ESTUDO DA VARIABILIDADE FENOTIPICA DO FEIJAO
GUANDU (Cajanus cajan (L.) Millsp.)

CARLOS AUGUSTO COLOMBO

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. PAULO SODERO MARTINS

Dissertação apresentada à Escola
Superior de Agricultura "Luiz de
Queiroz", da Universidade de São
Paulo, para obtenção do título
de Mestre em Agronomia. Área de
concentração: Genética e Melho-
ramento de plantas.

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil

Março - 1989

C719e Colombo, Carlos Augusto
Estudo da variabilidade fenotípica do fei-
jão guandu (Cajanus cajan(L.) Millsp. Pi-
racicaba, 1989.
130p. illus.

Diss.(Mestre) - ESALQ
Bibliografia

1. Guandu - Melhoramento. 2. Guandu - Vari-
ção fenotípica - Parâmetro genético. I. Escola
Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz",
Piracicaba.

CDD 635.65

ESTUDO DA VARIABILIDADE FENOTÍPICA DO FEIJÃO

GUANDU (Cajanus cajan (L.) Millsp.)

Carlos Augusto Colombo

Aprovada em 05-05-1989

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Paulo Sodero Martins	ESALQ/USP
Prof. Dr. José Dias Costa	ESALQ/USP
Prof. Dr. Luiz Antonio Rochelle	ESALQ/USP

Prof. Dr. Paulo Sodero Martins

ORIENTADOR

E assim exprimiu ele a sua opinião:
quem quer que pudesse fazer crescer
duas espigas de milho ou duas
folhas de grama no lugar onde só
crescia uma, mereceria mais
gratidão da humanidade e prestaria
à Pátria serviço muito mais
importante que o de toda a raça de
políticos reunida.

JONATHAN SWIFT

AGRADECIMENTOS

Ao amigo e Prof. Paulo Soderó Martins, pela franqueza, sensibilidade e orientação dispensados e, principalmente, pela sua dedicação à pesquisa no Brasil.

Ao amigo e Prof. João Luis Ferreira Batista, pelo auxílio concedido na análise estatística dos dados.

Ao Prof. Roland Vencovsky, pelas sugestões apresentadas na análise estatísticas dos dados.

Ao Prof. Akihiko Ando, pelo empréstimo de material, e aos funcionários Terezinha Arruda, da Estação Experimental do Anhembi, pela colaboração prestada na coleta das sementes, e Ronaldo José Rabello, do Departamento de Genética, pelo auxílio prestado durante a condução do ensaio.

Ao Departamento de Agricultura da ESALQ/USP-Piracicaba, ao CNPCD (EMBRAPA) e ao IAPAR-Londrina, pelo fornecimento das sementes utilizadas no ensaio.

A Elisabeth Macedo Cruz, que datilografou as tabelas e figuras apresentadas.

Ao CNPq, pelo auxílio financeiro concedido.

Ao CIAGRI, pelas facilidades concedidas na digitação da dissertação.

Aos colegas da pos-graduação, em especial aos amigos Giancarlo Conde Xavier Oliveira, Luciano Nass, Wilson Aragão Meneses, Heidelinde Karla Avedikian, Ghotardo Marcon, Elizabeth Ann Veasey, Ima Célia Guimarães Vieira, Ana Maria Cassiolato, pela convivência, apoio e incentivos durante o curso de pós-graduação.

As funcionárias Nilce T. P. Sigrist, pela colaboração na revisão das referências bibliográficas, e Gerda Spruk, pela presteza em sua função de secretária da PG.

A todos os professores e funcionários do Departamento de Genética, pela colaboração e atenção dispensada.

SUMÁRIO

páginas

RESUMO.....	vii
SUMMARY.....	xi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Considerações Gerais.....	3
2.1.1. Descrição Botânica e Taxonomia.....	3
2.1.2. Importância Econômica.....	5
2.1.3. Aspectos Agronômicos.....	8
2.2. Origem, Evolução e Distribuição.....	10
2.3. Reprodução e Variabilidade.....	15
2.4. Genética e Melhoramento da Espécie.....	21
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	32
3.1. Material.....	32
3.2. Métodos.....	34
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
4.1. Variabilidade dos caracteres fenológicos e morfológicos.....	47
4.2. Produção de grãos e percentual de vagens perfuradas.....	56
4.3. Análise de caracteres qualitativos.....	69
4.4. Análise da variabilidade e Parâmetros genéticos.....	78
4.5. Análise de correlações.....	88
4.6. Análise multivariada da variabilidade.....	92
4.7. Análise e formação de grupos.....	102

4.8. Integração das evidências obtidas.....	111
5. CONCLUSÕES.....	116
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	119

ESTUDO DA VARIABILIDADE FENOTÍPICA DE FEIJÃO
GUANDU (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.)

Autor: Carlos Augusto Colombo

Orientador: Paulo Sodero Martins

RESUMO

De importância considerável nos países de origem, o feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) apresenta boa adaptação às condições climáticas brasileiras, ocorrendo em amplas áreas. Considerando-se as pouquíssimas informações sobre a variabilidade dessa espécie no Brasil, procurou-se, neste trabalho, analisar vários caracteres, morfológicos e fenológicos, de 20 procedências, brasileiras e introduzidas.

Foram obtidos parâmetros genéticos, curvas de produção, distinguidos grupos com características agrônômicas semelhantes, e realizado estudo de correlações entre os caracteres, para essas procedências.

Os resultados indicaram que a variabilidade nessa espécie é muito grande, sendo que as procedências tanto diferiram entre si, para os caracteres altura e largura de planta, início de formação de botões florais e de vagens, peso de 100 sementes, peso verde de rebrota, comprimento e largura de vagem e número de lojas

na vagem, como também apresentam grande variabilidade interna, principalmente para os caracteres altura e largura de planta, número de ramos primários, grau de persistência de folhas, peso verde de rebrota e peso de 100 sementes, conforme indicam os elevados coeficientes de variação das procedências.

O nível de variabilidade encontrado variou, principalmente, em função da origem das procedências. De uma maneira geral, as procedências de Piracicaba apresentaram os menores níveis de variabilidade, indicando que esse material deve apresentar base genética mais estreita, devido, provavelmente, a efeito de amostragem (deriva genética). Por outro lado, as procedências introduzidas apresentaram, no geral, maior nível de variabilidade. Possivelmente essas procedências, há aproximadamente uma década no Brasil, sofreram introgressão com material brasileiro, amplificando o nível de variabilidade.

Valores máximos e mínimos para os caracteres estudados foram obtidos, respectivamente, para as procedências brasileiras e introduzidas, indicando que tais procedências podem ser distinguidas morfológica e fenologicamente. As procedências brasileiras apresentaram-se mais vigorosas, mais altas, com maiores sementes, maior produção e mais tardias, enquanto que as introduzidas, ao contrário, apresentaram-se menos vigorosas, mais baixas,

com sementes menores, baixa produção e mais precoces. No entanto, algumas procedências introduzidas apresentaram características de material brasileiro, provavelmente como resultado de hibridação introgressiva.

Três tipos principais de curvas de produção foram observados: o tipo I com procedências precoces e com apenas um pico de produção, o tipo II, com procedências de produção contínua, com dois picos mais acentuados de produção, um precoce e outro tardio, e o tipo III, com procedências tardias e também com apenas um pico de produção. As procedências do tipo I são materiais introduzidos, sendo de baixo porte, com sementes pequenas e menor produção, enquanto que as procedências do tipo III são brasileiras, de grande porte, sementes grandes e maior produção. No tipo II, tanto encontram-se materiais brasileiros como introduzidos.

Na tentativa de se caracterizar as procedências conforme as maneiras de utilização dessa espécie, usou-se como parâmetros os caracteres produção de grãos, peso de 100 sementes, comprimento de vagem, altura de planta, peso verde de rebrota e início de formação de vagens. Os resultados indicaram a existência de dois grupos de plantas bem distintos, e um grupo intermediário. Num dos grupos, composto basicamente por procedências introduzidas, encontram-se plantas de menor porte, com sementes pequenas

e precoces, indicadas para produção de grãos secos, tipo feijão. No outro grupo, composto basicamente por procedências brasileiras, que são mais indicadas para produção de biomassa verde e de sementes verdes, do tipo ervilha, as plantas são mais vigorosas, com sementes grandes e tardias. O grupo intermediário compoem-se tanto de materiais brasileiros como introduzidos, que podem servir para ambos os tipos de utilização.

Os elevados índices de determinação genotípica (b) obtidos para os caracteres início de formação de vagens, largura e comprimento de vagem, número de lojas na vagem e altura de planta, possibilita que tais caracteres sejam facilmente alterados por seleção. A correlação altamente significativa desses caracteres com a produção de sementes e peso de biomassa verde, ressalta a importância dos referidos parâmetros para o melhorista.

STUDY OF PHENOTYPIC VARIABILITY OF PIGEON
PEA (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.)

Author: Carlos Augusto Colombo

Adviser: Prof. Dr. Paulo Sodero Martins

SUMMARY

With a high economic importance in its native countries, the pigeon pea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.), shows a good adaptation to the Brazilian climatic conditions. Considering the paucity of informations about the variability of this species in Brazil, this work has the objective of analysing several morphological and phenological characters of twenty Brazilian and introduced accessions.

Genetic parameters and production curves were obtained, groups with similar agronomic characters were delimited, and correlation analysis among characters was performed for all accessions.

The results indicate that the variability of this species is high, and the accessions differ among them in plant initiation, 100 seed weight, green weight of regrowth, pod length and width and number of locus of the pod. Large variability within accessions was observed for plant height and width, number of primary

branches, degree of leaf persistence, green weight of regrowth, and 100 seed weight, as showed by the high coefficients of variation.

The level of variability observed varied according to the origin of accessions. The accessions from Piracicaba showed the lowest levels, suggesting that this material could have a narrow genetic basis, due probably to sampling problems (genetic drift). The introduced accessions, by the other hand, showed high levels of variation. Probably these accessions, introduced about ten years ago in Brazil, experienced introgressive hybridization with the Brazilian populations, amplifying their level of variability.

Maximum and minimum values for the characters were obtained, respectively, for the Brazilian and introduced accessions, indicating that they can be distinguished morphological and phenotypically. The Brazilian accessions showed to be more vigorous, taller, with larger seeds, more productive and more late, while the introduced accessions showed to be less vigorous, smaller, with small seeds, less productive and precocious. However, some introduced accessions showed some attributes of the Brazilian materials, probably due to introgressive hybridization.

Three types of production curves were observed: type I corresponding to precocious accessions and

with any one peak of production; type II, with continuous production with two distinct peaks, and type III corresponding to the late accessions, with only one peak. The type I accessions correspond to the introduced materials, with shorter growth habit, smaller seeds, lower production, while the type III accessions are Brazilians, with taller growth habit, larger seeds, and higher production. In type II both Brazilian and introduced material are found.

Trying to characterize the accessions according to their use, the characters seed production, ~~100~~ seed weight, pod length, green weight of regrowth and pod initiation were considered. The results showed the existence of two very distinct groups of plant with an intermediate group. One of the groups, corresponding to the introduced accessions, has plants with smaller growth habit, smaller seeds and precocious, indicated for dry seed production. In the other group, corresponding to the Brazilian accessions, the plants are taller, with larger seeds and late, more indicated for green matter production. The intermediate group, corresponding to both Brazilian and introduced material can be used for both objectives.

The high values of the coefficients of genotypic determination for pod initiation, pod length and width, number of locus of the pod and plant height, show

that these characters can be easily altered by selection. The highly significant correlation of these characters with seed production and green weight, emphasizes the importance of these parameters for the breeders.

2- INTRODUÇÃO

Charles Heiser (1977) dedicou um capítulo às leguminosas, em seu livro "Sementes para a Civilização", enfatizando a enorme importância das inúmeras espécies desta família, que junto com diversas gramíneas, constituem a base alimentar de povos asiáticos, africanos e americanos.

Ervilhas, ervilhacas, lentilhas, fava, grão-de-bico, amendoim, soja, feijão, etc., de uma forma ou de outra, são bastante difundidas e têm grande importância na alimentação humana, contribuindo com elevados percentuais de proteínas.

Outro grande mérito da maioria das leguminosas, é a capacidade de obterem nitrogênio da atmosfera através da ação de bactérias do gênero *Rhizobium*, que vivem em simbiose em seus sistemas radiculares.

No Brasil, a leguminosa mais difundida para a alimentação humana e comumente consumida junto com o arroz, é o feijão (*Phaseolus vulgaris*). No entanto, há outras espécies de leguminosas menos utilizadas, porém de grande valor potencial como o guandu (*Cajanus cajan* (L.)

Millsp). No Brasil, esta leguminosa é consumida principalmente pelos descendentes da raça negra e na zona rural, sendo conhecido também como feijão andu, ou guando, como é chamado no estado do Rio de Janeiro.

Trata-se de uma espécie arbustiva, de origem asiática e africana, entretanto com boa adaptação no Brasil, com grãos arredondados, que além de serem consumidos secos, como o feijão, podem ser empregados como ervilha, quando ainda verdes, e de exuberante massa verde que pode ser utilizada como forrageira.

Este trabalho constitui-se num estudo preliminar sobre as potencialidades dessa espécie para futuros trabalhos de melhoramento no Brasil, tendo sido utilizadas 20 procedências, brasileiras e introduzidas, com os seguintes objetivos:

- a) caracterização morfológica das procedências;
- b) análise da variabilidade genética;
- c) determinação de curvas de produção;
- d) agrupamento das procedências segundo as diferentes formas de utilização dessa espécie;
- e) obtenção de parâmetros genéticos para diversas características da planta.

2. REVISAO DE LITERATURA

2.1. Considerações Gerais

2.1.1. Descrição Botânica e Taxonomia

O guandu é uma planta arbustiva, anual ou mais comumente semi-perene, ereta, normalmente de 1 a 2m de altura. Em algumas condições, em que apresenta comportamento plurianual, pode atingir mais de cinco anos e porte de até 4m de altura (BOGDAN, 1977).

As folhas são trifolioladas, com folíolos lanceolados ou elípticos, com 4 a 10cm de comprimento e 3cm de largura. As flores apresentam-se em ráculos terminais com 1,5 a 1,8cm de comprimento, de cor amarela, marrom ou vermelha, podendo apresentar estandartes listados ou mesmo totalmente purpúreos ou avermelhados. Como é comum na família, apresentam cinco sépalas, cinco pétalas e dez estames, sendo nove concrecidos em feixe, e um estame livre (MENESES, 1944).

As vagens são indeiscentes, de cor púrpura ou verde púrpura, ou mesmo verdes salpicadas de

marrom, de forma oblonga, com comprimento variando de 5 a 8cm e em torno de 1,4cm de largura. As sementes, entre duas e nove por vagem, são de formato aproximadamente redondo, com 4 a 8mm de diâmetro, de cor verde ou púrpura quando imaturas e, quando maduras, apresentam cor que vai do branco ao preto, passando pelo amarelo e castanho. Podem ainda apresentar cores salpicadas de marrom ou púrpura. As sementes são bastantes duras quando secas e o número de sementes por quilograma varia de 1150 a 3630 unidades (EMBRAPA/CNPQC, 1983).

O quando pertence à família Leguminosae, tribo Phaseoleae, sub-tribo Cajaninae e gênero *Cajanus* (VAN DER MAESEN, 1981; PIO CORREIA, 1931; MENESES, 1944; Tutin, citado por WERNER, 1979). Entretanto, os dois primeiros autores o enquadram na sub-família Faboideae enquanto que os demais na sub-família das Papilionoideae. Segundo REMANANDAN (1981) o número de gêneros dessa sub-tribo é 13, sendo que o número de espécies em cada um varia muito de flora para flora e de autor para autor.

THOTHATHRI & JAIN (1981) citam duas espécies para o gênero *Cajanus*: *C. cajan* (L.) Millsp., hoje distribuída em todo o trópico, e *C. kerstingii* Harms, endêmica das savanas da África Ocidental e diferindo da primeira pela presença de estrofiolos proeminentes.

Conforme revisão sobre a taxonomia dessa espécie por THOTHATHRI & JAIN (1981), antes de

Linnaeus (1753), Van Rheede havia se referido ao guandu com o nome de *Thora paerou*; Plukenet também fez descrições do guandu, adotando os nomes de Kajan, Katsjan, Kadjang e Pigeonpea. Burman chamou a planta de *Cytisus zeylanicus* e Rumphius nomeou-a de *Phaseolus balicus*, e da mesma forma que o anterior, com boa descrição e ilustração. No período lineano, ele mesmo criou o binômio *Cytisus cajan* L. para o guandu e em 1770, Jacquin deu o nome de *Cytisus pseudocajan*. De Candolle, em 1813, enquanto estabeleceu o gênero *Cajanus*, descreveu duas espécies: *C. bicolor* e *C. flavus*, distinguindo ambas pela cor da pétala superior, número de sementes por vagem e comprimento da estipula. De Candolle tratou *Cytisus pseudocajan*, *Thora paerou* e *Phaseolus* como *Cajanus bicolor*, e *Cytisus cajan* L. de *Cajanus flavus*.

VAN DER MAESEN (1981) cita outros nomes que também foram adotados, como *Cajanus indicus* Sprengel (1826); *Cajan cajan* Huth (1893); *Cajanus pseudocajan* Schi & Guill. (1920). Atualmente, a correta nomenclatura para o guandu é *Cajanus cajan* (L.) Millsp., segundo THOTHATHRI & JAIN (1981).

2.1.2. Importância Econômica

Várias são as maneiras de utilização

dessa espécie. O consumo das sementes é a forma mais importante para o homem, quer seja in natura ou processada como enlatados ou farináceos, atendendo às exigências de diversos segmentos das populações da Índia, Paquistão, Afeganistão e de alguns países da América Central (ABRAMS & JULIA, 1973). A produção de guandu situa-se, ao nível mundial, como a quinta cultura em volume de produção dentre as leguminosas, sendo que cerca de 2,4 milhões de hectares desta leguminosa encontram-se na Índia, de um total de 2,7 milhões no mundo (ABRAMS, 1976; VAN DER MAESEN, 1983).

AKINOLA & WHITMAN (1975a) mencionam que o guandu é a segunda mais importante cultura para produção de grãos alimentícios da Índia, com aproximadamente 2,5 milhões de hectares cultivados anualmente e uma produção de mais de 600 kg de sementes secas por hectare, só perdendo para o grão-de-bico.

O conteúdo proteico da semente é muito variável, tendo sido encontrados valores que vão de 13,5 até 27,6 em diversas linhagens. Contudo, em relação ao valor dos aminoácidos, há deficiências para metionina e cistina (ICRISAT- INTERNATIONAL CROPS RESEARCH INSTITUTE FOR THE SEMI-ARID TROPICS, 1975, 1976) e, segundo Akhbar et alii, citado por WUTKE (1987), são baixos os teores de metionina, treonina e triptofano. Contudo, é rico em vitamina B, caroteno e ácido ascórbico (AKINOLA & WHITMAN,

1975a).

Na alimentação animal, sendo de boa palatabilidade e alto valor nutritivo, o guandu oferece diversas opções tais como pastagem consorciada, forragem verde ou feno, como componente de misturas na produção de silagem e sementes ricas em proteínas e sais minerais (WUTKE, 1987). No município de Bauru, SP, SCHAAFFHAUSEN (1981) obteve ganhos médios de peso de 540 gramas diários, utilizando um sistema misto de pastoreiro, capim e guandu em faixas alternadas, durante três meses de estiagem. Esse dado foi considerado de grande valor econômico.

LOVADINI et alii (1974), estudando a produção de massa verde de guandu através de 4 cortes espaçados de 5 meses, obtiveram 50 t/ha. Em ótimas condições, HERRERA & CROWDER (1963), obtiveram 14 t de matéria seca por hectare, com mais de 2000 kg/ha de proteína bruta, quando a planta foi colhida no estágio de maturação e com corte a 15 cm do solo. O mesmo HERRERA (1967) concluiu que o número de cortes bem como as produções totais aumentavam à medida que a altura de corte se elevava de 15 para 75 cm, e que não ocorria rebrota quando as plantas eram cortadas rente ao solo.

Outras formas de utilização de menor expressão econômica são:- como adubo verde, rico em nitrogênio, dada a sua boa capacidade de fixação, cerca

viva, quebra-ventos e sombreamento para outras culturas, e , principalmente na Índia, como lenha, devido a carência de combustíveis para produção de energia (MASCARENHAS, comunicação pessoal).

2.1.3. Aspectos Agronômicos

Em relação ao estabelecimento e germinação de sementes, AKINOLA & WHITMAN (1975a), obtiveram em testes de germinação taxas de 80 à 100%, em sementes com quatro anos de idade, não se constatando, portanto, dormência nessa espécie. Por outro lado, JABRUN et alii (1981), observaram forte influência da temperatura na germinação, na velocidade de germinação e na elongação radícula-hipocótilo de três genótipos de guandu, variando quanto ao tamanho de semente (7 a 24g/100 sementes) e quanto ao período de maturação (55 a 130 dias). Este mesmo autor obteve os índices de 85 a 95% de germinação, sendo que abaixo de 7 e acima de 43 graus Celsius não se observou germinação.

HUMPHREYS (1974), incluiu o guandu no grupo das leguminosas promiscuas, isto é, aquelas que nodulam com uma larga gama de estirpes de *Rhizobium*. A esta conclusão também chegaram pesquisadores do ICRISAT, que,

num de seus experimentos, inocularam 160 linhagens de *Rhizobium* numa variedade de guandu, selecionando ao final 10 linhagens altamente eficientes, com produção de N superior a 120% em relação às testemunhas (ICRISAT, 1976; 1977).

LOVADINI & MASCARENHAS (1974) observaram que, em condições de adequada umidade do solo, as sementes levaram de seis a dez dias para o início da germinação, sendo o crescimento inicial muito lento. GOODING (1962), também havia constatado esse crescimento inicial lento em guandu, chegando a afirmar que isso seria uma das limitações do seu uso pois iria necessitar constantes tratos culturais nesse período.

Embora já se tenha observado a existência de plantas absolutamente neutras em relação ao fotoperíodo (BOGDAN, 1977; TURNBULL et alii, 1981), a maioria das variedades de *Cajanus cajan* é sensível, tendo, o fotoperíodo, importante influência nos processos vegetativo e reprodutivo (WERNER, 1979).

AKINOLA & WHITMAN (1975a), observam que respostas vegetativas e reprodutivas têm sido consideradas em relação às épocas de semeadura. Em Queensland (Austrália) foram identificadas formas de dias curtos, neutros ou aproximadamente neutros e formas de fotoperíodo intermediário. Épocas de semeadura ótimas foram identificadas no período de fins de novembro a meados de

janeiro, para produção de sementes secas das variedades de maturação tardia, e, no mais tardar dezembro, para as variedades precoces e destinadas à colheita periódica das vagens verdes.

LOVADINI & MASCARENHAS (1974) realizaram um estudo para avaliar o efeito da época de plantio para o guandu em São Paulo e concluíram que, praticamente, não houve diferença para a época de florescimento daquelas semeadas em outubro, novembro e dezembro, enquanto que para aquelas plantadas em janeiro, fevereiro e março, as diferenças foram respectivamente de 16, 30 e 78 dias em relação àquelas que primeiro floresceram. Em relação à altura das plantas, as de outubro ficaram mais altas que as de março em grande desproporção, isto é, 3.26m e 1.10m respectivamente.

2.2. Origem, Evolução e Distribuição

A origem exata do guandu permanece controvertida, e sua história evolutiva tem sido estudada principalmente na Índia. OZA (1972), num trabalho acerca da origem do guandu escreve: "...que há maior diversidade de *Cajanus cajan* na Índia do que em qualquer outro lugar, o que por si só pesa muito sobre a provável origem da espécie

nesse país. Até mesmo um dos sinônimos do epíteto específico diz *indicus*. Pode ser que um dos principais grãos alimentícios usados e cultivados desde os tempos Védicos seja identificado pelo nome sânscrito ou popular *adhaki* atribuído à espécie em questão na antiga Flora Indu. Por essa razão, *C. cajan* foi relacionado no Formulário Ayurvédico como um medicamento de origem vegetal usado nas formulações e incluída na primeira edição deste".

PURSEGLOVE (1968) apresenta um interessante dado ao mencionar que sementes de *Cajanus cajan* teriam sido encontradas em tumbas egípcias datadas de 2400-2000 AC, sugerindo que tal espécie era cultivada por aqueles povos e de lá foi levada para a Índia, via Babilônia. De fato, AKINOLA & WHITMAN (1975a) em outros estudos indicaram que o guandu poderia ter-se originado na região compreendida entre o Egito e a África Oriental e depois ter-se espalhado particularmente na Índia e outras regiões subtropicais do mundo. Estes mesmos autores citam alguns relatos de Kraus em que esse autor usou *Cajanus indicus* como nome botânico para o guandu, sendo *Cajanus* derivado da palavra malaia *Katzen* e, *indicus*, de Índia, aparentemente sugerindo uma origem indiana ou asiática.

Em relação à origem evolutiva dessa espécie, já é aceito por muitos autores a grande afinidade entre os gêneros *Cajanus* e *Atylosia*, sendo que ambos estão

separados, botanicamente, pela presença ou não de sementes ariladas, sendo que as sementes do guandu não são ariladas (RAJU, 1981), e esta afinidade pode ser conferida pelo relativo sucesso em hibridações intergenéricas. Segundo REDDY et alii (1981), que já em 1973 desenvolvia análise citogenética do paquíteno entre híbridos desses dois gêneros, não se justifica que essas espécies estejam classificadas em gêneros diferentes, uma vez que obteve alta fertilidade de híbridos quando cruzou 7 espécies de *Atylosia* com 5 variedades de *Cajanus cajan*.

SHRIVASTAVA et alii (1973) desenvolveram um estudo comparativo de cariótipos (cariomorfologia) entre 15 variedades de guandu e a espécie *Atylosia lineata* Wight & Arn., e observaram variabilidade morfológica dos cromossomos das variedades co-específicas, como também maior semelhança de algumas variedades de *Cajanus* com *Atylosia lineata* do que entre as demais variedades da mesma espécie.

Através da técnica de eletroforese utilizando isozimas, DE (1974) e LADIZINSKY & HAMEL (1980) obtiveram bandas específicas muito semelhantes entre algumas espécies de *Atylosia* e de *Cajanus*, sugerindo que o fluxo gênico pode ser efetivo entre esses dois gêneros. A baixa solubilidade da proteína de *Atylosia* em comparação com *Cajanus* indica que a domesticação do guandu realmente aconteceu e por alguma razão a espécie adquiriu um melhor

valor nutricional, segundo LADIZINSKY & HAMEL (1980).

Mais recentemente, PUNDIR & SINGH (1985), em estudo biossistemático englobando análises morfofisiológicas e de eletroforese para proteína de sete espécies de *Atylosia*, uma de *Rynchosia* e de *Cajanus cajan*, revelaram que *A. cajanifolia* é mais aparentada com *Cajanus cajan*, seguida de *A. lineata*, *A. scarabaeoides*, *A. sericea*, *A. albicans*, *A. volubilis*, *A. platycarpa*, e *Rhynchosia rothii*, nessa ordem. Estes mesmos autores sugerem três alternativas para a evolução do guandu:

- _ Que a espécie *Cajanus cajan* teria surgido de uma mutação em *A. cajanifolia*;
- _ Que espécies de *Atylosia* e de *Cajanus* evoluíram de um ancestral comum e;
- _ Que a espécie *Cajanus cajan* desenvolveu-se a partir de um cruzamento natural entre duas espécies de *Atylosia*, *A. lineata* e *A. scarabaeoides*.

O guandu é amplamente cultivado nos trópicos do Velho e do Novo Mundo (Américas, Ilhas do Hawaii, Índias Ocidentais, Índia, África e Austrália). Na Índia é predominante em Uttar Pradesh, Madhya Pradesh, Bihar, Maharashtra, Andhra Pradesh e Tamil Nadu, adaptando-se bem em elevações de até 3000m, segundo THOTHATHRI & JAIN

(1981).

RAJU (1981) comenta que registros dessa cultura já foram encontrados nas Montanhas Szemao de Yunnan e Kwantung na China, nas montanhas de Java e Filipinas, Rio de Janeiro no Brasil, Vera Cruz no México, e em regiões da América Latina como Venezuela, Bolívia e Colômbia, indicando que a adaptação dessa espécie chega à médias de altitude de 2000m. A ocorrência dessa cultura nas margens do deserto de Nubian e em Arunachal Pradesh na Índia, indicam a tolerância dessa espécie às condições de precipitação que variam de 250 a 2500mm. O mesmo autor escreve que os padrões de distribuição e estabelecimento do guandu em várias regiões do mundo são significativos por duas razões: (1) para indicar as condições climáticas e tipos de solo para os quais o guandu é adaptado e como é a expressão fenotípica para os diferentes genótipos; e (2) para se conhecer métodos de seleção e de cultivo utilizados por grupos étnicos em relação à economia agrícola e tradições locais.

DE (1976) afirma que das 25 espécies conhecidas de *Atylosia*, 16 são amplamente distribuídas na Índia e concentradas nas regiões montanhosas de Ghats, apenas uma foi encontrada na Austrália e nenhuma na África.

PEDLEY (1981), numa revisão mais recente sobre a distribuição do gênero *Atylosia* na Austrália,

atribui como sendo de 10 o número de espécies desse gênero, sendo 9 delas endêmicas à várias regiões e estando quase todas ao norte (zona tropical) e que apenas três espécies se estendem, em curta distância, para a zona sub-tropical.

Segundo VAN DER MAESEN (1981), o guandu originou-se na Índia e, há mais de 4000 anos atrás, deslocou-se para África, desenvolvendo um centro de diversidade secundário na África Oriental. Da África a espécie voltou para a Índia Ocidental e esparramou-se pela América Tropical. A diversidade de espécies selvagens na Austrália deve ter ocorrido após a separação da Ásia e Austrália no pleioceno, final do período terciário.

2.3. Reprodução e Variabilidade

PRASAD et alii (1977), num estudo de biologia floral dessa espécie, observaram que a deiscência das anteras deu-se entre 11.00 da manhã e 2.30 da tarde, um dia antes da abertura da flor, estando o estigma receptivo 68 horas antes e 20 horas depois da deiscência das anteras. KAUL & SING (1967) relataram que os estigmas e as anteras estão situados na mesma altura permanecendo juntos e envolvidos pela pétala estandarte.

Embora a biologia floral do guandu

favoreça a autopolinização, híbridos são comumente produzidos, como resultado da visita de abelhas (BHATIA, 1981; MENESES, 1943). Segundo este último autor, os insetos, perfurando a carena à procura de nectar, trazem no corpo grãos de pólen maduros que o animal dissemina ao acaso para outras plantas.

PURSEGLOVE (1968) observou que a polinização ocorria preferencialmente antes da abertura da flor e dessa forma as flores seriam autofertilizadas. Porém, depois de abertas, as flores são visitadas por vários insetos, principalmente abelhas, que, aparentemente, provocam cruzamento entre as plantas. Este mesmo autor considera que a taxa de cruzamento natural está por volta de 20%, ocorrendo numa amplitude de variação de 5 à 40%.

VEERASWANY et alii (1973), estudando a polinização natural em *Cajanus cajan* através de marcadores genéticos, obtiveram a taxa média de 13,7% de polinização cruzada.

AKINOLA & WHITMAN (1975a) mencionam que a polinização por trips da espécie *Taeniothrips distalis* foi também observada, e que foram encontradas abelhas menores transferindo o pólen ao introduzirem suas cabeças e pernas, forçando a abertura das pétalas carenais. De maneira diferente, as pesadas abelhas *Megachile lanata* forçam para baixo essas pétalas e soltam o estame do qual elas colhem o pólen casualmente.

A taxa de cruzamento natural em qualquer espécie influi diretamente nos métodos de melhoramento a serem adotados. BHATIA et alii (1981) realizaram estudo para determinar a taxa de polinização natural em *Cajanus cajan*, em 4 localidades diferentes, utilizando a cor do caule como marcador genético. Os resultados obtidos foram 20.4; 27.0; 2.9; e 40.2% de cruzamento, sem considerar a taxa de cruzamento entre as plantas com o caráter recessivo. Os autores concluem que essa taxa de cruzamento é função do número de flores, do hábito de florescimento, da localização e ação dos insetos daquele habitat, da distância entre plantas, de barreiras culturais e outros fatores ambientais.

O ICRISAT (1979; 1980) documentou a existência de determinadas variedades que através de uma modificação floral favoreciam a cleistogamia. Tal modificação atrasava ou não permitia a abertura da flor, obrigando-a a uma autofecundação. Há também relatos do ICRISAT (1975; 1976; 1977), de que algumas variedades apresentavam características de macho esterilidade, sendo o pólen estéril ou ausente; e dessa forma implicando em cruzamento obrigatório.

Como era de se esperar, a grande plasticidade nas taxas de cruzamento natural, juntamente com a possibilidade de introgressão com ancestrais selvagens nas regiões de origem, possibilitou a geração de

grande variabilidade genética nessa espécie.

Há várias tentativas de se classificar essa variação. Kraus, na década de 20, citado por AKINOLA & WHITEMAN (1972) e por BOGDAN (1977), descreve duas variedades de grupos distintos em relação a alguns atributos:

_ Variedade Flavus: de maturação precoce, normalmente anual, tipo baixo, com estandarte amarelo e flores glabras, vagens de coloração brilhante contendo mais ou menos 3 sementes. O centro de origem seria o sul da Índia.

_ Variedade bicolor: de maturação tardia, porte alto, perene, com estandarte vermelho ou apenas o lado inferior, vagens não glabras contendo 4 a 6 sementes e muitas vezes com grande número de manchas castanhas. O centro de origem seria o norte da Índia.

AKINOLA & WHITEMAN (1972) classificaram 95 introduções de *Cajanus cajan*, provenientes de onze países, inclusive do Brasil, dentro de quinze grupos, com base em 31 atributos, como por exemplo o hábito de crescimento, padrão de florescimento e frutificação, coloração de flores, folhas e vagens, tolerância às doenças, produção de sementes e outros. A diversidade encontrada foi muito grande e o autor concluiu que tal classificação é muito útil para a utilização mais eficiente desta espécie.

WERNER (1979) cita uma classificação de Sharmor, em que o autor avalia 50 cultivares muito diferentes entre si de guandu, dentro de cinco grupos a seguir: a) alto compacto; b) alto aberto; c) altura média compacta; d) altura média aberta e; e) arbustivo anão.

Sharmor observa que cultivares de maturação precoce ou intermediária eram geralmente do grupo d e os de maturação tardia do grupo a; que as produções foram positivamente correlacionadas com plantas mais abertas, número de ramos secundários, capacidade efetiva de produção de vagem, número e comprimento de vagens.

SHRIVASTAVA et alii (1973) classificaram 273 linhagens de guandu em 3 classes de maturidade. Dessas, 34 foram precoces, 91 médio tardias e 148 tardias. Em cada uma dessas classes foram avaliadas várias características como altura e largura da planta,, comprimento e largura da vagem, ângulo dos ramos, número de sementes na vagem, produção por planta, percentagem de proteína na semente, tempo de cozimento e outras. Os resultados mostraram que, dentro de cada grupo de maturidade, houve grande variação para todas as características estudadas.

Outras evidências da variabilidade genética dessa espécie podem ser obtidas nos relatórios anuais do ICRISAT (1975; 1976; 1977; 1978; 1979; 1980; 1981), onde estão relacionadas diversas avaliações com respostas diferenciadas às distintas situações

experimentais como: condições de encharcamento do solo, condições de salinidade, inoculação de sementes com diferentes estirpes de *Rhizobium*, resistência diferencial à doenças provocadas por fungos de solo, à pragas de grãos, etc.

SINGH et alii (1978) analisaram a variabilidade genética de doze variedades de guandu de boas qualidades agronômicas durante o ano agrícola de 1975-76, e obtiveram estimativas de coeficientes de variação genética (CVg) que variaram de 6,8 para ângulo dos primeiros ramos até 105,0 para expansão da planta. Outros caracteres com elevados CVgs foram número de ramos secundários e tempo para atingir 75% de florescimento.

SHORAM (1983), num estudo semelhante com 100 genótipos para 8 caracteres quantitativos e em três ambientes diferentes, obteve valores elevados de variabilidade para todos os caracteres, exceto para número de sementes por vagem. Os maiores valores de CVg foram para número de vagens por planta e produção por planta.

Mais recentemente, WUTKE (1987), caracterizando fenologicamente e avaliando em termos agronômicos 110 genótipos de guandu, através de três experimentos nos quais analisou alguns atributos, como a época de florescimento e maturação, produção, época e altura de corte, produção de biomassa, hábito de

crescimento, etc., concluiu que os genótipos de guandu estudados apresentaram elevada variabilidade para características morfológicas, fenológicas e agronômicas.

2.4. Genética e Melhoramento da Espécie

A primeira instância, o que mais chama a atenção quando se defronta com o guandu, é a sua elevada variabilidade. Muitos estudos foram realizados no sentido de explorar e conhecer melhor a natureza dessa variabilidade e até mesmo de ampliá-la, através de mutações induzidas, utilização de macho esterilidade ou hibridação interespecífica, para fins de melhoramento.

WALLIS et alii (1981) obtiveram respostas diferenciadas para 37 linhagens de maturação precoce e de considerável valor agronômico. Estas linhagens foram classificadas em três grupos: precoce e insensível ao fotoperíodo, precoce normal e relativamente tardio (mais de 65 dias para florescimento). Como os próprios autores ressaltam, o guandu é uma cultura de longa estação e comumente sensível ao fotoperíodo. Foi importante, assim, obter respostas de insensibilidade ao fotoperíodo para materiais precoces, como uma boa opção para cultivo de curta estação e independentemente da

latitude e época do ano.

A produção de híbridos em guandu pode ser feita através da utilização da macho-esterilidade. REDDY et alii (1977; 1978) identificaram algumas formas e variações de macho-esterilidade. Numa forma, a flor, aparentemente normal, não apresentava pólen e tal caráter era controlado por um único gene, de tal forma que era facilmente transferido para outras linhagens de interesse. A mais interessante forma de macho-esterilidade foi caracterizada por anteras translúcidas causadas pela não separação das tétrades. WALLIS et alii (1981) identificaram uma nova forma de macho-esterilidade, onde exames citológicos revelaram que essa nova variação era devido à degeneração das células-mãe do grão de pólen no estágio inicial das tétrades. Os estudos, até aquele momento, da herança desse caráter, revelaram que era controlado por um único gene recessivo.

KAUL & SINGH (1967) induziram macho-esterilidade utilizando reguladores de crescimento em diferentes concentrações. Obtiveram acúmulo e não deiscência das anteras e exudação in situ dos grãos de pólen por rompimento do citoplasma quando da aplicação de 0.5 à 1.0% de hidrazina (FW-450). Os autores concluem que dessa maneira pode-se ter sucesso em cruzamentos, substituindo-se o processo de emasculação manual.

Considerando-se a produção de híbridos

férteis entre *Cajanus cajan* e o gênero *Atylosia*, pesquisadores têm buscado, nesse último gênero, atributos de importância agronômica para o guandu, como resistência à doenças e pragas e até mesmo a macho-esterilidade (ICRISAT, 1976; 1977; 1979; 1980). Outras características importantes foram notificadas por REDDY et alii (1981), que referiram-se a *A. sericea* e a *A. albicans* como ricas em proteínas e por AKINOLA & WHITMAN (1975a), que afirmam que *A. grandifolia* é tolerante à seca.

A caracterização ao nível molecular pelas técnicas de eletroforese assume o grande parentesco entre esses dois gêneros, corroborando a evidência prática já assumida por muitos autores de que tal hibridação é possível e de grande valor para o melhoramento dessa espécie (LADIZINSKY & HAMEL, 1979; DE, 1974; KRISHNA & REDDY, 1982).

Na América Latina e Caribe, o guandu é mais importante como alimento fresco, isto é, tanto seus grãos verdes no estágio de ervilha como sua forragem para alimentação de animais. JAIN et alii (1981) desenvolveram projeto para atender a produção de grãos verdes. Através de vários cruzamentos entre grupos precoces para produção de grãos e grupos tardios vegetativos, obtiveram grande variabilidade para tempo de maturidade e tamanho dos grãos, e procurando incorporar resistência ao mosaico da

esterilidade e murcha por *Fusarium*. Ao final, selecionaram cultivares com maturidade entre 120 e 200 dias e com peso de 100 sementes variando de 10 à 20g.

No estado de Maharashtra, Índia, apesar de ser uma das maiores culturas de grãos, o guandu é de baixa produtividade nas condições de baixa precipitação (400 à 500 Kg/Ha) e o melhoramento nesse estado visa identificar tipos precoces de alta produção, mais tolerantes à seca, com capacidade de consórcios com outras culturas, resistentes à doenças e pragas e de maior valor nutricional. Para atender esses objetivos, foram introduzidos diversos materiais com as características desejáveis isoladas e através de cruzamentos, muitas dessas características foram combinadas numa só variedade (THOMBRE & MADRAP, 1981).

JAIN et alii (1981) investigaram a eficiência de três métodos de melhoramento, ou seja, pedigree, seleção massal e retrocruzamento, buscando combinar sementes grandes com precocidade, uma vez que os tipos precoces apresentavam sementes pequenas. Através de dois cruzamentos, um tipo precoce como fêmea parental com dois tipos tardios de sementes grandes como macho, formou-se a população base para comparação dos três métodos. Primeiramente, nos três casos, praticou-se seleção para precocidade e dentre estas para tamanho da semente. Ao final, os métodos de pedigree e de seleção massal tiveram

melhores resultados que o de retrocruzamento para esses caracteres combinados.

Segundo REDDY et alii (1981), são poucos os estudos de dialélicos com essa espécie para estimar variância genética e habilidade combinatória de parentais, informações estas desejáveis para, numa rápida avaliação, determinar o potencial de um ecótipo ou variedade qualquer antes da avaliação individual da cultura. Estes autores realizaram três dialélicos, entre 1973 e 1977, sendo que nos três experimentos, a análise de variância mostrou significativos valores de quadrado médio tanto para capacidade geral de combinação como para capacidade específica de combinação, para a maioria dos caracteres estudados.

DAHIYA & BRAR (1977) também estudaram num dialélico de seis cultivares, quatro características importantes, concluindo que, embora a ação gênica aditiva fosse importante para a característica de florescimento, o componente de dominância foi maior, e que foi encontrado sobredominância para os seguintes caracteres: número de vagens, peso de 100 sementes e produção.

A maioria das variedades tradicionais tolerantes às condições de seca são de ciclo longo e esforços têm sido realizados para se reduzir esse tempo de maturidade na Índia. Com essa justificativa, SING et alii

(1983) realizaram estudo para conhecer as potencialidades de genótipos recomendados para produção de híbridos, antes de se partir para um programa massivo de melhoramento. Através de um dialélico entre três variedades de maturação precoce como fêmeas e oito variedades tardias com grande variabilidade como macho, os autores revelaram que tanto os componentes aditivos como os de dominância são importantes para os diversos caracteres, como também respostas de heterose para produção de grãos em alguns cruzamentos.

KHAN (1973), baseando-se no alto potencial de cruzamento natural para essa espécie, onde cita fontes que assumem valores acima de 48%, e no fato de que essa cultura tem sido tratada como de autofecundação nos programas de melhoramento de todo o mundo, propõe um novo programa mais adequado à própria natureza da cultura, iniciando pela formação de compostos, que têm a grande vantagem de permitir uma reserva de variabilidade, pré-requisito para um programa de melhoramento. O autor propõe, a partir desses compostos, três métodos de melhoramento de populações: seleção natural, seleção massal e seleção recorrente.

Alguns pesquisadores estudaram o controle genético de muitos caracteres dessa espécie. Segundo Krauss, numa citação de WERNER (1979), alguns caracteres segregam conforme as leis mendelianas: vermelho do vexilo das flores é dominante sobre o amarelo; sementes manchadas

ou pintadas dominam sobre sementes de uma só cor e vagens marrons ou manchadas são dominantes sobre unicoloridas ou ligeiramente tintas; vagens grandes e chatas, sobre vagens pequenas e redondas; sementes grandes, sobre sementes pequenas; vagens de quatro a cinco sementes, sobre as de três a quatro sementes; sementes redondas, ligeiramente achatadas, dominam sobre todas as outras diferentes formas, tais como esféricas, ovais, chatas, irregulares; flores e vagens axilares dominam sobre aquelas localizadas como inflorescência terminal. Em estatura, há uma tendência em direção à herança quantitativa, no que, cruzando-se variedades muito baixas com variedades muito altas, há tendência de obterem-se tipos altos, quase certamente mais altos que os pais e cruzando-se um tipo anual com um tipo perene, parece produzir formas perenes.

MENESES (1956), estudando a genética dessa espécie, conclui que perenidade, hábito ereto, inflorescência compacta, pétala vexilar vermelha, vagem escura ou marchetada de marrom e tegumento roxo-escuro das sementes eram, respectivamente, parcial ou completamente dominantes sobre plantas anuais, hábito espraído, inflorescência aberta, pétala vexilar amarela, vagem verde e tegumento branco da semente.

GUPTA et alii (1981) realizaram um estudo para determinar a herança do tamanho da semente e dos dias para florescimento em seis gerações de cruzamento

entre duas variedades, obtendo dominância parcial para precocidade e maior ação de genes aditivos para tamanho da semente. Ambos os caracteres foram considerados de herança simples.

A herança para resistência ao vírus do mosaico causador da esterilidade foi estudado por SINGH et alii (1983), através do cruzamento entre cinco variedades resistentes e três susceptíveis e os resultados indicaram parecer ser controlada por quatro genes independentes.

DAHIYA & BRAR (1977) estudaram a herança para conteúdo de proteína da semente e sua correlação com produção de grãos. Os autores concluíram que poucos genes, três ou quatro, controlavam o conteúdo de proteína, sendo que baixos teores eram parcialmente dominantes sobre altos, e que a produção de grãos e o conteúdo de proteína estavam negativamente correlacionados.

Segundo D'CRUZ & DEOKAR (1970), um único gene, designado Sbr, controla hábito espraçado de ramificação. Genes únicos, também, controlam a cor púrpura do caule (Pst), que é dominante sobre o verde; folhas lanceoladas longas (Llt), dominante sobre curtas; longos pecíolos (Lpt), dominante sobre curto; e a superfície amarela da pétala estandarte (Yvs), dominante sobre amarelo pálido. Dois genes, Gppd1 e Gppd2 controlam a cor

marrom marchetada da vagem, que é dominante sobre o verde, e Brsda e Brsdb tinham uma ação complementar na cor marrom-púrpura do tegumento da semente.

SAXENA & SHARMA (1981) relacionaram cinco características foliares, isto é, peso verde da folha, peso verde do folíolo, área foliar, comprimento do folíolo e peso específico da folha, correlacionando-as com produção de sementes, tamanho da semente e dias para o florescimento em 27 cultivares de *Cajanus cajan*. Os cultivares de longa duração tinham maior área foliar, maiores pesos de folha e maior comprimento de pecíolo que os cultivares precoces. O tamanho da semente foi positivamente correlacionado com todas as características foliares e exceto para peso verde do pecíolo, as demais características foram positivamente associadas com produção. Correlações positivas entre tamanho da semente e área foliar ao nível genotípico e fenotípico em guandu também foram observadas por SINGH et alii (1977). Entretanto, a área foliar e o número de folhas quando comparados ao nível individual não apresentaram correlação com a produção e, dessa forma, não podem ser tomados como critérios de seleção para aumento de produção, uma vez que o controle genético desse caráter é muito mais complexo.

MALIK et alii (1981) obtiveram coeficientes de correlação genotípica e fenotípica para 8 características, isto é, dias para maturidade, altura da

planta, hábito de ramificação, comprimento de ramos por planta, número de vagens por planta, número de sementes por vagem, peso de 100 sementes e produção de sementes, de 30 genótipos promissores de toda a Índia. Os resultados indicaram coeficientes de correlação genotípica mais altos que os correspondentes coeficientes fenotípicos para todas as características. A produção de sementes foi positiva e significativamente correlacionada com todas as variáveis investigadas. Resultados semelhantes foram obtidos por BEOHAR & NIGAM (1972); SINGH et alii (1972); KUMAR & HAQUE (1973) e; GUPTA et alii (1975).

TIWARI et alii (1978) também estudando correlações entre caracteres em guandu, obtiveram valores negativos de correlação para comprimento dos ramos em relação ao número de vagens por planta, produção de sementes e índice de colheita. Por outro lado, número e comprimento de ramos secundários foram positivamente correlacionados.

Parâmetros genéticos entre várias populações segregantes de guandu foram obtidos por AWATADE et alii (1980) para alguns caracteres como altura de planta, número de ramos secundários por planta, número de vagens por planta, peso de 100 sementes, produção por planta e dias para maturidade. O coeficiente de herdabilidade foi relativamente elevado para todos os

caracteres, variando de 40,0 à 95,5. Os coeficientes de variação genotípica e fenotípica foram bastante próximos, sendo que o primeiro deles apresentou os seguintes valores, respectivamente: 16,84; 31,23; 27,90; 20,51; 27,75 e 8,96.

SHORAM (1983), argumentando que tais parâmetros para diferentes caracteres de importância agronômica, além de serem muito limitados para essa espécie, são de fundamental importância para os melhoristas, estimou esses parâmetros para oito características e em cinco ambientes diferentes. As estimativas desses parâmetros foram elevadas para os três ambientes. Para o caráter produção por planta, a herdabilidade variou de 82,11 à 98,67% em ambientes diferentes, e o coeficiente de variação genotípica variou de 26,52 à 55,75. Os parâmetros do caráter dias para florescimento foram os que menos variaram de um ambiente para outro. Os menores valores encontrados foram para o caráter número de sementes por vagem e os maiores para produção de sementes por planta e dias para maturidade.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

O presente trabalho foi conduzido na Estação Experimental do Anhembi, pertencente ao Instituto de Genética da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", município de Piracicaba, SP, situada a 22 42' de latitude sul, 47 38' de longitude oeste e a uma altitude de 540m. De um modo geral, o clima da região se caracteriza pela existência de uma estação quente e úmida (outubro à abril), e outra fria e seca (maio à setembro).

O solo no local do ensaio, caracteriza-se por apresentar textura arenosa, com baixo pH e alta concentração de alumínio.

O material para estudo foi composto de 20 procedências de sementes de guandu. Dessas, 13 eram brasileiras, isto é, de ocorrência espontânea no país, e 7 introduzidas mais recentemente. Estas procedências representam diferentes locais de coleta e procuram refletir, para cada local, as diferenças quanto à cor, tamanho e forma das sementes, na tentativa de se trabalhar com material o mais diversificado possível, uma vez que existem pouquíssimas informações sobre essas sementes, o

que é comum no Brasil para essa espécie. As informações existentes limitavam-se apenas às seguintes: 1) o material procedente de Piracicaba fazia parte de uma coleção de campo do Departamento de Agricultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", estando em cultivo durante três anos aproximadamente; 2) as demais procedências, com exceção das procedências 13 e 14, vieram da coleção da Fundação Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR); 3) as procedências 13 e 14 foram introduzidas no Brasil através da EMBRAPA (CNPQ), onde foram avaliadas em campo, juntamente com material que aqui chamamos de brasileiro.

Cada uma dessas 20 procedências foi considerado um tratamento. A ordem, bem como os locais de origem dessas procedências, são as seguintes:

Número do Tratamento	Local de coleta
1	Londrina (PR)
2	América Central
3	Índia
4	Índia
5	Índia
6	Pernambuco
7	São Roque (SP)
8	Colômbia
9	Alagoas

10	Nordeste Brasileiro
11	Local desconhecido
12	Local desconhecido
13	India
14	India
15	Piracicaba (SP)
16	Piracicaba (SP)
17	Piracicaba (SP)
18	Piracicaba (SP)
19	Piracicaba (SP)
20	Piracicaba (SP)

3.2. Métodos

3.2.1. Instalação do experimento

O plantio das sementes foi realizado nos dias 12 e 13 de dezembro de 1986.

O delineamento experimental adotado no ensaio foi o de blocos casualizados, com seis repetições e vinte tratamentos (procedências).

Cada tratamento foi representado por parcelas contendo quatro plantas, espaçadas de 2,0m uma da outra. Dessa forma, o ensaio continha 480 plantas. Em toda a volta havia uma bordadura, no mesmo espaçamento,

totalizando 588 plantas.

Duas plantas de cada parcela foram submetidas a corte, com a finalidade de se avaliar a produção de forragem. As outras duas plantas restantes foram mantidas sem corte durante todo o experimento, e forneceram os dados dos caracteres avaliados durante as diversas fases do ciclo de vida da espécie.

3.2.2. Caracteres avaliados nas plantas que não foram submetidas ao corte

Das 24 plantas de cada tratamento, 12 plantas, isto é, 2 plantas por parcela e nas posições 2 e 3, que não foram cortadas, forneceram os seguintes dados:

1- Cor da pétala estandarte

A avaliação deste caráter foi feita com base na superfície dorsal das pétalas estandarte de cada planta, considerando-se as seguintes cores e seus respectivos códigos:

- E1 amarela uniforme;
- E2 amarela com poucas estrias vermelhas;
- E3 amarela com estrias vermelhas bem nitidas;
- E4 amarela com cor púrpura na base da pétala

estandarte;

- E5 púrpura estriada;
- E6 púrpura uniforme e;
- E7 sanguínea.

2- Cor do tegumento da semente

Para este caráter consideraram-se as seguintes cores:

- T1 bege com pintas marrons;
- T2 bege com pintas púrpuras;
- T3 bege com pintas pretas;
- T4 marrom uniforme;
- T5 marrom claro mosqueado de marrom escuro;
- T6 vinho uniforme e;
- T7 preta uniforme.

3- Cor da vagem verde

Para este caráter consideraram-se as seguintes cores:

- V1 verde uniforme;
- V2 verde com poucas estrias marrons;
- V3 verde com acentuadas estrias marrons;
- V4 verde com pontuações marrons e;
- V5 mais de 80% da vagem marrom.

4- Forma da semente

Para avaliar este caráter atribuíram-se as formas:

- F1 esférica;
- F2 achatada e;
- F3 reniforme.

5- Número de lojas (séptos) da vagem, comprimento e largura da vagem

Para os três caracteres acima foram avaliadas 4 vagens de cada planta, realizando-se, portanto, 48 medições para cada caráter.

6- Peso de 100 sementes

Para obtenção desse caráter foram pesadas 100 sementes de cada planta, tomadas aleatoriamente.

7- Número de ramos primários

Esta contagem foi efetuada quando cerca de 90% das plantas estavam ou já tinham acabado o estágio

de florescimento.

8- Altura e largura da planta

Essas duas medições acima foram tomadas quando 50% das plantas tinham iniciado o florescimento. A altura foi medida com régua graduada em centímetros, compreendendo a distância da superfície do solo até a gema terminal da planta. A largura foi obtida através da média de duas medições transversais, tomando-se os extremos da folhagem em cada uma delas.

9- Ângulo dos primeiros ramos primários

Essa medida foi tomada quando as plantas estavam em fase reprodutiva. Através de um transferidor e tomando-se o eixo do caule da planta como ângulo zero, o instrumento era lido na altura mediana da planta e no sentido horário.

10- Início de formação de botões florais e de vagens

Esses dados foram tomados pela contagem de dias a partir da semeadura até o início de formação dos primeiros botões florais e vagens.

11- Grau de persistência das folhas

Este caráter foi tomado no mês de julho, quando as plantas perderam parte das folhas, através de notas que variaram de 1 a 4. Para aquelas plantas com menos folhas deu-se notas mais baixas, e, para aquelas com maior persistência de folhas, assumiu-se as maiores notas.

12- Produção de grãos por procedência

Os dados de produção de grãos foram obtidos periodicamente e de cada planta. As vagens já maduras (secas), eram coletadas, beneficiadas e pesadas, sendo o peso expresso por total de procedência. Ao final obteve-se, para cada procedência, a curva de produção durante o primeiro ciclo da cultura.

13- Percentagem de vagens perfuradas por *Heliothis zea*

Esse caráter não fazia parte dos objetivos iniciais propostos para o experimento. Durante alguns meses, porém, houve considerável ataque de lagartas, remanescentes de culturas de milho próximas, tendo sido considerado conveniente avaliar o nível de dano. Em cada

coleta, vinte vagens eram tomadas ao acaso de cada planta, anotando-se o percentual de vagens perfuradas pelas lagartas, não se considerando o nível de dano dentro de cada vagem.

3.2.3. Análise Estatística dos Dados

Os caracteres estudados foram submetidos a dois tipos de tratamentos estatísticos. O primeiro deles foi uma análise de variância simples, univariada, que permitiu detectar diferenças entre as procedências para cada caráter estudado, bem como obter alguns parâmetros genéticos. O segundo foi uma análise do tipo multivariada, com a finalidade de discriminar plantas individuais dentro de cada procedência e procedências entre si, como também diferenciar grupos de procedências com características semelhantes, considerando-se os caracteres estudados conjuntamente.

a. Análises univariadas

Estas análises obedeceram, inicialmente, ao delineamento em blocos ao acaso, para os seguintes

caracteres: altura da planta, largura da planta, número de ramos primários, início de formação dos botões florais, início de formação das vagens, persistência das folhas, peso verde de rebrota, comprimento de vagem, largura de vagem, número de lojas na vagem, ângulo dos primeiros ramos primários e peso de 100 sementes. Esta análise foi baseada em dados individuais de duas plantas por parcela. As esperanças matemáticas dos quadrados médios equivalem àquelas do modelo matemático misto (STEEL & TORRIE, 1960). Tal análise baseou-se no seguinte modelo matemático:

$$Y_{ij} = m + p_i + b_j + e_{ij}$$

onde:

Y_{ij} = representa uma observação fenotípica, na procedência i e na repetição j ;

m = média geral do caráter;

p_i = efeito genético da procedência i , com $i = 1, 2, \dots, p$ (procedências). Este efeito é considerado fixo;

b_j = efeito ambiental da repetição j , com $j = 1, 2, \dots, R$ (repetições). Este efeito foi considerado aleatório;

e_{ij} = erro experimental da parcela contendo plantas da procedência i , na repetição j . Efeito aleatório.

O esquema dessa análise é apresentado na

Tabela 1:

Tabela 1. Esquema da análise de variância.

Fontes de variação	GL	QM	E (QM)
Repetições	(R-1)	Q3	$\sigma_e^2 + p \sigma^2_r$
Procedências	(P-1)	Q2	$\sigma_e^2 + R V_p$
Erro	(R-1)(P-1)	Q1	σ_e^2
TOTAL	PR-1		

sendo:

V_p = componente quadrático devido às diferenças genéticas entre procedências;

σ^2_r = variância ambiental entre repetições;

σ_e^2 = variância do erro experimental entre plantas.

Posteriormente, e não havendo significância para o efeito bloco, o experimento foi analisado segundo um modelo de classificação hierárquica do tipo inteiramente casualizado. Esta análise segue o modelo matemático abaixo:

$$Y_{ij} = m + p_i + e(ij),$$

sendo e a variância do erro experimental, que inclui a variância dentro dos tratamentos.

O esquema desta análise está representado na Tabela 2.

Tabela 2. Esquema da análise de variância.

Fontes de variação	GL	QM	E (QM)
Procedência	p-1	QM _p (Q2)	$\sigma^2 + R V_p$
Plantas/procedência	p (pl-1)	QM _{pl/p} (Q1)	σ^2
TOTAL	p pl - 1		

onde:

V_p = componente quadrático devido às diferenças genéticas entre procedências

σ^2 = variância do erro experimental entre plantas dentro de procedência.

A partir da análise de variância de cada caráter, os componentes da variância foram estimados da seguinte maneira:

$$V_p = \frac{Q2 - Q1}{R}$$

$$\sigma_e^2 = Q1$$

Foram também determinados os coeficientes de correlação entre caracteres através da expressão:

$$r_{xy} = \frac{COV_{xy}}{\sigma_x \cdot \sigma_y}$$

onde:

r_{xy} = coeficiente de correlação fenotípico de K.Pearson e A. Lee (SNEDECOR E COCHRAN, 1972), entre os caracteres x e y , com base em médias de 12 plantas de cada procedência;

COV_{xy} = covariância fenotípica entre os caracteres x e y ;

σ_x e σ_y = desvios padrão fenotípicos para os caracteres x e y , respectivamente.

Com relação aos coeficientes de variação, foram feitas as seguintes determinações:

$$CV\% = \frac{s}{x} \cdot 100$$

$$CVg\% = \frac{sp}{x} \cdot 100$$

$$I' = \frac{CVg\%}{CV\%}$$

onde:

$CV\%$ = coeficiente de variação experimental;

$CVg\%$ = coeficiente de variação genético entre as 20 procedências estudadas;

s = QM erro = desvio padrão ambiental;

$sp = Vp$ = desvio padrão genético entre procedências;

$\bar{x}$ = média geral do caráter;

I' = índice que indica a variabilidade genética de um caráter, em função da variabilidade ambiental (VENCOVSKY, 1978).

Também estimou-se o coeficiente de determinação genotípico (b) para os caracteres estudados. Este coeficiente é dado pela expressão:

$$b = \frac{\hat{V}_p}{\hat{\sigma}^2_F}$$

De maneira semelhante ao coeficiente de herdabilidade, o coeficiente b mede a proporção da variância fenotípica total que é de natureza genética, diferindo-se daquele devido as procedências apresentarem um efeito fixo, segundo o modelo de análise adotado (CESNICK, 1972).

O coeficiente b varia de 0 à 1, sendo nulo quando a variação entre médias de procedências for somente de natureza ambiental e, 1, quando essa mesma variação for somente de origem genética (MARTINS & VELLO, 1980).

b. Análise Multivariada

Para essa análise foram utilizados dois programas do S.A.S. (Statistical Analysis System, 1987). O primeiro deles, PRINCOMP, realizou a análise de componentes principais, onde foi possível discriminar graficamente (1) plantas dentro de procedências e (2) médias de procedências, considerando-se os caracteres altura e largura da planta, número de ramos primários, ângulo dos primeiros ramos primários, início de formação dos primeiros botões florais e vagens, grau de persistência das folhas, peso verde de rebrota, comprimento e largura de vagem, número de lojas na vagem e peso de 100 sementes, para o primeiro caso e, além desses, os caracteres produção de sementes por procedência e percentagem de vagens perfuradas.

O segundo programa utilizado, CLUSTER, permitiu, através de classificação hierárquica, formar grupos de procedências de características agronômicas semelhantes, considerando-se os mesmos caracteres acima descritos.

4- RESULTADOS E DISCUSSAO

4.1. Variabilidade dos caracteres fenológicos e morfológicos

Conforme a Tabela 3, que relaciona a média e o coeficiente de variação, para todos os caracteres estudados das diferentes procedências, há grande variabilidade para todos eles. Observa-se também que uma determinada procedência não é, consistentemente mais variável ou menos variável que outra, isto é, o coeficiente de variação pode ser elevado para uma característica, porém reduzido para outra, dentro da mesma procedência. Por exemplo, a procedência 8 apresenta um coeficiente de variação de 27,1% para largura de vagem, sendo a procedência que apresenta maior variabilidade para esta característica, e, por outro lado, apresenta um coeficiente de variação de apenas 7,8% para número de lojas por vagem, sendo uma das menos variáveis procedências para esta característica.

Observa-se também (Tabela 3), que a

Tabela 3. Médias ($\bar{X}$) e coeficientes de variação (CV) dos caracteres peso de 100 sementes (Pl00), largura de planta (LAPL), altura de planta (ALPL), ângulo dos primeiros ramos primários (ARPR), largura de vagem (LAVA), comprimento de vagem (COVA), número de lojas na vagem (NLVA), início de formação de botões florais (INBF), início de formação de vagem (INVA), número de ramos primários (NRPR) e grau de persistência de folhas (GPFO), em Cajanus cajan. Os números entre parênteses referem-se às procedências.

Pl00 (gr)		LAPL (cm)		ALPL (cm)		ARPR		LAVA (mm)		COVA (mm)	
$\bar{X}$	CV%	$\bar{X}$	CV%	$\bar{X}$	CV%	$\bar{X}$	CV%	$\bar{X}$	CV%	$\bar{X}$	CV%
17,3 (9)	38,2 (13)	183,3 (11)	67,4 (8)	238,6 (11)	36,0 (8)	48,7 (18)	22,3 (9)	12,4 (9)	27,1 (8)	86,8 (18)	31,7 (14)
17,0 (20)	37,1 (8)	177,5 (17)	60,8 (19)	231,1 (18)	32,2 (2)	47,7 (15)	21,3 (43)	12,3 (20)	25,3 (14)	84,1 (17)	30,7 (7)
16,7 (15)	32,7 (14)	174,3 (15)	52,1 (12)	230,3 (16)	30,5 (13)	45,6 (20)	19,0 (1)	12,2 (18)	24,5 (13)	82,6 (10)	24,3 (13)
15,5 (19)	27,9 (7)	172,1 (9)	48,2 (2)	229,2 (9)	29,3 (12)	45,4 (19)	17,7 (14)	11,9 (11)	20,6 (7)	80,5 (20)	18,3 (8)
15,3 (16)	23,8 (2)	171,2 (10)	42,2 (18)	228,6 (10)	29,1 (19)	45,2 (17)	17,7 (18)	11,4 (15)	19,5 (2)	79,7 (19)	17,1 (12)
15,3 (11)	20,6 (4)	166,7 (20)	40,7 (5)	225,3 (20)	28,5 (14)	44,2 (1)	16,8 (19)	11,3 (16)	15,8 (12)	79,4 (9)	16,2 (2)
15,2 (18)	20,2 (5)	159,7 (4)	38,6 (13)	217,2 (17)	27,4 (1)	42,8 (8)	15,5 (20)	11,2 (17)	14,3 (1)	74,1 (15)	15,3 (10)
15,1 (7)	16,5 (6)	158,6 (16)	36,8 (3)	207,4 (15)	26,0 (7)	42,6 (7)	14,2 (2)	11,2 (6)	13,4 (18)	72,7 (16)	15,0 (18)
14,7 (1)	16,3 (19)	156,0 (3)	35,5 (11)	201,5 (7)	24,8 (5)	42,6 (9)	14,0 (16)	11,0 (1)	13,0 (10)	71,4 (7)	14,8 (3)
14,7 (17)	14,4 (1)	153,8 (18)	34,7 (14)	197,2 (19)	23,0 (3)	42,5 (11)	13,9 (11)	10,8 (19)	12,7 (4)	70,6 (11)	14,1 (16)
14,5 (3)	14,2 (10)	142,1 (7)	33,9 (6)	194,2 (3)	20,6 (18)	42,3 (5)	13,8 (4)	10,6 (10)	12,6 (6)	69,4 (3)	13,7 (9)
14,3 (6)	13,8 (9)	141,0 (14)	33,2 (1)	190,2 (6)	20,1 (6)	41,7 (4)	12,9 (6)	10,1 (12)	10,8 (15)	69,2 (12)	13,6 (6)
13,9 (10)	13,1 (20)	140,3 (1)	31,7 (20)	173,7 (4)	19,1 (11)	41,3 (10)	11,6 (8)	10,1 (2)	10,5 (17)	66,3 (6)	12,1 (20)
13,4 (2)	12,4 (3)	130,7 (19)	29,6 (7)	171,2 (14)	18,8 (9)	41,0 (12)	10,7 (12)	10,1 (3)	9,9 (9)	65,3 (1)	11,2 (11)
13,3 (12)	11,7 (12)	127,7 (6)	28,9 (9)	167,7 (2)	15,8 (15)	40,9 (2)	9,9 (13)	9,2 (7)	8,7 (16)	59,1 (2)	10,0 (1)
12,0 (14)	11,1 (11)	116,9 (2)	27,1 (15)	165,2 (13)	15,5 (4)	40,6 (13)	9,8 (5)	7,8 (14)	8,1 (3)	58,5 (14)	9,9 (17)
10,9 (8)	10,0 (18)	111,7 (8)	23,9 (10)	163,6 (1)	14,4 (10)	40,5 (16)	8,5 (10)	7,5 (13)	7,5 (19)	55,4 (5)	8,6 (19)
10,6 (4)	9,4 (16)	106,1 (13)	21,9 (16)	154,0 (12)	13,5 (17)	39,7 (6)	8,2 (17)	7,2 (8)	6,8 (5)	55,3 (13)	8,2 (5)
10,5 (5)	8,7 (17)	98,2 (12)	21,4 (4)	144,6 (8)	11,6 (16)	39,6 (14)	7,2 (7)	7,2 (5)	6,8 (11)	49,0 (8)	7,5 (4)
9,9 (13)	7,4 (15)	59,2 (5)	21,0 (17)	98,6 (5)	11,1 (20)	38,3 (3)	6,2 (15)	7,2 (4)	3,7 (20)	48,1 (4)	6,0 (15)

Tabela 3. (continuação) - Média ($\bar{X}$) e coeficientes de variação (CV) dos caracteres peso de 100 sementes (Pl00), largura de plan-
ta (LAPL), altura de planta (ALPL), ângulo dos primeiros ramos primários (ARPR), largura de vagem (LAVA), comprimento
de vagem (COVA), número de lojas na vagem (NLVA), início de formação de botões florais (INBF), início de formação de
vagem (INVA), número de ramos primários (NRPR) e grau de persistência de folhas (GPFO), em Cajanus cajan. Os números
entre parênteses referem-se às procedências.

NLVA		INBF (dias)		INVA (dias)		NRPR		GPFO1/	
$\bar{X}$	CV%	$\bar{X}$	CV%	$\bar{X}$	CV%	$\bar{X}$	CV%	$\bar{X}$	CV%
5,6 (18)	24,0 (8)	154 (18)	27,1 (7)	199 (13)	20,9 (2)	16,5 (11)	43,7 (12)	3,1 (7)	43,7 (8)
5,5 (20)	22,6 (14)	150 (11)	24,2 (1)	184 (10)	18,7 (5)	16,1 (9)	40,4 (19)	2,7 (4)	36,5 (16)
5,4 (17)	15,0 (13)	148 (19)	22,1 (15)	183 (2)	18,5 (16)	15,8 (7)	38,6 (1)	2,7 (9)	36,5 (13)
5,2 (19)	17,0 (7)	145 (10)	19,4 (19)	182 (5)	16,7 (8)	15,7 (10)	36,5 (6)	2,7 (11)	35,6 (17)
5,0 (16)	15,1 (2)	141 (17)	16,7 (9)	180 (16)	16,0 (17)	15,2 (14)	36,5 (8)	2,6 (14)	33,3 (20)
4,9 (11)	15,0 (12)	140 (20)	15,5 (8)	178 (9)	15,1 (13)	15,0 (4)	34,3 (3)	2,5 (10)	33,3 (5)
4,7 (9)	14,9 (1)	136 (15)	15,5 (18)	174 (20)	14,7 (9)	14,7 (16)	34,2 (18)	2,4 (1)	32,0 (19)
4,6 (15)	13,9 (18)	128 (7)	14,8 (11)	160 (18)	14,2 (7)	14,2 (3)	32,8 (2)	2,4 (3)	32,0 (1)
4,3 (3)	13,5 (10)	124 (12)	14,6 (17)	160 (15)	13,9 (3)	13,9 (17)	32,5 (11)	2,4 (17)	30,5 (10)
4,2 (7)	12,4 (4)	123 (16)	13,6 (16)	153 (6)	13,6 (11)	13,8 (15)	32,1 (13)	2,3 (19)	29,4 (14)
4,2 (12)	12,1 (6)	121 (9)	13,5 (2)	144 (7)	13,4 (20)	13,5 (2)	32,0 (15)	2,2 (18)	28,9 (12)
4,1 (1)	11,6 (15)	118 (2)	13,2 (13)	143 (11)	12,7 (18)	12,9 (13)	27,8 (14)	2,2 (15)	27,5 (9)
4,1 (2)	11,4 (17)	118 (3)	12,6 (10)	141 (17)	11,1 (15)	12,8 (18)	27,4 (20)	2,2 (6)	26,4 (3)
3,9 (6)	11,0 (9)	113 (1)	11,8 (3)	134 (3)	9,4 (6)	12,7 (20)	26,7 (5)	2,1 (13)	26,4 (15)
3,9 (10)	10,5 (16)	109 (14)	11,3 (6)	131 (14)	9,3 (12)	12,0 (8)	24,2 (17)	2,1 (16)	26,4 (18)
3,9 (13)	10,0 (3)	108 (6)	11,1 (14)	129 (12)	9,3 (14)	12,0 (6)	23,7 (4)	2,0 (12)	26,2 (4)
3,9 (5)	8,5 (19)	103 (4)	10,8 (20)	125 (4)	9,1 (10)	11,9 (19)	20,0 (7)	1,9 (2)	25,7 (2)
3,8 (14)	8,0 (5)	97 (8)	10,4 (12)	117 (8)	7,2 (1)	11,8 (12)	18,7 (16)	1,9 (20)	25,5 (6)
3,6 (8)	7,8 (11)	94 (13)	9,7 (5)	114 (19)	6,7 (19)	10,9 (1)	17,5 (10)	1,9 (8)	22,6 (11)
3,2 (4)	6,7 (20)	86 (5)	5,6 (4)	112 (1)	5,2 (4)	9,5 (5)	15,8 (9)	1,5 (5)	16,0 (7)

1/ Notas de 1 a 4, sendo 1 para maior e 4 para menor perda de folhas.

variação dentro das procedências foi maior para os caracteres largura de planta (LAPL), número de ramos primários (NRPR), grau de persistência de folhas (GPFO), peso de 100 sementes (P100) e altura de planta (ALPL), e menor para os caracteres início de formação de vagens (INVA), ângulo dos primeiros ramos primários (ARPR), número de lojas na vagem (NLVA), início de formação de botões florais (INBF) e largura de vagem (LAVA). O caráter largura de planta (LAPL) apresentou a maior amplitude de variação dentro das procedências, sendo a diferença do maior coeficiente de variação em relação ao menor, de 46,4%. A amplitude de variação foi menor para os caracteres início de formação de vagens (INVA) e ângulo dos primeiros ramos primários (ARPR), observando-se diferenças de 15,7 e 16,1%, respectivamente. Os coeficientes de variação total de cada caráter (Tabela 8), confirmam esses dados.

Algumas procedências apresentaram reduzidos coeficientes de variação para determinados caracteres, como a procedência 8 para o caráter altura da planta (ALPL), a procedência 12 para o caráter início de formação de botões florais (INBF) e a procedência 19 para o caráter início de formação de vagens (INVA), Tabela 3. Entretanto, como se verifica na Tabela 4, essas mesmas procedências apresentaram valores elevados para a média, desvio padrão e amplitude de variação dos coeficientes de variação de todos os caracteres estudados. Portanto, as

procedências 8, 12 e 19, apresentam elevado nível de variabilidade quando se consideram todos os caracteres conjuntamente.

Na Tabela 4, observa-se que, em geral, as procedências de maior variação total são as introduzidas, e as de menor variação, com exceção da procedência 4, são brasileiras, principalmente originárias de Piracicaba. No entanto, esperava-se o contrário, isto é, que as procedências introduzidas no Brasil, como variedades, há menos de uma década (procedências 2, 3, 4, 5, 8, 13 e 14), apresentassem menor variação total que as brasileiras, uma vez que estas últimas não foram alteradas por processos de melhoramento, estando submetidas principalmente às pressões de seleção natural, enquanto as introduzidas passaram por processos de melhoramento, e, conseqüentemente, poderiam apresentar estreitamento da base genética.

Embora não se tenha registros detalhados aqui no Brasil das procedências introduzidas, sabe-se que foram submetidas a ensaios de avaliação em diversas instituições de pesquisa do país, conduzidos juntamente com materiais brasileiros. Dessa forma, considerando-se que procedências introduzidas e brasileiras apresentem estruturas genéticas diferentes, ao se cruzarem, produziriam descendentes com alto grau de variabilidade

Tabela 4. Desvio padrão, média e valores de máximo e mínimo dos coeficientes de variação dos caracteres peso de 100 sementes, altura e largura de planta, ângulo dos primeiros ramos primários, largura e comprimento de vagem, número de lojas na vagem, início de formação de botões florais e de vagens, número de ramos primários e grau de persistência de folhas, para 20 procedências de *Cajanus cajan*.

Procedência	σ	$\bar{x}$	máximo	mínimo
19	16,14	22,4	60,8	6,7
8	15,43	30,3	67,4	11,6
12	13,88	22,2	52,1	9,9
5	10,98	18,8	40,7	6,8
13	10,30	25,3	39,6	9,3
2	10,01	23,8	48,2	13,5
1	9,86	21,4	38,6	7,2
18	9,63	20,1	42,2	10,0
20	9,51	16,2	33,3	3,7
3	9,36	19,3	36,8	8,1
11	9,05	17,7	35,5	9,3
6	8,96	19,5	36,5	9,4
15	8,87	16,0	32,0	6,0
14	8,17	24,6	32,7	9,3
17	7,90	21,2	35,6	8,2
16	7,56	16,1	36,5	8,7
7	7,10	21,5	30,7	7,2
4	6,93	15,0	26,2	5,2
10	6,11	15,7	30,5	8,5
9	5,99	17,5	28,9	9,9

para alguns caracteres. Por outro lado, as procedências de menor variação total, isto é, com as menores médias, menores desvios padrão e menores amplitudes de variação para os coeficientes de variação de todos os caracteres em conjunto (Tabela 4), são basicamente materiais brasileiros, que possivelmente não sofreram introgressão com variedades introduzidas, trocando genes principalmente entre si, apresentando base genética mais estreita para os caracteres avaliados.

A alta variabilidade geral, observada tanto entre como dentro das procedências, deve ser consequência do modo de reprodução do guandu, que é extremamente flexível, apresentando taxas de cruzamento natural de 5 a 50%, variando tanto em relação a locais como épocas (PURSEGLOVE, 1968). É interessante ressaltar que as possibilidades de intenso fluxo gênico entre variedades ou cultivares de *Cajanus cajan*, estão associadas aos sistemas primitivos de cultivo da espécie em áreas tropicais e subtropicais, onde os agricultores mantêm grande diversidade, sem nenhuma preocupação de isolamento. Além disso, em diversas regiões de origem, o guandu ocorre simpatricamente com seus ancestrais selvagens, inclusive do gênero *Atylosia* (DE, 1976; REDDY, 1981), o que facilita o fluxo gênico entre eles e consequentemente hibridação introgressiva, amplificando a variabilidade da espécie.

A Tabela 5 apresenta, para cada caráter

Tabela 5. Médias aritméticas e valores máximo e mínimo individuais obtidos para os caracteres altura de planta (ALPL), número de ramos primários (NRPR), comprimento de vagem (COVA), largura de vagem (LAVA), número de lojas na vagem (NLVA), peso de 100 sementes (P100), largura de planta (LAPL), ângulo dos primeiros ramos primários (ARPR), início de formação de botões florais (INBF) e início de formação de vagem (INVA), em 20 procedências de feijão guandu.

Variável	Média	Mínimo	Máximo
ALPL (cm)	190,7	75,0 (5) ^{2/}	310,0 (9)
NRPR	13,6	6 (5,6,12,14)	25,0 (11)
COVA (mm)	68,9	41,0 (8)	102,0 (17)
LAVA (mm)	10,1	5,1 (14)	14,8 (10)
NLVA ^{1/}	4,5	2,7 (4)	16,7 (10,18,20)
P100 (gr)	14,0	6,1 (5)	23,2 (20)
LAPL (cm)	141,4	30,0 (14)	275,0 (20)
ARPR (rd)	42,6	27,0 (6)	62,0 (18)
INBF (dias)	123,1	71 (5,13)	201 (18,19)
INVA (dias)	152,3	84 (5)	238 (18)

1/ A variável número de lojas na vagem (NLVA) corresponde à média aritmética de quatro vagens avaliadas em cada planta.

2/ Os números entre parênteses correspondem às procedências que apresentaram os respectivos valores de máximo e de mínimo para cada caráter.

analisado, a média e os respectivos valores máximo e mínimo, para as 20 procedências estudadas. Observa-se que, quase todos os valores mínimos, com exceção das variáveis largura de planta (LAPL) e ângulo dos primeiros ramos primários (ARPR), correspondem às procedências introduzidas, tanto da Índia como de outros países sul-americanos, enquanto os valores máximos correspondem aos materiais brasileiros.

Conforme AKINOLA & WHITMAN (1975 a), principalmente na Índia, o melhoramento do guandu tem como objetivo a obtenção de grãos para alimentação humana, utilizando-se sementes pequenas e secas para produção de farinha. O tipo de planta que apresenta sementes com essas características é de porte baixo e de maturação precoce. Embora as procedências indianas introduzidas também apresentassem variação, elas ainda mantêm características de material melhorado para esta finalidade, constituindo-se, portanto, em fonte de germoplasma para futuros trabalhos de melhoramento objetivando material precoce e de porte baixo.

Por outro lado, o material brasileiro, que apresenta os valores máximos para os caracteres estudados (Tabela 5), possui características bastante diferentes do material indiano. As diversas procedências são constituídas, basicamente, por plantas de maturação tardia e de porte grande. Acredita-se que sejam originárias da

Africa, tendo sido aqui introduzidas pelos escravos e, ao contrário da Índia, as sementes são consumidas verdes, como ervilha, e a folhagem é utilizada na alimentação de animais.

4.2. Produção de grãos e percentual de vagens perfuradas

Para o caráter produção de grãos por procedência, os dados encontram-se na Tabela 6. Estes dados foram obtidos periodicamente, durante os meses de abril a outubro. O número de dias para cada período não é o mesmo, e variou em função das condições climáticas e físicas para a coleta. A última coluna da referida tabela mostra o total de produção de cada procedência naquele primeiro ciclo da planta, tendo sido adotado o final do mês de outubro para encerrar a coleta de vagens, pois as plantas estavam iniciando um novo ciclo, reaparecendo novas flores e vagens.

As procedências com menores valores totais de produção foram as de números 5, 12, 13, 7, 2 e 8, respectivamente, que, com exceção das procedências 7 e 12, representam material introduzido recentemente, isto é, 5 e 13 indianas, 2 da América Central, e 8 colombiana.

Tabela 6. Produção de grãos, expresso em gramas, de cada procedência, durante o período de 1/4 a 29/10 de 1987 e total de produção no final do primeiro ciclo de cultura, em Cajanus cajan.

Período Proc.	1/4	15/4	29/4	19/5	3/6	27/6	2/7	22/7	12/8	4/9	24/9	15/10	29/10	TOTAL
1	-	7,04	264,48	285,70	161,29	299,18	123,55	103,92	103,92	628,79	163,35	132,32	-	2.169,62
2	46,90	173,80	59,30	1,06	8,49	78,54	163,10	61,52	61,52	1009,90	149,27	36,19	-	1.788,07
3	-	-	57,78	230,86	534,64	543,86	72,67	285,28	285,28	1855,04	328,51	68,84	-	3.977,48
4	-	2,45	375,06	234,96	421,69	259,94	115,04	103,52	103,52	955,09	140,89	42,84	-	2.650,48
5	215,88	240,52	252,49	8,72	86,37	5,05	8,59	3,94	3,94	32,91	38,45	-	-	892,92
6	62,38	49,29	3,65	54,26	75,49	308,23	227,80	209,84	209,84	1893,68	175,10	52,06	17,51	3.129,29
7	-	29,24	45,31	40,69	38,16	93,37	127,12	82,58	82,58	854,87	229,18	69,30	12,44	1.622,62
8	35,40	141,42	109,58	82,70	193,46	113,28	42,39	8,23	8,23	892,31	111,65	64,89	-	1.795,31
9	-	-	-	-	72,09	213,49	252,01	287,79	287,79	1751,73	869,00	127,09	-	3.573,20
10	-	-	-	-	26,88	89,83	132,81	598,43	598,43	2730,58	452,82	214,93	18,99	4.265,27
11	-	-	-	-	12,88	50,36	123,42	325,15	325,15	2376,95	1276,66	230,68	-	4.396,10
12	-	-	1,94	29,58	69,98	109,69	43,41	72,75	72,75	555,29	73,58	13,71	-	969,93
13	34,46	255,57	510,54	46,68	85,16	29,92	85,37	81,32	81,32	289,68	106,45	30,57	-	1.555,92
14	-	-	1,06	12,71	221,71	351,49	198,74	133,94	133,94	902,35	284,47	104,50	-	2.210,97
15	13,06	-	-	-	5,90	26,88	113,74	386,92	386,92	2874,13	313,29	75,78	12,17	3.821,87
16	-	-	5,83	48,80	152,39	197,07	149,43	166,23	166,23	1422,79	367,42	52,17	-	2.562,13
17	-	-	3,77	21,87	47,37	56,71	54,17	323,99	323,99	1688,55	633,65	159,46	-	2.989,54
18	-	-	0,56	4,18	-	68,22	40,92	27,67	27,67	1539,33	978,08	22,65	-	2.681,61
19	-	-	-	-	-	7,01	40,41	226,18	226,18	1640,67	586,16	46,16	-	2.546,59
20	-	-	-	-	9,73	52,46	95,40	98,88	98,88	1665,22	364,81	36,65	-	2.323,06

Produção: $\bar{X} = 2596,1$; $\sigma = 1002,9$; $CV = 38,6\%$

Por outro lado, as procedências com maiores valores totais de produção, 11, 10, 3, 15, 9 e 6, respectivamente, são, com exceção da número 3, material brasileiro.

O melhor desempenho dessas últimas em relação às primeiras provavelmente tem um componente ambiental muito significativo, não somente pelas próprias condições climáticas às quais o material brasileiro está melhor adaptado, como também pelo súbito surto de lagartas que se deu nos primeiros meses da fase reprodutiva no ensaio.

Muito próximas à área do experimento haviam plantações de milho que foi colhido no mês de abril. Desta forma, as mariposas adultas da lagarta do milho, *Heliothis zea*, migraram para o campo com guandu, sendo que as lagartas perfuravam as vagens verdes para se alimentarem dos grãos ainda leitosos do guandu. Esta se constitui na primeira informação sobre ataque de *Heliothis zea* em guandu.

A tabela 7 relaciona o percentual de vagens perfuradas nos meses de abril, maio e junho em que se deu o ataque.

Os percentuais de vagens perfuradas não significam perda total dos grãos na vagem, pois uma vagem perfurada, que foi o parâmetro para a anotação, tanto podia conter apenas uma semente comida ou danificada, como também

Tabela 7. Percentagem de vagens perfuradas pela lagarta da espiga do milho, *Heliothis zea*, nos meses de abril, maio e junho, em *Cajanus cajan*.

Procedência	% de vagens perfuradas
1	32,85
2	25,00
3	23,85
4	38,40
5	49,40
6	23,15
7	32,95
8	32,50
9	28,15
10	18,38
11	19,11
12	38,57
13	47,88
14	29,89
15	16,00
16	20,93
17	27,32
18	14,12
19	16,09
20	22,69
$\bar{x}$	27,35

todas elas. O mais importante desse dado é que o ataque se manifestou apenas nos meses de abril, maio e junho, e, a partir de julho, por ocasião do inverno, houve controle natural do inseto pelo frio. Observa-se que as plantas mais precoces foram as mais penalizadas pela praga. Isto quer dizer que, o mesmo percentual de dano para as procedências mais precoces, é mais significativo do que para as procedências mais tardias, uma vez que essas últimas não estavam em plena capacidade de produção de sementes nos meses de ataque.

Portanto, em razão do exposto, as procedências de números 1, 3, 4, 5, 8, 12, 13 e 14 foram mais prejudicadas que as demais, e dentre essas, as procedências 5, 13, 4 e 12 foram, respectivamente, as mais danificadas.

Com auxílio dos dados relacionados na Tabela 5, construí-se as curvas representadas nas Figuras 1 a 5. Da mesma forma que para os demais caracteres, houve grande diversidade de produção de grãos por planta dentro de cada procedência e também entre procedências. Como a preocupação era de se obter curvas de produção no decorrer do tempo, não foram computadas as produções de plantas individuais dentro de cada procedência. Observa-se nas Figuras 1 a 5, que a escala de tempo é a mesma para todas elas, enquanto que o eixo da produção varia de acordo com a produtividade de cada uma delas.

Figura 1. Curvas de produção referentes às procedências 1, 2, 3 e 4, de abril a outubro de 1987, em Cajanus cajan.

Figura 2. Curvas de produção referentes às procedências 5, 6, 7 e 8, de abril a outubro de 1987, em Cajanus cajan.

Figura 3. Curvas de produção referentes às procedências 9, 10, 11 e 12, de abril a outubro de 1987, em Cajanus cajan.

Figura 4. Curvas de produção referentes às procedências 13, 14, 15 e 16, de abril a outubro de 1987, em Cajanus cajan.

Figura 5. Curvas de produção referentes às procedências 17, 18, 19 e 20, de abril a outubro de 1987, em Cajanus cajan.

Nas condições em que o experimento foi realizado, na Estação Experimental do Anhembi, no município de Piracicaba, podemos considerar três tipos principais de curvas de produção. O tipo I é aquele com um pico precoce bastante acentuado e com uma considerável queda de produção daí por diante. Este grupo é representado pelas procedências 5 e 13. O tipo II, é aquele representado pelas procedências 1, 3, 4, 8, 12 e 14. Neste, há dois picos de produção, um mais precoce e outro mais tardio. E finalmente o tipo III, onde há um pico tardio bastante pronunciado e quase nenhuma produção até a metade do ciclo. Este último grupo está representado pelas procedências 2, 6, 7, 9, 10, 11, 15, 16 e 17, sendo, portanto, o maior deles.

A duração da fase de produção de sementes e seu padrão, são de grande importância em trabalhos de melhoramento. O sucesso ou não de uma cultura comercial numa determinada região, depende dessas características, uma vez que estão diretamente relacionadas à probabilidade de perdas por ataque de pragas e doenças, dificuldade de colheita quando o período de produção de sementes é longo, maior ou menor exposição aos veranicos, etc.

Portanto, em relação às procedências analisadas (Figuras 1 a 5), pode-se verificar que oferecem material com potencial para seleção tanto de variedades precoces como tardias, bem como com períodos concentrados

de maturação, facilitando a colheita.

Por outro lado, a duração e os padrões de produção de sementes refletem, indiretamente, o comportamento do florescimento nesta espécie, e que no presente trabalho não foi quantificado diretamente.

Aquelas procedências com período de produção de sementes reduzido, isto é, que apresentam apenas um pico, devem ter tido um período de florescimento também reduzido e concentrado, conseqüentemente com menor probabilidade de se cruzar com aquelas procedências que também tiveram reduzido período de florescimento, porém, com pico em outra época.

As procedências de números 1, 3, 8, 12 e 14, e principalmente 8 e 14, são do grupo II, apresentando o período reprodutivo bastante longo, sendo que os caracteres analisados apresentaram alta variabilidade, evidenciada pelas elevadas médias dos coeficientes de variação (Tabela 4).

Por outro lado, os menores valores dos coeficientes de variação foram obtidos para as procedências que se encaixam no grupo III, provavelmente com apenas um pico de florescimento, principalmente para as de número 4, 10, 15, 16, 17 e 20, que na Tabela 4, apresentaram as menores médias dos coeficientes de variação.

As procedências do grupo II, que

apresentam florescimento contínuo, e que portanto podem se cruzarem tanto com as precoces como com as tardias, podem funcionar como pontes entre esses dois grupos.

Estas considerações são importantes, tanto do ponto de vista do melhoramento como para estabelecer as estratégias de coleta e de utilização de germoplasma em guandu, tendo-se em vista que muitos dos plantios domésticos são bastante heterogêneos.

Além disso, esses padrões de produção de sementes, representados nas Figuras 1 a 5, refletem diferentes estratégias de reprodução. As procedências precoces, do grupo I, apresentam estratégia reprodutiva diferente das do grupo III, consideradas tardias, com relação à alocação de energia na planta. As precoces investem pouca energia no crescimento vegetativo, apresentando porte reduzido e baixa capacidade competitiva, direcionando logo nos primeiros meses, a energia acumulada para a reprodução, num comportamento característico das espécies ou populações consideradas estrategistas-r, na terminologia de MacARTHUR (1972). Por outro lado, as mais tardias crescem mais, e só começarão a produzir sementes após atingirem uma certa quantidade de biomassa, comportamento típico de estrategistas-K. Normalmente estes indivíduos têm maior capacidade de competição.

4.3. Análise de caracteres qualitativos

Segundo MENESES (1956) e WERNER (1979), os caracteres cor do tegumento da semente, cor dorsal da pétala estandarte, cor da vagem verde e forma da semente, são de herança simples, e devem sofrer pouca ou nenhuma ação do ambiente. Assim sendo, para cada procedência, foram estabelecidas classes discretas de cores ou forma para cada um desses caracteres, sendo que tais classes estão representadas nas Figuras 6 a 10.

Em tais figuras, representando a frequência de ocorrência dessas classes para cada caráter, a letra T representa o caráter cor do tegumento da semente, a letra E representa a cor dorsal da pétala estandarte, V representa a cor da vagem verde, e F a forma da semente. As classes consideradas para cada caráter foram:

- T1 bege com pintas marrom;
 - T2 bege com pintas púrpuras;
 - T3 bege com pintas pretas;
 - T4 marrom uniforme;
 - T5 marrom claro mosqueado de marrom escuro;
 - T6 púrpura uniforme e;
 - T7 preta uniforme.
-
- E1 amarela uniforme;

- E2 amarela com poucas estrias vermelhas;
 - E3 amarela com estrias vermelhas bem nítidas;
 - E4 amarela com púrpura na base da pétala estandarte;
 - E5 púrpura estriada;
 - E6 púrpura uniforme e;
 - E7 sanguínea.
-
- F1 esférica;
 - F2 achatada e;
 - F3 reniforme.

Através das Figuras 6 a 10, observa-se que para quase todas as procedências, há representantes em várias classes e em diferentes frequências de ocorrência. Isso indica que as procedências segregam para esses caracteres, sendo muito diferentes entre si.

As procedências 6, 10, 15, 16 e 17, apresentam polimorfismo para a cor da vagem (V), cor dorsal da pétala estandarte (E) e cor do tegumento da semente (T), enquanto que para forma da semente (F), são praticamente monomórficas. Resultados semelhantes ocorrem em outras procedências, onde para um determinado caráter observa-se mono ou dimorfismo, enquanto para os demais há grande segregação. Nas procedências 7, 14, 18 e 20, por exemplo, um caráter aparece representado por uma ou duas classes, e

Figura 6. Representação da frequência de ocorrência de cada classe para cada caráter, nas procedências 1, 2, 3 e 4, de

Cajanus cajan.

PROCEDÊNCIA 6

PROCEDÊNCIA 8

PROCEDÊNCIA 5

PROCEDÊNCIA 7

Figura 7. Representação da frequência de ocorrência de cada classe para cada caráter, nas procedências 5, 6, 7 e 8, em

Cajanus cajan.

PROCEDÊNCIA 9

PROCEDÊNCIA 10

PROCEDÊNCIA 11

PROCEDÊNCIA 12

Figura 8. Representação da frequência de ocorrência de cada classe para cada caráter, nas procedências 9, 10, 11 e 12, em Cajanus cajan.

PROCEDENCIA 14

PROCEDENCIA 16

PROCEDENCIA 15

Figura 9. Representação da frequência de ocorrência de cada classe para cada caráter, nas procedências 13, 14, 15 e 16, em Cajanus cajan.

PROCEDÊNCIA 17

PROCEDÊNCIA 18

PROCEDÊNCIA 19

PROCEDÊNCIA 20

Figura 10. Representação da frequência de ocorrência de cada classe para cada caráter, nas procedências 17, 18, 19 e 20, em Cajanus cajan.

os demais por várias.

O caráter cor do tegumento da semente (T), é mais uniforme nas procedências 2, 4, 8 e 13, enquanto que para cor da vagem verde (V), há maior uniformidade nas procedências 4, 14, 18, 19 e 20, e em cor dorsal da pétala estandarte (E), apenas na procedência 18.

Com relação às procedências introduzidas, estas podem ser caracterizadas pela classe T5, para a cor do tegumento da semente, E1, E2 e E3, para a cor dorsal da pétala estandarte, e pela classe F3, para forma da semente, pois ocorrem com maior frequência que nas procedências brasileiras, podendo ser diferenciadas dessas últimas por essas classes.

O elevado nível de variabilidade observado nesses caracteres (Figuras 6 a 10), indica a condição genética dessa espécie no Brasil, onde possivelmente não houve controle de cruzamento entre essas procedências.

Tanto nesses caracteres como nos demais estudados, isto é, altura e largura de planta, comprimento e largura de vagem, número de lojas na vagem, peso de 100 sementes, peso verde de rebrota, início de formação de botões florais e de vagens, grau de persistência de folhas, número de ramos primários, ângulo dos primeiros ramos primários e produção por procedência, poder-se-ia encontrar maior variabilidade com amostragem maior de plantas dentro

de cada procedência, pois com coeficientes de variação elevados dentro das procedências (Tabela 3), possivelmente encontraríamos maior segregação num número maior de plantas.

4.4. Análise da Variabilidade e Parâmetros Genéticos

O delineamento experimental inicialmente adotado foi o de blocos ao acaso e, por não ter ocorrido significância para o efeito bloco nessa análise (Tabela 8), adotou-se a análise dos dados para o delineamento de classificação hierárquica e inteiramente casualizado.

Na Tabela 8, observa-se que as procedências diferem entre si para todos os caracteres, com exceção do número de ramos primários (NRPR), ângulo dos primeiros ramos primários (ARPR) e grau de persistência das folhas. Com relação a esses caracteres, embora em termos de médias as procedências não diferiram entre si, a variação dentro de cada procedência para esses caracteres é elevada, como pode ser visto na Tabela 9.

É interessante destacar, que para todos os caracteres relacionados nesta tabela, grande parte da variação fenotípica observada está contida dentro das procedências, sendo que o efeito residual deve-se tanto aos efeitos do ambiente como genéticos dentro de cada procedência. Para o melhorista, a variação de maior interesse para fins de seleção é a genética. Nesse caso, há um componente de variação genética entre as procedências

Tabela 8. Resumo das análises de variância individual dos caracteres altura de planta (ALPL), largura de planta (LAPL), número de ramos primários (NRPR), ângulo dos primeiros ramos primários (ARPR), início de formação de botões florais (INBF), início de formação de vagens (INVA), grau de persistência das folhas (GPFO), peso verde de rebrota (PVRE), comprimento de vagem (COVA), largura de vagem (LAVA), número de lojas na vagem (NLVA) e peso de 100 sementes (P100), em C. cajan.

Fontes de variação	GL	Quadrado Médio					
		ALPL (cm)	LAPL (cm)	NRPR	ARPR (rd)	INBF (dias)	INVA (dias)
Blocos	5	0,235 ns ^{1/}	0,518 ns	12,217 ns	38,447 ns	381,668 ns	114,451 ns
Procedências	19	0,444 * 2/	0,521 *	19,164 ns	64,396 ns	1616,506 *	2981,778 *
CV%		22,4	36,5	29,8	13,6	14,7	12,8

Fontes de variação	GL	Quadrado Médio					
		GPFO ^{3/}	PVRE (gr)	COVA (cm)	LAVA (cm)	NLVA	P100 (gr)
Blocos	5	0,127 ns	0,3.10 ⁴ ns	0,912 ns	0,004 ns	0,223 ns	2,785 ns
Procedências	19	0,441 ns	1,0.10 ⁴ *	4,053 *	0,106 *	1,955 *	18,432 *
CV%		29,7	96,1	14,9	13,6	13,1	18,0

1/ Não significativo.

2/ Significativo a nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

3/ Variável obtida utilizando-se notas que variaram de 1 a 4.

Tabela 9. Relação dos componentes quadráticos devido às diferenças genéticas entre procedências (V_p), variância do erro experimental (σ_e^2) e Variância fenotípica ($\sigma^2 F$), estimados para os caracteres altura de planta (ALPL), largura de planta (LAPL), número de ramos primários (NRPR), ângulo dos primeiros ramos primários (ARPR), início de formação de botões florais (INBF), início de formação de vagens (INVA), grau de persistência de folhas (GPFO), comprimento de vagem (COVA), largura de vagem (LAVA), número de lojas na vagem (NLVA) e peso de 100 sementes (P100), em Cajanus cajan.

Caráter	V_p	σ_e^2	$\sigma^2 F$
ALPL (cm)	1156,87	1982,07	3138,94
LAPL (cm)	773,09	2896,29	3669,38
NRPR	1,74	18,55	20,29
ARPR	3,92	40,72	44,64
INBF (dias)	344,25	436,09	780,34
INVA (dias)	664,28	462,38	1126,66
GPFO	0,098	0,504	0,601
COVA (cm)	1,22	1,33	2,55
LAVA (cm)	0,031	0,021	0,052
NLVA	0,44	0,43	0,87
P100 (gr)	4,31	7,10	11,41

que é identificado como V_p e um outro componente também genético contido no erro experimental ou resíduo.

Com a finalidade de expressar melhor a magnitude da variação genética (V_p) e do erro experimental (σ_e^2), em relação à variação fenotípica total (σ_f^2) para cada caráter, a Tabela 10 representa os valores de V_p e em percentagem da variação fenotípica total.

Os caracteres número de ramos primários (NRPR), ângulo dos primeiros ramos primários (ARPR) e grau de persistência de folhas (GPFO), que, na Tabela 8, não apresentaram significância para as procedências, apresentam, na Tabela 10, os menores percentuais de variação genética em relação à média das procedências, como também apresentam grande variação residual.

Os caracteres relativos à vagem, isto é, número de lojas (NLVA), comprimento e largura (COVA e LAVA), e início de formação da mesma (INVA), como também o peso de 100 sementes (P100) e altura da planta (ALPL), apresentam, ao contrário de número de ramos primários (NRPR), ângulo dos primeiros ramos primários (ARPR) e grau de persistência das folhas (GPFO), grande variação entre as procedências. As implicações desses resultados para futuros programas de melhoramento estão relacionados à como se procederá a seleção. No caso de se ter reduzida variação entre procedências, maior progresso deverá ser obtido quando se praticar seleção dentro das procedências, pois al

Tabela 10. Componente quadrático devido às diferenças genéticas entre populações (V_p) e Variância residual (σ_e^2), expressas em percentagem da variância fenotípica total, para os caracteres altura de planta (ALPL), largura de planta (LAPL), número de ramos primários (NRPR), ângulo dos primeiros ramos primários (ARPR), início de formação de botões florais (INBF), início de formação de vagens (INVA), grau de persistência de folhas (GPFO), peso verde de rebrota (PVRE), comprimento das vagens (COVA), largura da vagem (LAVA), número de lojas na vagem (NLVA) e peso de 100 sementes (P100), em Cajanus cajan.

Caráter	V_p (%)	σ_e^2 (%)	$\sigma^2 F$ (%)
ALPL	36,85	63,15	100,00
LAPL	21,07	78,93	100,00
NRPR	8,58	91,42	100,00
ARPR	8,78	91,22	100,00
INBF	44,12	55,88	100,00
INVA	58,96	41,04	100,00
GPFO	16,24	83,76	100,00
PVRE	20,00	80,00	100,00
COVA	47,83	52,17	100,00
LAVA	59,17	40,83	100,00
NLVA	50,56	49,44	100,00
P100	37,74	62,26	100,00

se encontra, provavelmente, uma variação maior devido aos efeitos genéticos. No caso de se ter um percentual de variação relativamente grande entre procedências (V_p), como é o caso dos caracteres relativos à vagem, peso de 100 sementes (P_{100}) e altura da planta ($ALPL$), citados anteriormente, a seleção poderá ser praticada, tanto dentro como entre as procedências.

A elevada variância ambiental (σ_e^2) de alguns caracteres, indica que são mais influenciados pelo ambiente que outros, em função do tipo ou sistema de controle genético do caráter. Para os que apresentam herança simples, a ação do ambiente é menos pronunciada do que para aqueles cuja herança é mais complexa, sendo provavelmente poligênica.

Para esses caracteres obtiveram-se, também, os coeficientes de variação ambiental (CV) e de variação genética (CV_g), conforme estão apresentados na tabela 11.

O caráter peso verde de rebrota ($PVRE$) apresentou elevado coeficiente de variação experimental. Devemos considerar que a metodologia utilizada para essa avaliação pode, em grande parte, explicar essa grande variação, uma vez que adotou-se um único período (mês de julho) para realizar o corte de todas as plantas. Uma vez que essa espécie é, comumente, muito sensível ao fotoperíodo e as procedências utilizadas apresentaram

Tabela 11. Relação dos coeficientes de variação experimental (CV) e genética (CVg) expressos em porcentagem, e do índice I', para os caracteres altura de planta (ALPL), largura de planta (LAPL), número de ramos primários (NRPR), ângulo dos primeiros ramos primários (ARPR), início de formação de botões florais (INBF), início de formação de vagem (INVA), grau de persistência de folhas (GPFO), peso verde de rebrota (PVRE), comprimento da vagem (COVA), largura da vagem (LAVA), número de lojas na vagem (NLVA) e peso de 100 sementes, em Cajanus cajan.

Caráter	CV%	CVg%	$I' = \frac{CVg\%}{CV\%}$
ALPL	23,34	17,83	0,76
LAPL	38,07	9,70	0,25
NRPR	31,66	16,03	0,51
ARPR	14,97	24,64	0,31
INBF	16,96	15,07	0,89
INVA	14,12	16,92	1,20
GPFO	30,87	13,59	0,44
PVRE	96,08	48,03	0,50
COVA	16,74	16,03	0,96
LAVA	14,33	17,25	1,20
NLVA	14,68	14,85	1,01
P100	19,06	14,84	0,78

ciclo vital muito diferentes entre si, na data de corte haviam plantas terminando o período reprodutivo, enquanto outras não tinham ainda iniciado o período de florescimento, apresentando-se bastante vigorosas.

Os maiores coeficientes de variação genética observados para os caracteres altura de planta (19,83%), número de ramos primários (16,03%), início de formação de botões florais (15,07%) e de vagens (16,92%) e comprimento e largura de vagem (16,03 e 17,25%), Tabela 11, indicam que esses caracteres devem apresentar maior segregação gênica que os demais, que apresentaram menores valores para o mesmo coeficiente.

Valores semelhantes, para o coeficiente de variação genética, foram obtidos por SHORAM (1983) para os caracteres peso de 100 sementes, dias para frutificação e altura de planta. Por outro lado, o mesmo autor obteve valores que variaram de 4,2 a 6,0% para o caráter número de sementes por vagem, enquanto no presente trabalho, o CVg obtido para número de lojas da vagem (NLVA), foi de 14,85% (Tabela 11).

SINGH et alii (1978) obtiveram o mesmo valor de CVg obtido neste trabalho, para o caráter ângulo dos primeiros ramos primários, isto é, 4,6% (Tabela 11), enquanto que para o caráter largura de planta (LAPL), que eles denominaram expansão da planta, os valores obtidos foram de 105,0%, enquanto, para as procedências aqui

analisadas encontrou-se 9,7%.

Através da relação entre os coeficientes de variação, genético e experimental, determinamos um índice I' , que nos dá uma indicação da variabilidade genética do caráter, sem a influência da média geral do mesmo. O índice I' é também um indicativo da variação genética em função da expressão fenotípica de cada caráter estudado, e, como era de se esperar, os maiores valores para esse índice correspondem, na Tabela 11, aos caracteres com maior variância genética e menor variância residual.

Também foi estimado o coeficiente de determinação genotípica (b) para esses caracteres, e que se encontram relacionados na Tabela 12.

Considerando-se que da variação total de um caráter, a que mais interessa é a porção herdável, isto é, a variação de natureza genética, os caracteres: início de formação de vagens (INVA), largura e comprimento da vagem (LAVA, COVA) e número de lojas na vagem (NLVA), por apresentarem os maiores valores de I' e b (Tabelas 11 e 12, respectivamente) são, em relação aos demais, os que apresentam maiores possibilidades de serem alterados por métodos de seleção mais simples, enquanto que os caracteres ângulo dos primeiros ramos primários (ARPR), número de ramos primários (NRPR) e largura de planta (LAPL), exigirão métodos de seleção mais refinados para se obter progresso

Tabela 12. Coeficientes de determinação genotípica (b) para os caracteres altura de planta (ALPL), largura de planta (LAPL), número de ramos primários (NRPR), ângulo dos primeiros ramos primários (ARPR), início de formação de botões florais (INBF), início de formação de vagem (INVA), grau de persistência de folhas (GPFO), peso verde de rebrota (PVRE), comprimento de vagem (COVA), largura de vagem (LAVA), número de lojas na vagem (NLVA) e peso de 100 sementes (P100), em Cajanus cajan.

$$b = \frac{\hat{V}_p}{\hat{\sigma}^2 F}$$

Caráter	
ALPL	0,37
LAPL	0,21
NRPR	0,10
ARPR	0,10
INBF	0,44
INVA	0,60 ✓
GPFO	0,17
PVRE	0,20
COVA	0,48
LAVA	0,60 ✓
NLVA	0,51 ✓
P100	0,38

semelhante. A obtenção desses índices constitui-se procedimento simples de expressão da variação genética de um caráter em função da variação fenotípica do mesmo, sendo de importância prática para orientar o melhorista na escolha de um método de seleção, principalmente quando se trata de uma espécie como o guandu, sem nenhuma informação desse tipo no Brasil.

4.5. Análise de correlações

Através das variâncias e covariâncias fenotípicas, foram determinados os coeficientes de correlação fenotípica entre os caracteres estudados, ao nível de médias das procedências. Os referidos coeficientes estão apresentados na Tabela 13.

O caráter produção por procedência está negativamente correlacionado com o caráter percentagem de vagens perfuradas, como era de se esperar, pois a probabilidade de se encontrar grãos danificados nessas vagens é bastante grande. Este mesmo caráter está positivamente correlacionado com peso de 100 sementes, comprimento e largura da vagem, com o número de ramos primários, com altura e largura da planta, com início de formação do botão floral e da vagem e com o peso verde de

rebrota. Estes resultados estão de acordo com o observado no campo, isto é, as plantas mais produtivas foram as mais tardias, além de apresentarem as vagens mais compridas e mais largas, que por sua vez também se correlacionam positivamente com número de lojas na vagem e peso de 100 sementes. Por serem mais tardias, apresentaram também o maior peso verde de rebrota.

Correlação positiva entre plantas mais produtivas e plantas mais tardias, mais altas e com maior número de sementes na vagem também foi detectada por MALIK et alii (1981), enquanto SAXENA & SHARMA (1981) documentaram a existência de correlação positiva entre plantas mais produtivas e maior tamanho das sementes.

Embora estes dados não concordem plenamente com a teoria de seleção- r e K (PIANKA, 1972), que assume serem as plantas mais precoces mais produtivas que as tardias, observou-se que as plantas mais vigorosas e com maior capacidade competitiva, adquiriram essa característica pelo retardamento da fase reprodutiva, o que lhes conferem características do tipo- K , enquanto, por outro lado, em detrimento do porte e da capacidade competitiva, aquelas plantas com características do tipo- r , iniciam a fase reprodutiva logo nos primeiros meses, sendo portanto precoces.

Alguns autores, como SINGH et alii (1977)

Tabela 13. Coeficientes de correlação fenotípica de Pearson entre os caracteres produção por procedência (PRPR), percentagem de vagens perfuradas (VAPE), peso de 100 sementes (P100), número de lojas na vagem (NLVA), comprimento de vagem (COVA), largura de vagem (LAVA), número de ramos primários (NRPR), altura de planta (ALPL), largura de planta (LAPL), grau de persistência de folhas (GPFO), ângulo dos primeiros ramos primários (ARPR), início de formação de botões florais (INBF), início de formação de vagem (INVA) e peso verde de rebrota (PVRE), em Cajanus cajan, e a significância dos mesmos, ao nível de médias de procedências.

Caracteres	PRPR	VAPE	P100	NLVA	COVA	LAVA	NRPR	ALPL	LAPL	PEFO	ARPR	INBF	INVA
VAPE	-0,69**												
P100	0,53*	-0,74**											
NLVA	0,41ns	-0,67**	0,66**										
COVA	0,45*	-0,69**	0,82**	0,86**									
LAVA	0,54*	-0,74**	0,92**	0,80**	0,87**								
NRPR	0,51*	-0,32ns	-0,30ns	0,00ns	0,24ns	0,24ns							
ALPL	0,72**	-0,80**	0,77**	0,69**	0,80**	0,79**	0,60**						
LAPL	0,80**	-0,71**	0,62**	0,51*	0,59**	0,61*	0,60**	0,89**					
PEFO	0,48*	-0,25ns	0,30ns	-0,12ns	0,20ns	0,16ns	0,72**	0,49*	0,60**				
ARPR	0,08ns	-0,45*	0,48*	0,63**	0,57**	0,51*	-0,18ns	0,43ns	0,41ns	-0,11ns			
INBF	0,52*	-0,81**	0,73**	0,81**	0,86**	0,76**	0,40ns	0,85**	0,68**	0,29ns	0,53**		
INVA	0,48*	-0,75**	0,74**	0,87**	0,88**	0,79**	0,22ns	0,75**	0,59**	0,09ns	0,68**	0,93**	
PVRE	0,68**	-0,71**	0,66**	0,71**	0,72**	0,65**	0,31ns	0,69**	0,71**	0,29ns	0,48*	0,76**	0,79**

ns não significativo

* significativo a nível de 5% de probabilidade de erro

** significativo a nível de 1% de probabilidade de erro

e SAXENA & SHARMA (1981), encontraram correlação positiva entre o tamanho da semente e a área foliar. Embora área foliar não tivesse sido determinada, observou-se, em condições de campo, que havia uma tendência das plantas mais altas, mais tardias, com sementes maiores, possuírem folhas maiores.

A correlação positiva (Tabela 13) entre o caráter número de ramos primários (NRPR) e os caracteres altura e largura da planta (ALPL, LAPL), provavelmente se deve à maior possibilidade de se ter mais ramos primários numa planta alta em relação a uma baixa.

Embora seja não significativa a correlação entre o número de ramos primários (NRPR) e ângulo dos primeiros ramos primários (ARPR), o coeficiente de correlação entre ambos é negativo. De fato, havia uma tendência das plantas mais precoces, com vagens menores e menores sementes, terem um ângulo de inserção dos ramos primários mais fechados.

O caráter grau de persistência das folhas (PEFO) também apresentou-se positivamente correlacionado com plantas mais produtivas, mais altas e mais largas, embora com os demais não houvesse significância. Isto se deve a essas plantas serem mais vigorosas e apresentarem um sistema radicular mais profundo e com maior capacidade de obter água do solo.

O caráter número de lojas na vagem (NLVA), não apresentou correlação significativa com produção por procedência, embora essa correlação ocorresse com outros caracteres, como peso de 100 sementes (P100), comprimento e largura de vagem (COVA E LAVA), plantas mais tardias (INVA) e mais vigorosas, isto é, com maiores altura e largura. A explicação para isso é dada pelo surto das lagartas, pois ainda que o dano tenha sido maior naquelas plantas mais precoces, com menor número de lojas na vagem, muitas outras plantas com maior número de lojas na vagem também foram atacadas, diminuindo a produção. Por outro lado, MALIK et alii (1981) encontraram correlação positiva entre produtividade e número de sementes na vagem.

4.6. Análise Multivariada da Variabilidade

A análise multivariada ao nível de plantas individuais, considerando-se conjuntamente os caracteres altura e largura de planta, número de ramos primários, comprimento e largura de vagem, número de lojas na vagem, peso de 100 sementes, ângulo dos primeiros ramos primários, início de formação de botões florais e de vagens e grau de persistência de folhas, nos mostra, graficamente, qual o grau de variabilidade para as procedências

estudadas.

Nas Figuras 11, 12 e 13, estão distribuídas as 20 procedências estudadas, sendo que a letra A corresponde à procedência 1, a letra B à procedência 2, e assim por diante, até a letra T, correspondendo à procedência de número 20.

O primeiro componente principal Y1 e o segundo componente principal Y2, isto é, as coordenadas X e Y do referido gráfico, respectivamente, apresentaram os seguintes coeficientes para cada caráter analisado:

Caráter	Coeficiente do primeiro componente principal	Coeficiente do segundo componente principal
ALPL	0,344	0,346
NRPR	0,151	0,581
COVA	0,381	-0,190
LAVA	0,360	-0,128
NLVA	0,369	-0,207
P100	0,290	0,002
LAPL	0,265	0,440
ARPR	0,174	-0,100
INBO	0,352	-0,151
INVA	0,371	-0,189
GPFO	0,026	0,430

O primeiro coeficiente principal é responsável por 47% da variação total de todos os caracteres em conjunto, enquanto que o segundo coeficiente principal explica 19% da variação total, e, portanto, ambos acumulam 66% da variação total.

O valor desses coeficientes para cada caráter indica a importância deste caráter na distribuição das procedências no gráfico, e, portanto, no nível de variabilidade das mesmas. Os caracteres comprimento de vagem (COVA), início de formação de vagens (INVA), número de lojas na vagem (NLVA) e largura de vagem (LAVA), para o primeiro componente principal, e os caracteres número de ramos primários (NRPR), largura de planta (LAPL) e grau de persistência de folhas (GPFO), para o segundo componente principal, por apresentarem os maiores coeficientes, são mais responsáveis pela variabilidade dentro das procedências que os demais.

Nas Figuras 11, 12 e 13, houve 45 observações (letras) perdidas e 9 observações superpostas e, portanto, 54 observações suprimidas. Isso se deveu ao próprio processo de análise, onde qualquer dado perdido no experimento para qualquer caráter, anula todos os dados dos demais caracteres da mesma planta. No caso das 9 observações superpostas, isso ocorre quando duas ou mais letras ocupam o mesmo espaço no gráfico, sendo que apenas uma delas é registrada e desconhecemos a outra ou as

Figura 11. Representação de 20 procedências de *Cajanus cajan*, segundo a configuração espacial das mesmas pela análise de componentes principais, em relação aos valores individuais dos caracteres altura de planta, número de ramos primários, comprimento de vagem, largura de vagem, número de lojas na vagem, peso de 100 sementes, largura de planta, ângulo dos primeiros ramos primários, início de formação de botões florais, início de formação de vagem e grau de persistência de folhas.

Figura 12. Representação de 20 procedências de Cajanus cajan, segundo a configuração espacial das mesmas pela análise de componentes principais, em relação aos valores individuais dos caracteres altura de planta, número de ramos primários, comprimento de vagem, largura de vagem, número de lojas na vagem, peso de 100 sementes, largura de planta, ângulo dos primeiros ramos primários, início de formação de botões florais, início de formação de vagem e grau de persistência de folhas. (continuação)

Figura 13. Representação de 20 procedências de *Cajanus cajan*, segundo a configuração espacial das mesmas pela análise de componentes principais, em relação aos valores individuais dos caracteres altura de planta, número de ramos primários, comprimento de vagem, largura de vagem, número de lojas na vagem, peso de 100 sementes, largura de planta, ângulo dos primeiros ramos primários, início de formação de botões florais, início de formação de vagem e grau de persistência de folhas. (continuação)

outras.

Pela posição das letras nas Figuras 11, 12 e 13, notamos a grande variação dos dados. De uma maneira geral, quase todos os indivíduos de cada procedência estão dispersos no gráfico, sendo que o grau de dispersão varia de uma procedência para outra. Em outras palavras, quanto mais espalhadas as letras correspondentes à cada procedência, maior será o nível de variabilidade, e quanto mais distante uma da outra, as letras de cada procedência, maior será a divergência genética entre elas para aqueles caracteres.

Observa-se, nas Figuras 11, 12 e 13, que, em geral, as procedências com distribuição mais concentrada no gráfico apresentam, conforme a Tabela 4 já discutida inicialmente, as menores médias, menores desvios padrão e menores amplitudes de variação para os coeficiente de variação dos caracteres estudados, como pode ser verificado para as procedências D (4), E (5), O (15), P (16) e T (20). Por outro lado, aquelas procedências com ampla distribuição, apresentam as maiores médias, desvios padrão e amplitude de variação, como ser observado nas procedências B(2), H(8), M913) e 5(19). A maneira como se distribui as procedências nas Figuras 11, 12 e 13, indica, portanto, o nível de variabilidade dentro das mesmas, sendo maior para aquelas com mais ampla distribuição.

A representação gráfica dessas mesmas procedências em relação às suas médias, está contida na Figura 14. Desta forma, todos os caracteres resultam uma única média que, em função dos componentes principais, determina a posição gráfica de cada procedência. Tal posição, de uma procedência em relação às demais, é função dos caracteres estudados e da natureza genética dos mesmos.

Para essa análise gráfica, obteve-se os seguintes coeficientes do primeiro e segundo componentes principais, para cada caráter:

Caráter	Coeficiente primeiro componente principal	Coeficiente segundo componente principal
ALPL	0,304	0,125
NRPR	0,147	0,481
COVA	0,290	-0,165
LAVA	0,286	-0,111
NLVA	0,260	-0,315
P100	0,282	-0,041
LAPL	0,267	0,227
ARPR	0,180	-0,378
INBF	0,300	-0,076
INVA	0,290	-0,212
GPFO	0,123	0,488
PRPL	0,230	0,284
VAPE	-0,281	-0,016

Esses dois componentes foram responsáveis por 75% de toda variação na análise dos dados, sendo que o primeiro componente principal representou 60% dessa variação e, o segundo componente principal, representou 15%.

Neste caso, os caracteres com maiores coeficientes, são mais responsáveis pela variabilidade entre procedências.

Pela análise da distribuição, verificamos que as procedências 2, 7 e 8, por exemplo, são geneticamente semelhantes para esses caracteres estudados, como também o são as procedências 10, 11 e 15. No entanto, as três primeiras estão em posições distantes das outras três (Figura 14), indicando que há divergência genética para os caracteres estudados entre esses dois grupos.

Como era de se esperar, há uma tendência das procedências introduzidas ficarem mais próximas entre si, e se distanciarem das brasileiras, isto é, as procedências 5, 13, 2, 8, 14 e 4 ocupam a zona inferior da Figura 14, enquanto que as brasileiras restantes, tendem a ocupar a zona superior. Estas posições são função dos valores dos caracteres, e, conforme a Tabela 5, já discutida anteriormente, obteve-se valores menores para as procedências introduzidas e maiores para as brasileiras, justificando-se a ocupação da zona inferior pelas

COMPONENTE
PRINCIPAL

Figura 14. Representação de 20 procedências de Cajanus cajan, segundo a configuração espacial das mesmas pela análise dos componentes principais, em relação à média dos caracteres altura de planta, largura de planta, número de ramos primários, ângulo dos primeiros ramos primários, comprimento de vagem, largura de vagem, número de lojas na vagem, peso de 100 sementes, início de formação de botões, início de formação de vagem, peso verde de rebrota, grau de persistência de folhas, produção por procedência e percentagem de vagens perfuradas.

procedências introduzidas e da zona superior pelas brasileiras.

4.7. Análise e Formação de Grupos

Considerando-se que o guandu pode ser utilizado tanto para a produção de grãos secos, como para a produção de biomassa verde, que além da forragem também se presta para produção de sementes verdes do tipo ervilha, procurou-se, através de uma análise de agrupamentos das procedências analisadas, enquadrá-las num desses dois objetivos

Para esse tipo de estudo, novamente foi realizada análise multivariada, com dados médios de cada procedência e com os seguintes caracteres: altura e largura de planta, número de ramos primários, comprimento e largura de vagem, número de lojas na vagem, peso de 100 sementes, ângulo dos primeiros ramos primários, início de formação de botões florais e de vagens, grau de persistência de folhas, peso verde de rebrota, produção por procedência e percentagem de vagens perfuradas.

Na Figura 15, observa-se três grandes grupos circunscritos. O primeiro deles é formado pelas procedências 2, 5, 7, 8, 12 e 13. O segundo grupo é

PRIMEIRO
COMPONENTE
PRINCIPAL

Figura 15. Representação dos grupos I, II e III adotados na análise de componentes principais referente às médias dos caracteres altura de planta, largura de planta, número de ramos primários, ângulo dos primeiros ramos primários, comprimento de vagem, largura de vagem, número de lojas na vagem, início de formação de botões florais, peso de 100 sementes, início de formação de vagem, peso verde de rebrota, grau de persistência de folhas, produção por procedência e percentagem de vagens perfuradas, para 20 procedências de Cajanus cajan.

composto pelas procedências 1, 4, 6, 14, 16, 18, 19 e 20, e o terceiro grupo, por 3, 9, 10, 11, 15 e 17.

Resultados semelhantes foram obtidos pela análise de grupamento ou classificação hierárquica. Os resultados dessa análise, Figura 16, distinguem, na altura mediana do gráfico e para os mesmos caracteres em questão, os mesmos grupos já evidenciados na análise de componentes principais (Figura 16), com exceção da procedência 17, que na primeira análise está no terceiro grupo e na outra, hierárquica, enquadra-se no grupo dois.

No processo de classificação hierárquica também podem ser distinguidas procedências geneticamente mais semelhantes entre si para os caracteres estudados. Na parte inferior da Figura 16, os primeiros agrupamentos de procedências com semelhanças genéticas ocorre entre a 1 e 14, 16 e 19, 2 e 8, e, 7 e 13. Em seguida, no grupo das procedências 16 e 19, juntam-se as procedências 4 e 18, como também, no grupo formado por 1 e 14, junta-se a procedência 20. A seguir formam-se os grupos 10 e 11, 5 e 12, e, 6 e 17, e assim por diante, até que todas as procedências formam um único grupo, onde não há diferenciação entre elas, e, portanto, sem interesse.

As características gerais de cada um desses grupos maiores destacados (Figuras 15 e 16) foram determinadas (Tabela 14), empiricamente, da seguinte maneira: tomou-se a média geral de seis caracteres

Figura 16. Representação da classificação hierárquica de 20 procedenciais de Cajanus cajan, em relação às médias dos caracteres altura e largura de planta, número de ramos primários, ângulo dos primeiros ramos primários, comprimento e largura de vagem, número de lojas na vagem, peso de 100 sementes, início de formação de botões florais e de vagens, peso verde de rebrota, grau de persistência de folhas, produção por procedência e percentagem de vagens perfuradas.

considerados mais importantes e, através desse parâmetro, adotou-se o símbolo S para aquelas procedências com valores sensivelmente acima daquela média, I para valores abaixo da mesma média e, M, para aquelas procedências com valores em torno da média geral do caráter. Observa-se que o grupo II é bastante distinto do grupo III, o primeiro predominância de símbolos I, e o outro com predominância de S. O grupo I apresenta-se intermediário, predominando o símbolo M.

Os resultados apresentados nas Figuras 15 e 16 e na Tabela 14 indicam, primeiramente, que as procedências introduzidas pertencem, em sua maioria, há um mesmo grupo, II, e, segundo, que elas apresentam características agronômicas diferentes das procedências brasileiras, principalmente em relação àquelas do grupo III. O grupo II caracteriza-se por procedências mais precoces, com menor altura da planta e menor produção de massa verde, com sementes pequenas e de baixa produtividade. O grupo III, ao contrário, caracteriza-se por procedências mais tardias, com plantas mais altas e de maior peso de rebrota, com maior produção e maior tamanho de sementes, conforme Tabela 14. De uma maneira geral, as procedências do grupo II ocuparam as primeiras posições na Tabela 4, discutida anteriormente, apresentando, portanto, maior nível de variabilidade. De maneira inversa, as procedências do grupo III, ocuparam as posições inferiores da mesma tabela, e

Tabela 14. Características gerais de 20 procedências de guandu, em relação aos caracteres produção por procedência (PRPR), peso de 100 sementes (P100), comprimento de vagem (COVA), altura de planta (ALPL), início de formação de vagens (INVA) e peso verde de rebrota. Os símbolos S, M e I indicam se os valores médios de cada procedência estão, respectivamente, acima da média geral geral do caráter, em torno, ou abaixo dessa média.

GRUPO		1										2										3									
Carã ter	Proc	1	4	6	14	16	17	18	19	20	2	5	7	8	12	13	3	9	10	11	15										
PRPR		M	S	M	M	M	S	M	M	M	I	I	I	I	I	I	S	S	S	S	S										
P100		M	I	M	I	M	S	S	S	S	M	I	S	I	M	I	M	M	M	M	S										
COVA		M	I	M	I	M	S	S	S	S	I	I	M	I	M	I	M	S	S	M	M										
ALPL		I	I	M	I	S	S	S	M	S	I	I	S	I	I	I	M	S	S	S	S										
INVA		I	I	I	I	M	S	S	S	S	M	I	M	I	M	I	M	M	S	S	S										
PVRE		I	I	I	M	S	S	M	S	M	I	I	I	I	I	I	M	S	S	S	S										

dessa forma, apresentam menor nível de variabilidade para os mesmos caracteres estudados

Considerando-se as formas de utilização mais importantes do guandu, conclui-se que as procedências do grupo II, principalmente 5, 8 e 13, estão mais voltadas para produção de grãos secos do tipo feijão; que as procedências do grupo III, principalmente 9, 10, 11 e 15, são mais adequadas para produção de biomassa verde e de sementes verdes do tipo ervilha; e que no grupo I, que apresentou características intermediárias, destacam-se as procedências 4 e 14 para o primeiro tipo de utilização (grãos secos), e as procedências 19 e 20 para o segundo tipo (grãos e biomassa verdes).

Esta distinção entre os grupos, principalmente do grupo II em relação ao III, é importante para orientar futuros trabalhos de melhoramento, fornecendo germoplasma para diferentes características desejadas nessa espécie.

Na Tabela 15 são mostradas as análises dos componentes da variância da análise de classificação hierárquica, considerando-se o efeito de grupo para alguns dos caracteres estudados ao nível de médias, e considerados mais importantes.

O valor de F para o efeito grupo foi altamente significativo para o nível de 5% de probabilidade de erro.

Tabela 15. Relação do componente quadrático da variação fenotípica total (σ_F^2) e a proporção dessa variação devido ao efeito grupo (σ_G^2) e ao efeito residual (σ_e^2), ao nível de médias, para os caracteres produção por procedência (PRPR), peso de 100 sementes (P100), comprimento de vagem (COVA), altura de planta (ALPL), início de formação de vagens (INVA), peso verde de rebrota (PVRE) e número de ramos primários (NRPR), em *Cajanus cajan*.

Caráter	σ_G^2	σ_e^2	σ_F^2
PRPR	91,72	8,28	100,00
P100	37,73	62,68	100,00
COVA	22,86	77,14	100,00
ALPL	52,87	47,13	100,00
INVA	25,05	74,95	100,00
PVRE	53,37	46,63	100,00
NRPR	20,89	79,11	100,00

Observa-se que para os caracteres produção por procedência (PRPR), peso verde de rebrota (PVRE) e altura de planta (ALPL), os grupos são bem distintos, isto é, apresentam elevado σ^2_g , representando grande parte da variação total.

Com relação ao tamanho das sementes (P100), início de formação das vagens (INVA) e número de ramos primários (NRPR), ainda há razoável variação entre procedências dentro dos grupos, o que está evidenciado pelo efeito residual (σ^2_e).

4.8. Integração das evidências obtidas

Este trabalho se constituiu num estudo da variabilidade de 20 procedências de feijão guandu, através da análise de características morfológicas e fenológicas.

Para a maioria dos caracteres analisados, encontrou-se grande variabilidade, tanto entre como dentro das procedências.

O nível de variabilidade encontrado entre e dentro das procedências, variou principalmente em função da origem das mesmas. Das 20 procedências analisadas, 7 eram introduzidas, principalmente da Índia, 6 foram provenientes de uma coleção de campo do Departamento de Agricultura da ESALQ/USP-Piracicaba, e as 7 restantes vieram de diferentes regiões brasileiras.

De uma maneira geral, as procedências de Piracicaba apresentaram os menores níveis de variabilidade. Esse resultado parece indicar que este material apresenta base genética mais estreita, devido provavelmente a efeito de amostragem (deriva genética).

As procedências introduzidas apresentaram, no geral, maior nível de variabilidade. Possivelmente essas procedências, que foram introduzidas há aproximadamente uma década, como variedades, e, no decorrer desse tempo, foram avaliadas em campo juntamente com materiais brasileiros, sofreram introgressão, amplificando o nível de variabilidade.

No entanto, quando se considera um determinado caráter, não podemos inferir que procedências, introduzidas ou brasileiras, apresentem maior ou menor nível de variabilidade.

As procedências brasileiras e introduzidas podem ser distinguidas morfológica e fenologicamente. Normalmente, as brasileiras apresentaram-

se mais vigorosas, mais altas, com vagens e sementes maiores, mais produtivas e de maturação tardia. Já as introduzidas, apresentaram, em média, menor porte, vagens e sementes menores, de menor produtividade e de maturação precoce. Entretanto, foi encontrado reduzido número de plantas com tipos abraseleirados, indicando que características típicas de material brasileiro estão se manifestando nos introduzidos, provavelmente como resultado de hibridação introgressiva.

Através da análise multivariada de componentes principais e de classificação hierárquica, onde se considerou todos os caracteres conjuntamente, além dos dois grupos já citados com características morfo-fenológicas diferentes, obteve-se também um terceiro grupo com tipos de plantas intermediárias, formado tanto por material brasileiro como introduzido. A análise estatística para o efeito grupo, revelou ser significativa a diferença entre os grupos.

A obtenção das curvas de produção possibilitou evidenciar três tipos principais de curvas: o tipo I, com procedências precoces e com apenas um pico de produção de sementes, o tipo II, com procedências apresentando dois picos de produção de sementes, um precoce e outro tardio, e o tipo III, com procedências apresentando apenas um pico tardio de produção. As procedências do tipo

I foram as menos produtivas, e as do tipo III, de maior produção. No tipo I, encontram-se somente materiais introduzidos, enquanto no tipo III, somente materiais brasileiros. No tipo II, tanto encontrou-se material brasileiro como também introduzido.

As procedências do tipo I apresentaram características de plantas estrategistas-r, isto é, precoces e de baixa capacidade competitiva, enquanto as procedências do tipo III, apresentaram características de plantas estrategistas-K, isto é, tardias e de grande capacidade competitiva.

Com relação às características agronômicas para utilização dessa espécie, através dos caracteres produção de grãos, peso de 100 sementes, comprimento de vagem, altura de planta, início de formação de vagens e peso verde de rebrota, determinaram-se três grandes grupos. Um primeiro grupo apresentando características para produção de grãos secos do tipo feijão, com plantas de baixo porte, sementes pequenas e maturação precoce. Este grupo estaria representado basicamente por procedências introduzidas. Um segundo grupo, com características para produção de biomassa verde e de sementes verdes do tipo ervilha, isto é, plantas mais vigorosas e com sementes maiores. Neste grupo encontram-se basicamente materiais brasileiros. O último grupo, composto tanto de procedências brasileiras como introduzidas,

apresentou características tanto para produção de grãos secos como verdes, e biomassa verde.

Os parâmetros genéticos obtidos para os caracteres avaliados é uma ferramenta importante e muito prática para o melhorista. Os elevados índices de determinação genotípica (b) para os caracteres início de formação de vagens, largura e comprimento de vagem, número de lojas na vagem e altura de planta, possibilitam que se obtenha ganhos genéticos com relativa facilidade. A importância desses parâmetros torna-se maior ao se obter correlações altamente significativas desses caracteres com a produção de sementes e produção de massa verde, as formas de utilização mais importantes dessa espécie.

5. CONCLUSÕES

1. As procedências diferem-se entre si, ao nível de médias, para os caracteres altura e largura de planta, início de formação de botões florais e de vagens, peso de 100 sementes, peso verde de rebrota, comprimento e largura de vagem e número de lojas na vagem.
2. O nível de variabilidade dentro das procedências é elevado, principalmente para os caracteres altura e largura de planta, número de ramos primários, grau de persistência de folhas, peso verde de rebrota e peso de 100 sementes, o que é indicado pelos elevados coeficientes de variação.
3. De um modo geral, as procedências introduzidas apresentam maior nível de variabilidade que as procedências brasileiras, possivelmente por ocorrência de introgressão gênica com material brasileiro, enquanto esse último, por motivo de amostragem (deriva genética), apresentou-se com base genética mais estreita.
4. As procedências introduzidas apresentam valores mínimos para os caracteres altura e largura de planta, número de ramos primários, comprimento e largura de vagem, número de lojas na vagem, peso de 100 sementes,

início de formação de botões florais e de vagens e peso verde de rebrota, enquanto que as procedências brasileiras apresentaram valores máximos para os mesmos caracteres, demonstrando que são materiais com características agronômicas opostas.

5. Para determinados caracteres, algumas procedências apresentam elevado coeficiente de variação, enquanto para outros, as mesmas procedências apresentam o mesmo coeficiente reduzido, indicando que a variabilidade entre procedências não deve ser medida por poucos caracteres.
6. As procedências analisadas apresentam três tipos de curvas de produção: tipo I, com procedências precoces e com apenas um pico de produção de sementes, tipo II, com procedências apresentando dois picos de produção, um precoce e outro tardio, e, tipo III, com procedências tardias e também com apenas um pico de produção de sementes.
7. As procedências com curvas de produção do tipo I, apresentam características de plantas estrategistas-r, isto é, precoces e de baixa capacidade competitiva, enquanto as procedências do tipo III, apresentaram características de plantas estrategistas-K, isto é, tardias e de grande capacidade competitiva. No tipo I,

encontram-se procedências introduzidas, e, no tipo III, procedências brasileiras.

8. A diferenciação das procedências conforme as características agronômicas de utilização, baseado nos caracteres produção de sementes, altura de planta, peso verde de rebrota, comprimento de vagem, peso de 100 sementes e início de formação de vagens, evidenciam, basicamente, três grandes grupos: Um primeiro indicado para produção de grãos secos, tipo feijão, formado principalmente por materiais introduzidos; um segundo grupo indicado para produção de sementes verdes, do tipo ervilha, e de biomassa verde, formado principalmente por procedências brasileiras; e, um terceiro grupo com características intermediárias, tanto de material brasileiro como introduzido.

9. Para os caracteres altura de planta, início de formação de botões florais e de vagens, comprimento e largura de vagem, número de lojas na vagem e peso de 100 sementes, há grande possibilidade de se obter sucesso de melhoramento utilizando-se esquemas simples de seleção, tanto dentro como entre procedências.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ABRANS, R. Status of research on pigeon peas in Porto Rico.

In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON GRAIN LEGUMES, Hyderabad, 1976. Proceedings. Hyderabad, ICRISAT, 1976. p.141-7.

ABRANS, T. & JULIA, F.J. Effects of planting time, plant population and row spacing on yield and others characteristics on pigeon pea (*Cajanus cajan* L.). Journal Agricultural of University of Porto Rico, Rio Piedras, 57: 275-85, 1973.

AKINOLA, J.O. & WHITEMAN, P.C. A numerical classification of *Cajanus cajan* (L.) Millsp. acessions based on morphological and agronomical attributes. Australian Journal Agricultural Research, Victoria, 23: 995-1005, 1972.

AKINOLA, J.O. & WHITEMAN, P.C. The agronomy of pigeon pea (*Cajanus cajan*), Victoria, Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops, 1975a, 57p.

AKINOLA, J.O. & WHITEMAN, P.C. Agronomic studies on pigeon pea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.); I. Field responses to sowing time. Australian Journal Agricultural Research, Victoria, 26: 43-56, 1975b.

- AWATADE, S.N.; CHOPDE, P.R. MAKNE, V.G. ; CHAUDHARI, V.P.
Estimates of Genetics Parameters in Advanced Generations
of Pigeon Pea. Tropical Grain Legume Bulletin, Ibadan,
17: 16-8, 1980.
- BOGDAN, A.V. Tropical pasture and fodder plants. Longman,
New York, 1977, p.475.
- BEDKAR, A.B.L. & NIGAN, P.K. Correlations studies in Arhar
(*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) JNKVV Research Journal,
Shimla, 6: 58, 1972.
- BHATIA, G.K.; GUPTA, S.C.; GREEN, J.M. ; SHARMA, D.
Estimates of natural cross-pollination in *Cajanus cajan*
(L.) Millsp.; Several Experimental Approaches. In:
INTERNATIONAL WORKSHOP ON PIGEON PEAS. Patancheru, 1980.
Proceedings. Patancheru, ICRISAT, 1981, v.1, p.129-36.
- CESNIC, R. Estudo da herdabilidade de alguns caracteres em
cana-de-açúcar. Piracicaba, 1972. 78p. (Doutorado-Escola
Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- DAHIYA, B.S. & BRAR, J.S. Diallel analysis of genetic
variation in pigeon pea (*Cajanus cajan*). Experimental
Agricultural, London, 13: 193-200, 1977.
- DAHIYA, B.S.; BRAR, J.S. ; BHULLAR, B.S. Inheritance of
protein contend and its correlation with grain yield in

- pigeon pea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.). Plant Foods for Human Nutrition, New York, 27: 327-34, 1977.
- D'CRUZ, R. & DEOKAR, A.B. Genetics studies in pigeon pea; I.N. green x Red grained. Mahatma Phule Agricultural University Research Journal, 1: 44-53, 1970.
- DE, D.N. Pigeon pea. In: HUTCHINSON, J., ed. Evolutionary studies in world crops. Cambridge, Cambridge University Press, 1974. p.108-115.
- DE, D.N. Origin, evolution and distribution of *Cajanus* and *Phaseolus*; Western Ghats as a microcentre. Indian Journal of Genetics and Plant Breeding, New Delhi, 36: 141-2, 1976.
- EMBRAPA/CNPQC. Guandu. In:_____. Legumínea; cultura forrageira para produção de proteína. Campo Grande, 1983. p. 9-31. (Circular Técnica, 13).
- GOODING, H.J. The agronomy aspects of pigeon peas. Field Crop Abstracts, Slough, 15: 1-5, 1962.
- GUPTA, S.C.; SAXENA, K.B. ; SHARMA, D. Inheritance of days to flower and seed size in pigeon pea. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON PIGEON PEA, Patancheru, 1980. Proceedings. Patancheru, ICRISAT, 1981. v.2, p. 61-6.
- GUPTA, V.P.; SETHI, S.C.; CHANDRA, S. Variation,

heritability and correlation among yield components in arhar (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) Haryana Agricultural University Journal of Research, Hissar-Haryana, 5: 110-5, 1975.

HEISER JR., C.B. Sementes para a civilização. São Paulo, EDUSP; Ed.Nacional, 1977. 253p.

HERRERA, P.G. & CROWDER, L.V. Influence of cutting on the herbage yield of pigeon pea (*Cajanus cajan*). Agricultura Tropicale, Bogota, 19: 521-531, 1963.

HERRERA, P.G. Effect of height of cutting on pigeon pea and koahale. Agricultura Tropicale, Bogota, 23: 34-42, 1967.

HUMPHREYS, L.R. A guide to better pastures for the tropics and sub-tropics. Wright Stephenson & Co., Victoria 1974, 71p.

INTERNATIONAL CROPS RESEARCH INSTITUTE FOR THE SEMI-ARID TROPICS. The pulses. In:_____. Annual Report; 1974-1975. Hyderabad, 1975. p.38-42.

INTERNATIONAL CROPS RESEARCH INSTITUTE FOR THE SEMI-ARID TROPICS. The pulses. In:_____. Annual Report; 1975-1976. Hyderabad, 1976. p.87-139.

INTERNATIONAL CROPS RESEARCH INSTITUTE FOR THE SEMI-ARID

- TROPICS. The pulses. In:_____. Annual Report; 1976-1977. Hyderabad, 1977. p.77-96.
- INTERNATIONAL CROPS RESEARCH INSTITUTE FOR THE SEMI-ARID TROPICS. The pulses. In:_____. Annual Report; 1977-1978. Hyderabad, 1978. p.80-102.
- INTERNATIONAL CROPS RESEARCH INSTITUTE FOR THE SEMI-ARID TROPICS. The pulses. In:_____. Annual Report; 1978-1979. Hyderabad, 1979. p.85-112.
- INTERNATIONAL CROPS RESEARCH INSTITUTE FOR THE SEMI-ARID TROPICS. The pulses. In:_____. Annual Report; 1979-1980. Hyderabad, 1980. p.99-126.
- INTERNATIONAL CROPS RESEARCH INSTITUTE FOR THE SEMI-ARID TROPICS. The pulses. In:_____. Annual Report; 1981. Hyderabad, 1981. p.119-156.
- JABRUM, P.L.M. de; BYTH, D.E.; WALLIS, E.S. Inhibition by and effects of temperature on germination of mature seed of pigeon pea. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON PIGEON PEA, Patancheru, 1980. Proceedings. Patancheru, 1981. v.2, p. 181-7.
- JAIN, K.C.; HARMA, D.; GUPTA, S.C.; REDDYM, L.J.; SINGH, U. Breeding for vegetable-type pigeons peas. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON PIGEON PEA, 1980, Patancheru. Proceedings. Patancheru, ICRISAT, 1981. v.2, p.165-72.

- KAUL, C.L. & SINGH, S.P. Staminal and functional male sterility induced by chemical treatment in papilionaceous plants. Indian Journal Agricultural Science, New Delhi, 37: 264-9, 1967.
- KHAN, T.N. A new approach to the breeding of pigeon pea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.); formation of composites. Euphytica, Wageningen, 22: 373-7, 1973.
- KHRISNA, T.G. & REDDY, L.J. Species affinities between *Cajanus cajan* and some *Atylosia* species based on esterase isoenzymes. Euphytica, Wageningen, 31: 709-13, 1982.
- KUMAR, A. & HAQUE, M. F. Variability and correlation studies in F₂ population of pigeon pea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.). Mysore Journal of Agricultural Science, Bangalore, 7:174-83, 1973.
- LADIZINSKY, G. & HAMEL, A. Seed protein profiles of pigeon pea (*Cajanus cajan*) and some *Atylosia* species. Euphytica, Wageningen, 29: 313-7, 1980.
- LOVADINI, L.A.C. & MASCARENHAS, H.A.A. Estudos para a definição da melhor época de plantio do guandu. Bragantia, Campinas, 33: V-VII, 1974.
- LOVADINI, L.A.C.; MASCARENHAS, H.A.A.; NAGAI, V.; VEIGA,

- A.A. Estudos sobre o guandu visando a produção de forragem; I. Épocas de corte, massa verde por corte e número de cortes. Bragantia, Campinas, 33: LXXI-LXXV, 1974.
- MacARTHUR, R.H. Geographical Ecology, Harper & Row, New York, 1972, 269p.
- MALIK, B.P.S.; PARODA, R.S.; CHAUDHARY, B.D. Partial correlations and path coefficient analysis of seed yield characters in pigeon pea. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON PIGEON PEA, Patancheru, 1980. Proceedings. Patancheru, ICRISAT, 1981. v.2, p.29-28.
- MARTINS, P.S.; VELLO, N.A. Evaluation of the potential for breeding of Brazilian native forage legumes, 1980. 7p. (Trabalho apresentado ao II Japanese-Brazilian Symposium, Piracicaba, S.P.).
- MENESES, O.B. Estudos para a genética do guando. Boletim do Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro, 1943. 15p.
- OZA, G.M. What is the native home of the pigeon pea ? Indian Forester, Dehra Dun, 98: 477-8, 1972.
- PEDLEY, L. Atylosia in Australia. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON PIGEON PEA, Patancheru, 1980. Proceedings. Patancheru, ICRISAT, 1981. v.2, p.51-2.

- PIANKA, E.R. Evolutionary Ecology, Harper & Row, New York, 1972, 356p.
- PIO CORREIA, M. Dicionário das plantas úteis e das exóticas cultivadas no Brasil, Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro, 1931. v.3, p.536-40.
- PRASAD, S.; PRASAD, R.; HAQUE, Md.F. Floral Biology of pigeon pea. Tropical Grain Legume Bulletin, Ibadan, 7: 12-3, 1977
- PUNDIR, R.P.S. & SINGH, R.B. Biosystematic relationships among *Cajanus*, *Atylosia* and *Rhynchosia* species and evolution of pigeon pea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.). Theoretical Applied Genetics, Berlin, 69: 531-4, 1985.
- PURSEGLOVE, J.W. Tropical Crops - Dicotyledons. Longman, London, 1968, p.236-41.
- RAJU, D.C.S. Ethnobotanical Aspects of Pigeon pea. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON PIGEON PEA, Patancheru, 1980. Proceedings. Patancheru, ICRISAT, 1981. v.1, p.15-22.
- REDDY, B.V.S.; REDDY, L.J.; MURTHI, A.N. Reproductive variants in *Cajanus cajan* (L.) Millsp. Tropical Grain Legume Bulletin, Ibadan, 7: 11, 1977.
- REDDY, B.V.S.; GREEN, J.M.; BISEN, S.S. Genetic male sterility in pigeon pea. Crop Science, Madison, 18: 362-

4, 1978.

REDDY, L.J.; GREEN, J.M.; SHARMA, D. Genetics of *Cajanus cajan* (L.) Millsp. x *Atylosia* spp. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON PIGEON PEA, Patancheru, 1980. Proceedings. Patancheru, ICRISAT, 1981. v.2, p.39-50.

REDDY, L.J. SAXENA, K.B.; SHARMA, D.; GREEN, J.M. Some combining ability analyses in pigeon pea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.). In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON PIGEON PEA, Patancheru, 1980. Proceedings. Patancheru, ICRISAT, 1981. v.2, p.93-104.

REMANANDAN, P. The wild gene pool of *Cajanus cajan* at ICRISAT, Present an Future. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON PIGEON PEA, Patancheru, 1980. Proceedings. Patancheru, ICRISAT, 1981. v.2, p.29-38.

SAS/STAT Guide for Personal Computers. SAS Institute Inc., Cary, 1987. ed.6, 1028p.

SAXENA, K.B. & SHARMA, D. Variation for leaf characteristics and relationship with grain yield and seed size in pigeon pea. Indian Journal of Genetics Plant Breeding, New Delhi, 41:340-5, 1981.

SCHAAFFHAUSEN, R. Importância do guandu na alimentação de bovinos. Jornal do Nelore, São Paulo, 5:9, 1981.

- SHORAM, J. Studies on genetic variability for some quantitative characters in pigeon pea. Madras Agricultural Journal, Madras, 70: 146-8, 1983.
- SHRIVASTAVA, M.P.; SHARMA, R.D.; LAXMAN SINGH. Karyotype analysis in 15 varieties of *Cajanus cajan* (L.) Millsp. and *Atylosia lineata* (Wallis and Arn.). Cytologia, San Francisco, 38:219-27, 1973.
- SHRIVASTAVA, M.P.; LAXMAN SINGH; TIWARI, A.S.; NEELAM SINGH. Variation for agronomic and quality characters in pigeon pea. Indian Journal Genetics Plant Breeding, New Delhi, 36: 327-7, 1976.
- SINGH, S.P.; GOVIL, J.N.; HAYAT RAM. Combining ability and heterosis in early pigeon pea hybrids. Indian Journal of Genetics Plant Breeding, New Delhi, 43: 481-6, 1983.
- SINGH, B.R.; ASAWA, B.M.; TIWARI, A.S. Analysis of genetic variability in pigeon pea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.). Tropical Grain Legume Bulletin, Ibadan, 13:20-1, 1978.
- SINGH, A.B.; YADAV, V.N.; SING, D.; SINGH, S.P. Correlation and heritability studies in Arhar (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.), Indian Agriculturist, Calcuta, 16:41-4, 1972.
- SINGH, B.V.; PANDYA, B.P.; GAUTAN, P.L.; BENIWAL, S.P.S.; PANDEY, M.P. Inheritance of resistance to sterility

- mosaic virus in pigeon pea. Indian Journal of Genetics Plant Breeding, New Delhi, 43: 487-93, 1983.
- SINGH, L.; SHRIVASTAVA, M.P.; SINGH, R.P.; TIWARI, A.S.
Leaf number and area and their association with yield in pigeon pea. Indian Journal of Genetics Plant Breeding, New Delhi, 37: 450-2, 1977.
- SNEDECOR, G.W. & COCHRAN, W.G. Statistical Methods, ed.6, Ames, Iowa State University Press, 1972. 593p.
- STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.H. Principles and Procedures of Statistics. New York, N.Y. Graw-Hill, 1960. 481p.
- THOMBRE, P.G. & MADRAP, I.A. Review of pigeon pea breeding in Maharashtra state. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON PIGEON PEA, Patancheru, 1980. Proceedings. Patancheru, ICRISAT, 1981. v.2, p.173-7.
- THOTHATHRI, K. & JAIN, S.K. Taxonomy of the genus *Cajanus* D.C. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON PIGEON PEA, Patancheru, 1980. Proceedings. Patancheru, ICRISAT, 1981. v.2, p.51-2.
- TIWARI, A.S.; SINGH, B.R.; ASAWA, B.M. Character correlations in pigeon pea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.). Tropical Grain Legume Bulletin, Ibadan, 13: 25-6, 1978.
- TURNBULL, L.V.; WHITEMAN, P.C.; BYTH, D.E. The influence of

- temperature and photoperiod on floral development of early flowering pigeon pea. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON PIGEON PEA. Patancheru, 1980. Proceedings. Patancheru, ICRISAT, 1981. V.2, P.217-22.
- VAN DER MAESEN, L.J.G. Taxonomy of *Cajanus*. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON PIGEON PEA. Patancheru, 1980. Proceedings. Patancheru, ICRISAT, 1981. v.1, p.9-13.
- VAN DER MAESEN, L.J.G. World distribution of pigeon peas; based on herbarium study, literature and statistics with data on the lata 1982. ICRISAT Information Bulletin 14, 11p., 1983.
- VEERASWAMY, R.; PALANISWAMY, G.; RATHNASWAMY, R. Natural cross-pollination in *Cajanus cajan* (L.) Millsp. and lab-lab niger Medikus. Madras Agricultural Journal, Madras, 60: 1828, 1973.
- VENCOVSKY, R. Herança Quantitativa. In: Paterniani, E. Coord. Melhoramento e produção de milho no Brasil. Piracicaba, 1978. p.192-95.
- WALLIS, E.S.; BYTH, D.E.; SAXENA, K.B. Flowering responses of thirty seven early-maturing lines of pigeon pea. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON PIGEON PEA, Patancheru, 1980. Proceedings. Patancheru, ICRISAT, 1981. v.2, p.105-8.

WERNER, J.C. O potencial do guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp. como planta forrageira. *Zootecnia*, Nova Odessa, 17: 73-100, 1979.

WUTKE, E.B. Caracterização fenológica e avaliação agronômica de genótipos de guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.). Piracicaba, 1987. 164p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/usp).