupi.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA. **Agrianual 98**. FNP Consultoria & Comercio. São Paulo, 1998. 247p.

ARAÚJO, J. P. P., de. **Morfologia, estágios de crescimento e desenvolvimento do feijão-caupi *Vigna unguiculata* (L.) Walp. spp. Unguiculata**. In: CURSO DE TREINAMENTO PARA PESQUISADORES DE FEIJÃO-CAUPI, 1.,1979, Goiânia. Assuntos abordados...Goiânia: EMBRAPA - CNPAF/IITA, 1979.p. 01-19.

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: EMBRAPA - CPATU,1982.16P. (EMBRAPA - CPATU. Boletim de pesquisa, 38).

BEZERRA , A. A. de C.; FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; CARVALHO, R. ROSAL, C. J. de S. **Variabilidade e herdabilidade em linhagens de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) precoce, ereto e de crescimento determinado**. In: ENCONTRO DE GENÉTICA DO NORDESTE, 10., Natal: 1995. Resumos. Natal: Centro de Biociências/UFRN, 1995. p.55.

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

BEZERRA, A. A. de C. **Variabilidade e diversidade genética em feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) precoce, de crescimento determinado e porte ereto e semi-ereto**. 1997. 105f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal do Pernambuco, Recife, 1997.

BORDIA, P. C.; VENDRA, J. P. V.; KUMAR, S. Genetic variability and correlation in cowpea (*Vigna sinensis* L. Savi ex Hassk.). **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.4, n.1, 1973.

COELHO, A. D. F. ; CARDOSO, A. A .; CRUZ, C. D.; ARAÚJO, G. A de A .; FURTADO, M. R.; AMARAL C. L. F. Herdabilidade e correlações da produção do feijão e dos seus componentes primários nas épocas de cultivo da primavera-verão e do verão- outono. **Ciência Rural**. v.32, n.2, p. 211-216, 2002.

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

COIMBRA, J. L. M.; GUIDOLIN, A . F.; ALMEIDA, M. L. de.; SANGOI, L.; ENDER, M.; MEROTTO JUNIOR, A. Análise de trilha dos componentes do rendimento de grãos em genótipos de canola. **Ciência Rural**. v.34, n.5, p. 1421-1428, 2004.

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

CRUZ, C. D. **Programa genes**: versão windows; aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2001. 648p.

CRUZ, C. D., REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, Imp. Univ., 1994. 390p.

CRUZ,C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2003. 579p.

FALCONER, D. S. **Introduction to quantitative genetics**. 3 ed. New York: Longman, 1981. 489p.

FARIS, D. C. The origin and evolution of the cultivated forms of *Vigna sinensis*. **Can. J. Genet. Cytol.** v.7, p.433-52,1965.

FREIRE FILHO, F. R. Genética no feijão-caupi. In: ARAÚJO, J. P. P.; WATT, E. E., de. **O Feijão-caupi no Brasil**. Brasília, DF.; IITA/EMBRAPA - CNPAF, 1988.p.159-229.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; BARRETO, P. D.; SANTOS, A.A. dos.; Melhoramento Genético. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. de A.; RIBEIRO, V. Q. (Org.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília, DF.; Embrapa Meio-Norte, 2005. p.29-75.

FROTA, A. A.A.; PEREIRA, P.R. Caracterização do feijão-caupi na região meio-norte do Brasil. CARDOSO, M. J. (Org.). **A cultura do feijão-caupi no meio-norte do Brasil**, 2000.264p. il. (Embrapa Meio-Norte. Circular Técnica, 28).

FURTADO, M. R.; CRUZ, C. D.; CARDOSO, A.A.; COELHO, A. D. F.; PETERNELLI, L. A. Análise de trilha do rendimento do feijoeiro e seus componentes primários em monocultivo e em consorcio com a cultura do milho. **Ciência Rural**. Santa Maria. v. 32, n.2, p.217-220, 2002.

GOMES, F.P. **Estatística experimental**. Piracicaba: ESALQ; Ed. USP, 1982, 430p.

GOMES, R.L.F.; LOPES A. C. de A. Correlations and path analysis in peanut. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.5, p.105-112, 2005.

IBGE. Coordenação de Agropecuária. **Produção Agrícola Municipal**: cereais, leguminosas e oleaginosas:2005, 57p.

JINDAL, S. K.; GUPTA, B. S. Component analysis of yield in cowpea. **India Journal of Agricultural Science**. v. 54, n.3, p. 183-185, 1984.

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

KUREK, A. J.; CARVALHO, F. I. F. de; ASSMANN, I. C.; MARCHIORO, V. S.; CRUZ, P. J. Análise de trilha como critério de seleção indireta para rendimento de grãos em feijão. **Revista Brasileira de Agrociência**. v.7, n.1, p. 29-32, 2001.

LAKSHMI, P. V.; GOUD, J. V. Variability in cowpea (*Vigna sinensis* L.). Mysore. **Journal of Agricultural Sciences**. Ban galore, v.11, p.144-147, 1977.

LEITE, M. de L.; FILHO, J. S. das V.; RODRIGUES, J. D. Produção e componentes de produção de cultivares de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), em Botucatu – SP. **Revista Faculdade Agronomia** (Maracay). v. 25, p. 115-124, 1999.

LI, C. C. **Path analyses – a primer**. Washington: Boxwood, 1975. 346p.

LI, C. C. **The concept of path coefficient and its impact on population genetics**. **Biometrics**, Washington, v. 12, p. 190-210, 1956.

LOPES, A C. de A.; FILHO, F. R. F.; SILVA, R. B. Q da.; CAMPOS, F. L.; ROCHA, M. de M. Variabilidade e correlações entre caracteres agrônômicos em feijão-caupi(*Vigna unguiculata*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.36, n.3, p. 515 – 520, 2001.

MAFRA, R. C. **Contribuição ao estudo do “feijão massacar”:** fisiologia, ecologia e tecnologia de produção. In: CURSO DE TREINAMENTO PARA PESQUISADORES DE FEIJÃO-CAUPI, 1, 1979, Goiânia. Assuntos abordados.....Goiânia: EMBRAPA-CNPAF/IITA, 1979. p.01-39.

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

MIRANDA, P.; ANUNCIAÇÃO FILHO, C. J. Competição de linhagens de caupi de grãos verdes. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE CAUPI, 5, 21, TERESINA. **Avanços tecnológicos no feijão-caupi**: anais. Teresina. Embrapa Meio-Norte, 2001. P.195-198. Embrapa Meio-Norte. Documento, 56.

NG, N.Q.; MARÉCHAL, R. Cowpea taxonomy, origin and germoplasm. IN: SINGH, S.R.; RACHIE, K. O., eds. **Cowpea research, production and utilization**. Chichester, John Wiley, 1985. p.11-21

OLIVEIRA, A. P. de.; SOBRINHO, J. T.; NASCIMENTO, J. T.; ALVES, A. U.; ALBUQUERQUE, I. C. de.; BRUNO, G. B. Avaliação de linhagens e cultivares de feijão-caupi, em Areia, PB. **Revista Horticultura Brasileira**. v. 20, n.2, p.180-182, 2002.

OLIVEIRA, F. J. de. **Análises uni e multivariada aplicadas em cultivares de feijão massacar** (*Vigna unguiculata* (L.) Walp).1996, 136f. Tese de doutorado. Universidade Federal do Pernambuco, Recife 1996.

OLIVEIRA, F. J. de.; FILHO, C.J. da A.; BASTOS, G. Q.; REIS, O.V. dos.; TEÓFILO, E.M. Caracteres agronômicos aplicados na seleção de cultivares de feijão-caupi. **Revista Ciência Agronômica**. v. 34, n.1, p.5-11, 2003.

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.

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**, New Delhi, v. 62, n.6, p. 365-368, 1992.

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

PEREIRA, P.A.A.A cultura do feijão no Brasil: situação atual e perspectivas. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. (Ed.) **Feijão Irrigado**. Piracicaba: Publique, 1999. p. 1-18.

QUEIROZ, M. A. de. Melhoramento Genético no Brasil – Realizações e Perspectivas. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S. de; VALADARES-INGLIS, M.C. E, eds. **Recursos Genéticos & Melhoramento – Plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001, p.2-28.

RAMALHO, M. A P.; SANTOS, J. B. dos.; PINTO, C. A B. P. **Genética na agropecuária**. Lavras. Ed. UFLA, 2004.p.326

RAWAL, K. M. Natural hybridization among wild, weedy and cultivate *Vigna unguiculata* (L.) Walp. **Euphytica**. v.24, n.30, p.699-707, 1975.

RIBEIRO, N. D.; MELLO, R. M.; DALLA COSTA, R.; SLUSZZ, T. Correlações genéticas de caracteres agromorfológicos e suas implicações na seleção de genótipos de feijão carioca. **Revista Brasileira de Agrociência**.v.7, n.2, p.93-99, 2001.

SALES, M.G.; RODRIGUES, M.A.C. Consumo, qualidade nutricional e métodos de preparo do feijão-caupi. In: ARAÚJO, J. P.P.; WATT, E. E., eds. **O Feijão-caupi no Brasil**. Brasília, DF. IITA/EMBRAPA – CNPAF, 1988. p.694-722.

SANTOS, J. B. dos.; VENCOSVSKY, R. Controle genético de alguns componentes do porte da planta em feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** v.21, n. 2, p.957-963, 1986.

SANTOS, R. C. dos.; CARVALHO, L. P. de.; SANTOS, V. F. dos. Análise do coeficiente de trilha para os componentes de produção em amendoim. **Ciência agropecuária**. v.24, n.1, p.13-16, 2000.

SIDDIQUE, A. K. M. A. R.; GUPTA, S. N. Path co-efficient analysis of yield components in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) walp.). **Annals of Biology**, London, v.8, n.1, p.70-80, 1992.

SIDDIQUE, A.K. M. A.R.; GUPTA, S. N. Genotypic and phenotypic variability for seed yield and other in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). **International Journal of Tropical Agriculture**, Haryana, v.9, n.2, p. 144-148, 1991.

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

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

TEIXEIRA, S. M.; MAY, P. H.; SANTANA, A. C. Produção e importância econômica do feijão-caupi no Brasil. IN: Araújo, J. P. P.; Watt, E. E., de O. **O feijão-caupi no Brasil**. Brasília, DF. Iita/ Embrapa – CNPAF, 1988. p. 159-229.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. Associação entre caracteres. In: VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica aplicada ao fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. p. 335-486.

WETZEL, M. M. Y. V. S. ET AL., Recursos genéticos de Feijão-caupi: coleção ativa. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. de A.; RIBEIRO, V. Q. Org.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília, Embrapa Meio-Norte, 2005. p.185-221.

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

WRIGHT, S. The theory of path coefficients – a replay to Niles`criticism. **Genetics**, **Austin**, v.8, p.239-255, 1923.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)