

**EFEITO DA DENSIDADE DE PLANTIO EM  
CULTIVARES DE FEIJÃO-DE-CORDA [*Vigna unguiculata*  
(L.) Walp] SOB CONDIÇÕES DE IRRIGAÇÃO**

**WELLINGTON PEREIRA DE CARVALHO**

C 342548  
T  
682  
C 3212  
1995

UAZ

**BCT/UFC CATIVO**  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

---

**DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DO CURSO DE  
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO  
EM FITOTECNIA, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENÇÃO  
DO GRAU DE MESTRE**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**

**FORTALEZA - 1995**

UFC/BU/BCT 23 Mai 1997



R598216 Efeito da densidade de plantio em cultiv  
C342548

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- C329e Carvalho, Wellington Pereira de.  
Efeito da densidade de plantio em cultivares de feijão-de-corda [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] sob condições de irrigação / Wellington Pereira de Carvalho. – 1995.  
133 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Fitotecnia), Fortaleza, 1995.  
Orientação: Prof. Dr. Francisco José Alves Fernandes Távora.
1. Agronomia. I. Título.

CDD 630

---



Esta dissertação é parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia, outorgado pela Universidade Federal do Ceará e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca Central da referida Universidade.

A citação de qualquer trecho desta dissertação é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.

---

Wellington Pereira de Carvalho

DISSERTAÇÃO APROVADA EM : 27 / 11 / 1995 .

---

Prof. Francisco José Alves Fernandes Távora - Ph. D.  
Orientador da Dissertação

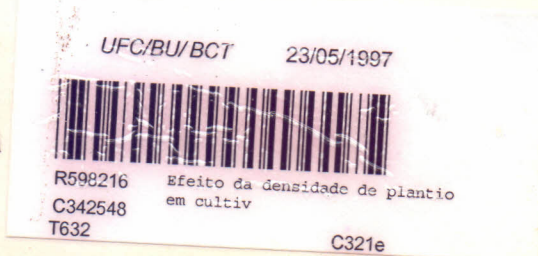
---

Prof. João Bosco Pitombeira - M.S., Ph. D.  
Conselheiro

---

Prof. João Licínio Nunes de Pinho - M.S., Doutor  
Conselheiro

ii



**A**

**DESDÊMOMA MARIA  
(IN MEMORIAN)**

**Mãe, em sua memória, por tudo que me ensinou.**

**Me guie aí de cima, onde sempre quis estar, voando...**



## AGRADECIMENTOS

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, pela oportunidade e ajuda financeira concedida para realização do Curso de Pós-Graduação e impressão do presente trabalho.

À Fundação Cearense de Amparo à Pesquisa - FUNCAP, por ter proporcionado os recursos financeiros para a execução da pesquisa.

Ao Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, através de seus professores e dirigentes, pela acolhida, orientação e ensinamentos ministrados.

O autor é especialmente grato ao professor FRANCISCO JOSÉ ALVES FERNADES TÁVORA, pela excelente orientação, compreensão, dedicação e apoio, sem os quais seria impossível concluir o presente trabalho.

Aos professores JOÃO BOSCO PITOMBEIRA e JOÃO LICÍNIO NUNES DE PINHO pelas sugestões e críticas, e pela presença na banca de defesa da dissertação.

À DIANA ARRAES ANDRADE pela inestimável colaboração neste trabalho.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para realização, com êxito, deste trabalho.



# SUMÁRIO

	PÁGINA
LISTA DE TABELAS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	viii
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	xi
INTRODUÇÃO.....	1
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
<i>CULTIVARES</i> .....	4
1 - REGIÃO NORTE.....	5
2 - REGIÃO NORDESTE.....	8
<i>DENSIDADE DE PLANTIO</i> .....	12
1 - EXPRESSÃO MATEMÁTICA DA RELAÇÃO DENSIDADE POPULACIONAL X PRODUTIVIDADE DAS CULTURAS.....	14
2 - INFLUÊNCIA DA COMPETIÇÃO ENTRE E DENTRO DO INDIVÍDUO SOBRE O RELACIONAMENTO DENSIDADE POPULACIONAL X PRODUÇÃO ECONÔMICA.....	17
3 - INTERAÇÃO ENTRE OS FATORES DE CRESCIMENTO E DENSIDADE POPULACIONAL.....	20
4 - DISPOSIÇÃO ESPACIAL DAS PLANTAS.....	25
5 - POPULAÇÃO ÓTIMA.....	35
<i>IRRIGAÇÃO</i> .....	37
1 - ESTRESSE HÍDRICO.....	37
2 - PORTE.....	39
3 - POPULAÇÃO.....	42
<i>FLORAÇÃO E ABSCISÃO</i> .....	45
MATERIAL E MÉTODOS.....	55
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	72
<i>INTERCEPÇÃO DA LUZ SOLAR</i> .....	72
<i>ÍNDICE DE ÁREA FOLLAR (L)</i> .....	73
<i>FLORESCIMENTO</i> .....	80
<i>NÚMERO DE FLORES POR PLANTA</i> .....	85
<i>EFICIÊNCIA REPRODUTIVA</i> .....	88
<i>RAMIFICAÇÃO</i> .....	93
<i>TAMANHO DA PLANTA</i> .....	98
<i>NÚMERO DE VAGENS POR PLANTA</i> .....	99
<i>PESO DE 100 SEMENTES</i> .....	103
<i>RENDIMENTO DE SEMENTES POR FRUTO</i> .....	103
<i>COMPRIMENTO DA VAGEM</i> .....	107
<i>NÚMERO DE SEMENTES POR VAGEM</i> .....	107
<i>PRODUÇÃO DE SEMENTES POR PLANTA</i> .....	111
<i>PRODUTIVIDADE</i> .....	112
CONCLUSÕES.....	117
LITERATURA CITADA.....	120

## LISTA DE TABELAS

TABELA		Página
01	Temperaturas média, máxima e mínima (° C), evaporação (mm) e precipitação (mm), relativos ao mês de novembro. Fortaleza, CE. 1994. ....	57
02	Temperaturas média, máxima e mínima (° C), evaporação (mm) e precipitação (mm), relativos ao mês de dezembro. Fortaleza, CE. 1994. ....	58
03	Temperaturas média, máxima e mínima (° C), evaporação (mm) e precipitação (mm), relativos ao mês de janeiro. Fortaleza, CE. 1995. ....	59
04	Temperaturas média, máxima e mínima (° C), evaporação (mm) e precipitação (mm), relativos ao mês de fevereiro. Fortaleza, CE. 1995. ....	60
05	Balço hídrico dos meses de novembro e dezembro de 1994 e janeiro e fevereiro de 1995. Fortaleza, CE. ....	61
06	Características botânicas, agrônômicas, nome vulgar, procedência e número de registro das cultivares de feijão-de-corda, <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp utilizadas no experimento de Fortaleza, Ceará, 1994. ....	62
07	Características químicas do solo onde foi instalado o experimento e recomendação de adubação. Fortaleza, CE. 1994. ....	69
08	Tempo de duração, quantidade de água aplicada no experimento e precipitação ocorrida durante os meses de novembro e dezembro. Fortaleza, CE, 1994. ....	70
09	Análise de variância e coeficiente de variação de L máximo, porcentagem de luz interceptada pelas plantas no L máximo e dias após a emergência decorridos para se atingir L máximo de dez cvs de feijão-de-corda submetidas às populações de 41.666 e 125.000 plantas/ha. Fortaleza, CE. 1995. ....	76
10	L máximo, porcentagem de interceptação da luz solar no L máximo e dias após a emergência decorridos para se atingir L máximo de dez cvs de feijão-de-corda submetidas às populações de 41.666 e 125.000 plantas/ha. Fortaleza, CE. 1995. ....	77
11	Análise de variância e coeficiente de variação de início de floração, 50% de floração, número de flores/planta e eficiência reprodutiva de dez cvs de feijão-de-corda submetidas às populações de 41.666 e 125.000 plantas/ha. Fortaleza, CE. 1995. ....	82
12	Número de dias para Início e 50% de floração de dez cvs de feijão-de-corda submetidas às populações de 41.666 e 125.000 plantas/ha Fortaleza, CE. 1995. ....	83
13	Número de flores por planta e eficiência reprodutiva (%) de dez cvs de feijão-de-corda submetidas às populações de 41.666 e 125.000 plantas/ha. ....	91
14	Análise de variância do número de ramos laterais de dez cvs de feijão-de-corda submetidas às populações de 41.666 e 125.000 plantas/ha. Fortaleza, CE. 1995. ....	95
15	Número de ramos laterais de dez cvs de feijão-de-corda submetidos às populações de 41.666 e 125.000 plantas/ha. Fortaleza, CE. 1995. ....	96



- 16 - **Análise de variância de tamanho das plantas e número de vagens por planta de dez cvs de feijão-de-corda submetidas às populações de 41.666 e 125.000 plantas/ha. Fortaleza, CE. 1995. .... 100**
- 17 - **Tamanho de plantas (cm) e número de vagens por planta de dez cvs de feijão-de-corda submetidas às populações de 41.666 e 125.000 plantas/ha. Fortaleza, CE. 1995. .... 101**
- 18 - **Análise de variância de produção de sementes/planta, rendimento de sementes/fruto, comprimento da vagem, número de sementes/vagem, peso de 100 sementes e rendimento de grãos de dez cvs de feijão-de-corda submetidas às populações de 41.666 e 125.000 plantas/ha. Fortaleza, CE. 1995. .... 105**
- 19 - **Peso de 100 sementes (g) e rendimento de sementes por fruto (%) de dez cvs de feijão-de-corda submetidas às populações de 41.666 e 125.000 plantas/ha. Fortaleza, CE. 1995. .... 106**
- 20 - **Comprimento de vagens (cm) e número de sementes por vagem de dez cvs de feijão-de-corda submetidas às populações de 41.666 e 125.000 plantas/ha. Fortaleza, CE. 1995. .... 109**
- 21 - **Produção sementes por planta (g) e rendimento de grãos (kg/ha) de dez cvs de feijão-de-corda submetidas às populações de 41.666 e 125.000 plantas/ha. Fortaleza, CE. 1995. .... 115**

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
01 - Diagrama representando a coleta dos dados de interceptação de luz solar. Fortaleza, CE. 1995.....	71
02 - Morfologia floral de uma planta de feijão-de-corda. Fortaleza, 1995.....	71
03 - Porcentagem de luz interceptada no L máximo de dez cvs de feijão-de-corda submetidas às populações de 41.666 e 125.000 plantas/ha. Fortaleza, CE. 1995.....	78
04 - L de 10 cvs de feijão-de-corda submetidas às populações de 41.666 e 125.000 plantas/ha. Fortaleza, CE. 1995.....	78
05 - Dias necessários para se atingir o L máximo de dez cvs de feijão-de-corda submetidas às populações de 41.666 e 125.000 plantas/ha. Fortaleza, CE. 1995.....	79
06 - Início de florescimento e 50% de floração de dez cvs de feijão-de-corda submetidas às populações de 41.666 e 125.000 plantas/ha. Fortaleza, CE. 1995.....	84
07 - Número de flores por planta de dez cvs de feijão-de-corda submetidas às populações de 41.666 e 125.000 plantas/ha. Fortaleza, CE. 1995. ....	92
08 - Número de ramos laterais de dez cvs de feijão-de-corda submetidas às populações de 41.666 e 125.000 plantas/ha. Fortaleza, CE. 1995.....	97
09 - Porte da cv CE-315 nas populações de 41.666 plantas/ha (espaçamento de 40 x 20 cm) e 125.000 plantas/ha (espaçamento de 80 x 30 cm). Fortaleza, CE. 1995.....	97
10 - Tamanho das plantas de dez cvs de feijão-de-corda submetidas às populações de 41.666 e 125.000 plantas/ha. Fortaleza, CE. 1995.....	102
11 - Número de vagens por planta de dez cvs de feijão-de-corda submetidas às populações de 41.666 e 125.000 plantas/ha. Fortaleza, CE. 1995. ....	102
12 - Comprimento da vagem e número de sementes por vagem de dez cvs de feijão-de-corda submetidas às populações de 41.666 e 125.000 plantas/ha. Fortaleza, CE. 1995.....	110
13 - Produção de sementes por planta de dez cvs de feijão-de-corda submetidas às populações de 41.666 e 125.000 plantas/ha. Fortaleza, CE. 1995. ....	116
14 - Rendimento de grãos de dez cvs de feijão-de-corda submetidas às populações de 41.666 e 125.000 plantas/ha. Fortaleza, CE. 1995.....	116

## RESUMO

Um ensaio de campo foi conduzido de novembro de 1994 a fevereiro de 1995 em Fortaleza, Ceará, Brasil, com o objetivo de estudar o comportamento de dez cvs de feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* (L) Walp), pertencente ao Banco de Germoplasma da Universidade Federal do Ceará, com diferenças de porte e hábito de crescimento, em dois níveis populacionais (41.666 e 125.000 plantas/ha), em condições de irrigação.

As cvs diferiram com relação ao L máximo, porcentagem de interceptação da radiação solar, dias para atingir a porcentagem máxima de interceptação da radiação solar, número de flores/planta, eficiência reprodutiva, número de ramos laterais, tamanho da planta, número de vagens/planta, peso de 100 grãos, número e peso de grãos/vagem, comprimento das vagens, produção de grãos por planta e produção de grãos/ha.

O L máximo, a interceptação de luz solar, e a produção de grãos/ha aumentaram com a maior população (125.000 plantas/ha). Ao contrário, o número de dias para a interceptação máxima de luz, o número de flores/planta, o número de ramos laterais, e o número de vagens e sementes por planta, foram reduzidos com o aumento da população de plantas. A densidade de plantio não teve influência na eficiência reprodutiva, número de vagem/planta, peso de 100 grãos, número e peso de grãos por vagem e comprimento da vagem.



As cvs apresentaram, em média, valores baixos para o L máximo, variando de 1,24 (41.666 plantas/ha) para 2,76 (125.000 plantas/ha). Também não conseguiram interceptar totalmente a radiação solar, atingindo apenas valores médios máximos de 47,02% e 73,13% nas populações baixa e alta, respectivamente.

A cv CE 670 apresentou a maior produtividade média do ensaio, demonstrando elevada plasticidade às variações de população de plantio. A cv CE 116, de porte ereto, apresentou a maior produtividade na população de 125.000 plantas/ha. A hipótese de que as cvs de porte ereto apresentam, sob regime de irrigação, maior resposta em produtividade ao adensamento do que as de hábito ramador não foi confirmada nos limites de população estudados.

A produção de grãos/ha das diversas cvs apresentou correlação positiva com o número de sementes/vagem, tamanho da planta e produção de sementes/planta.

## ABSTRACT

A field experiment was carried out in Fortaleza, Ceará, Brazil, from November 1994 to February 1995, with the objectives of studying the behavior of ten cowpea cvs (*Vigna unguiculata* (L) Walp), from the Federal University of Ceará germoplasm bank, with differences in growth habit, in two population densities (41.666 and 125.000 plants/ha), under irrigation conditions.

The cvs differed in L maximum, percentage and days to reach maximum percentage of solar radiation interception, number of flowers/plant, reproductive efficiency, number of lateral branches/plant, plant size, number of pods/plant, weigh of 100 grains, number and weigh of grains/pod, pod length, grain yield/plant and grain yield/ha.

The maximum L, the percentage of solar radiation interception, and the grain yield/ha increased with the higher population (125.000 plants/ha). On the other hand, the number of days required for interception of maximum solar radiation, the number of flowers/plant, the number of lateral branches, and the number of grains and pods per plant were reduced with the increase of plant population. Plant density had no influence on reproductive efficiency, number of pod/plant, weigh of 100 grains, number and weigh of grains per pod and pod length.



The cvs showed low values for L maximum, varying from 1,24 (41.666 plants/ha) to 2,76 (125.000 plants/ha). Cowpea was not able to intercept the total solar radiation that reached the crop, with average levels of maximum interception varying from 47,02% to 73,13% at the low and high plant population, respectively.

The cv CE 670, intermediate spreading buch type, had the higher average yield over the two plant populations, showing an outstanding plasticity to extreme population densities. The cv CE 116, a buch type, had the higher grain yield when planted in the 125.000 plants/ha population. The hypothesis that under irrigation conditions the buch type cvs show a better yield response to increase in planting density as compared to the prostate/creeping type cvs, was not confirmed under the population limits studied.

The grain yield/ha was positively correlated to the number of grains/pod, plant size and grain yield/plant.

## INTRODUÇÃO

O feijão-de-corda [*Vigna unguiculata* (L.) Walp], também conhecido como caupi ou feijão macáassar, é uma leguminosa de origem africana, de clima tropical e sub-tropical e ciclo de 60 a 150 dias. Dependendo da cultivar, tem boa capacidade de fixar o nitrogênio atmosférico, sendo ainda pouco exigente em fertilidade do solo. A planta contém nos grãos secos, cerca de 24% de proteínas, com 80 a 90% de digestibilidade e aproximadamente 57% de carboidratos, além de ser relativamente rica em cálcio e ferro. Assim, é possuidora de características que lhe conferem alto valor alimentar (ARAÚJO e WATT, 1988). É considerada uma espécie relativamente adaptada à seca, principalmente as cultivares ramadoras, embora a maior ou menor capacidade de adaptação varie, de uma cultivar para outra (SUMMERFIELD, 1985).

Esta cultura, que faz parte dos hábitos alimentares dos africanos, foi introduzida no Brasil com o início do tráfico de escravos por volta do século XVI, encontrando aqui boas condições de clima e solo para a sua adaptação. Tendo como habitat as regiões de clima quente e úmido, é cultivado predominantemente nas regiões Norte e Nordeste do País. Essas Regiões, com características edafoclimáticas distintas - o Norte, bastante úmido e coberto pela floresta; e o Nordeste, com o semi-árido e o sertão - enquadram-se na faixa de temperatura ideal (entre 18 e 34° C) para o seu desenvolvimento (ARAÚJO e WATT, 1988).

O feijão-de-corda é cultivado em áreas isoladas da Amazônia, especialmente em lugares onde se instalaram imigrantes nordestinos, constituindo-se a principal fonte de alimento dessas populações. Suas propriedades nutricionais, relativamente superiores às do feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), e o seu baixo custo de produção fazem com que seja considerado extremamente importante naquela Região.

Os produtos feijão e feijão-de-corda representam 10% do valor total da agricultura nordestina. O feijão-de-corda detém a segunda posição, depois da mandioca, em extensão de área em cultivo na Região e ocupa 60% das áreas cultivadas com feijão no Nordeste. Sua produtividade média é em geral inferior à do feijão comum, sendo cultivado de forma restrita em áreas irrigadas dos perímetros de colonização, apresentando níveis de produtividade, ainda que superiores aos da média em sequeiro, relativamente baixos dado o uso de cultivares tradicionais nestes plantios. Nestas áreas, a produtividade média (650 kg/ha) representa um pouco mais que o dobro da média regional de 260 kg/ha. No entanto, com a utilização de cultivares melhoradas, alcança produtividades em sistema de monocultura irrigada entre 1.000 e 1.200 kg/ha (TEIXEIRA, 1988).

A baixa produtividade alcançada pelos produtores no Nordeste em geral tem como principal causa os seguintes fatores: plantio de variedades de porte ramador; associação com outras culturas; espaçamento e densidade inadequados e prática de não irrigar essa cultura na época de escassez de chuvas.



Supõe-se que as variedades de porte ramador utilizadas em plantios de sequeiro, quando plantadas em regime de irrigação com elevada densidade de plantio tenham sua produtividade comprometida. Já as variedades de porte ereto, que têm sua produtividade comprometida quando plantadas em regime de sequeiro no mesmo espaçamento e densidade utilizados para variedades de porte rasteiro, quando plantadas em populações mais adensadas sob regime de irrigação, tenham sua produtividade aumentada significativamente.

Diante desta suposição e da importância que esta cultura tem para o Nordeste, faz-se necessário a realização de estudos na busca de variedades que se enquadrem dentro das características desejáveis, ou seja, que tenham porte e hábito de crescimento ideais para que apresentem respostas positivas tanto ao adensamento como ao arranjo de plantio, para que se possa utilizar esta cultura no esforço de modernização da agricultura regional e para que se faça seu plantio racional, principalmente nas áreas secas onde se está implantando uma estrutura de irrigação adequada.

O presente estudo teve como principais objetivos:

- Identificar cultivares de feijão-de-corda que tenham melhor resposta ao adensamento e arranjo de plantio obtendo assim, produtividades compatíveis com o plantio irrigado e a agricultura moderna.

- Estudar as interações entre genótipo (tipo de planta) e o arranjo e população de plantio.

- Estudar a eficiência reprodutiva das cultivares testadas.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para que se possa elevar a produtividade do feijão-de-corda a níveis compatíveis com os obtidos pela pesquisa devem ser considerados alguns fatores caso se pretenda utilizar esta importante cultura no esforço de modernização da agricultura regional. A seguir serão abordados quatro destes principais fatores:

### CULTIVARES

Associado ao hábito alimentar de grande contingente da população das regiões Norte e Nordeste, o feijão-de-corda encontrou uma maior capacidade de adaptação às condições edafo-climáticas dessas Regiões que o feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), o qual é ainda bem mais susceptível à doença denominada "mela do feijoeiro" causada pelo fungo *Thanatephorus cucumeris* cuja incidência é bem mais acentuada na região Norte (MENEGÁRIO, 1971).

Em geral, a exploração da cultura é feita dentro de padrões tradicionais com a utilização de cvs de baixo potencial produtivo, geralmente de misturas varietais, que ocasionam desuniformidade em caracteres botânicos e agrônômicos, tais como início de floração, período de floração,



porte, ciclo e principalmente tamanho, forma e cor dos grãos, para os quais a uniformidade é um fator muito importante (IPEANE, 1978).

Essa desuniformidade prejudica a eficiência dos tratamentos culturais e provoca um maior número de colheitas em decorrência da dilatação do período de maturação dos frutos, diminuindo, portanto, a rentabilidade da cultura. Além disso, a ocorrência de diversos tipos de grãos determina uma produção de qualidade inferior, causando dificuldades à comercialização e prejudicando as qualidades culinárias do produto, principalmente em virtude de os grãos apresentarem tempos de cocção diferentes (PAIVA et al, 1971).

Evidenciou-se, por conseguinte, a necessidade de se realizarem trabalhos de melhoramento dos tipos locais já adaptados e de se fazerem introduções de germoplasmas que se adaptem às condições ecológicas das regiões onde o feijão-de-corda é cultivado.

Assim a busca de alternativas genéticas foi estimulada e uma significativa quantidade de genótipos desenvolvida por pesquisadores de universidades e instituições de pesquisa estaduais e de âmbito nacional.

## 1 - REGIÃO NORTE

Em Rio Branco, no estado do Acre, CARDOSO et al (1980), realizaram um estudo utilizando diversos materiais provenientes da Nigéria (IITA), de instituições de pesquisa nacionais e também materiais locais e concluíram que os materiais que mais se destacaram foram: CNCx - 10 -4D,

TVU 1509 - B, CE - 49, CNCx - 15 - 3D, "Enrica Pobre", "Fígado-de-galinha", CNCx - 2 - 3D e TVx - 3218 - 03 - D.

No território do Amapá, OLIVEIRA et al (1980) ao avaliarem 20 materiais de diversas procedências, concluíram que as cvs Floricream (998 kg/ha), Bitú - V - 10 (969 kg/ha), Guerrero 105 (933 kg/ha), Potomac (850 kg/ha) e Snap Pea (839 kg/ha) foram as mais produtivas.

NOGUEIRA (1981) realizaram dois ensaios de competição de cvs em Manaus no estado do Amazonas e encontraram que as cvs CNCx 0503 (porte ramador), VITA 7, VITA 3, Quarenta Dias e TVx 1836 - 013J (porte ereto) apresentaram rendimentos superiores à testemunha local.

Após os resultados obtidos de três ensaios de competição de cvs realizados em Altamira no estado do Pará, CORRÊA (1981) sugeriu que as cvs IPEAN V - 69, TVx 1836 - 015J, "Quebra Cadeira", VITA 3 e TVx 1836 - 013J, em função do seu bom desempenho, deveriam ser difundidas para os produtores da Região.

CORDEIRO e ALVES (1983) estudando o comportamento de vinte e uma cvs ramadoras de feijão-de-corda em área de mata no estado de Roraima, verificaram que as cvs Rubi V-11, Paraíba, Guerreiro e Jaguaribe foram as que se destacaram por produzirem mais que a testemunha regional.

Em Porto Velho, estado de Rondônia, destacaram-se como superiores a testemunha local, cultivar "Manaus", as cvs VITA 3, CNCx 105 - 22E, respectivamente, com produtividade de 496 e 455 kg/ha, (SOBRAL, 1984).

Em ensaios conduzidos em três localidades do estado do Maranhão, as cvs CNCx 0434 (2.002 kg/ha), CNCx 105 - 22E (1.926 kg/ha) e CNCx 105 - 18E (1.639 kg/ha) foram as que mais se destacaram com rendimentos superiores às testemunhas locais, SOARES et al (1985, a,b e c).

Num ensaio de competição de cvs conduzido em Macapá, no território do Amapá, as cvs CNCx 21 - 07E e CNCx 24 - 015E com rendimentos médios de 800 kg/ha, superaram em 22 % a cv local (NOGUEIRA e ALVES, 1985). Posteriormente os autores ao avaliarem 25 germoplasmas de feijão-de-corda, concluíram que as cvs CNCx 164 - 9F, BR 1 - Poty, CNCx 0434, CNCx 180 - 3F, CNCx 168 - 2F, Manaus, CNCx 167 - 7E, 40 Dias, CNCx 164 - 2F, CNCx 167 - 9E, CNCx 161 - 5E e CNCx 167 - 11F, com rendimentos superiores a 1 000 kg/ha foram as mais produtivas (NOGUEIRA e ALVES, 1986)

Ao analisarem 14 genótipos de feijão-de-corda em Arari, Maranhão, SANTOS et al (1991) classificaram como mais promissoras as cvs IT 82 - D - 812 e EPACE 1 com produtividades de 2.255 kg/ha e 2.065 kg/ha, respectivamente. Na pesquisa, em um mesmo espaçamento, foram utilizadas cvs de porte ereto, semi-ereto, semi-ramador e ramador. Os autores observaram que as cvs do tipo ereto permitiram uma maior incidência de plantas invasoras, sugerindo assim uma redução do espaçamento para esses tipos.



## 2 - REGIÃO NORDESTE

No Nordeste, o Ceará tem se destacado como um dos Estados com mais tempo e maior volume de pesquisas com feijão-de-corda. Pesquisadores da EPACE (Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará) e também da UFC (Universidade Federal do Ceará) desenvolvem trabalhos de melhoramento e introdução de novas cvs há vários anos cujos resultados culminaram no lançamento de cvs mais produtivas, algumas resistentes às pragas e doenças da Região e mais adaptadas às adversidades climáticas do Estado.

PAIVA et al (1974), realizaram ensaios em quatro municípios do Estado, onde foram estudadas doze cvs de feijão-de-corda provenientes do Banco de Germoplasma do Centro de Ciências Agrárias da UFC e de instituições de pesquisa agropecuárias dos Estados do Piauí e Pernambuco. Segundo os autores, as cvs Carrapicho, Potomac e Pitiúba foram as que mais se destacaram com rendimentos superiores à testemunha local (Seridó).

Posteriormente o mesmo autor e colaboradores realizaram um outro ensaio onde foram estudadas 161 cvs de feijão-de-corda de diversas procedências. Os resultados indicaram que 83 cvs apresentaram rendimentos médios superiores a média geral, e, comparando-se com os rendimentos médios da testemunha (Pitiúba com 2.473 kg/ha), verificou-se que vinte cvs apresentaram rendimentos superiores : CE - 254; CE - 258; CE - 278; CE - 279; CE - 281; CE - 285; CE - 289; CE - 290; CE - 291; CE - 292; CE - 305;

CE - 315; CE - 318; CE - 319; CE - 320; CE - 321; CE - 329; CE - 331; CE - 332 E CE - 333 (PAIVA et al, 1977).

Agricultura - FREIRE FILHO et al (1978) após avaliarem 25 cvs de distintos portes e procedências, em dois sistemas de cultivo (cultura pura e consorciada com milho cv Centralmex), verificaram que as cvs Praiano e Pernambuco V-12m, com rendimentos superiores a 800 kg/ha destacaram-se das demais nos dois sistemas de cultivo. As cvs Jatobá, Cowpea - 535, IPEAN VII, Jaguaribe, Branquinho, CE - 279, Producer P - 49 , CE -139, Sempre Verde e Mamoninha II apresentaram-se mais eficientes em cultura pura, enquanto as cvs CE - 140, Bola de Ouro, Quebra Cadeira e Seridó adaptaram-se bem ao consórcio. Os autores concluíram, ainda, que há evidências de que o potencial genético para produção de grãos de cvs de feijão-de-corda guarda relação direta com o ciclo produtivo.

Em cinco ensaios de competição de cvs instalados na região do Cariri, municípios de Brejo Santo e Missão Velha, no estado do Ceará, BARRETO et al (1980) avaliaram o desempenho de 80 diferentes cvs em ensaios regionais e avançados e concluíram que a cv Praiano, com rendimento de 2.140 kg/ha foi a mais produtiva dentre todas avaliadas. Destacaram-se também as cvs Pitiúba, TVx 1841 - 01E, TVx 1193 - 7D, 4R - 0267 - 1F e TVx 1193 - 01E. Também na região do Cariri, BARRETO e QUINDERÉ (1984) realizaram quatro ensaios em dois sistemas de cultivo: monocultivo e consorciados com milho (cv Centralmex), nos quais foram avaliadas as cvs Alagoano, Branquinho, Canapu, Jaguaribe, Pitiúba, Praiano,



Quarenta Dias, Quebra Cadeira, Seridó (cultivadas comercialmente na região Nordeste); VITA-3 (procedente do International Institute of Tropical Agriculture - IITA). Como testemunhas locais foram utilizadas as cvs Travessia e Maranhão. Os autores concluíram que a interação entre sistema de cultivo e cvs não foi significativa em se tratando de rendimento cultural, quer do milho, quer do feijão-de-corda. Segundo os autores, em termos de rendimento agrícola, a cv Seridó, com uma produtividade de 800 kg/ha superou as demais quando consorciada mesmo nas condições de intenso estresse hídrico a que foi submetido o ensaio conduzido em Milagres. Este resultado reafirma a adaptabilidade geral da cv. Quanto ao rendimento dos materiais em monocultivo, destacaram-se, com rendimentos médios acima de 1000 kg/ha, as cvs Pitiúba e Seridó no ensaio de Missão Velha e as cvs Maranhão, VITA - 3, Pitiúba, Seridó e Branquinho em Milagres.

BOSCO et al (1985) concluíram, após determinarem a floração inicial, comprimento das vagens e rendimento de grãos de 15 cvs de feijão-de-corda, que é bastante restrita a possibilidade de se aliar esses três caracteres, em níveis desejáveis numa mesma cv. Observaram, ainda, que as cvs CNCx 21 - 07E, CNCx 105 - 29E e CNCx 24 - 015E tenderam a apresentar melhor desempenho e mantiveram uma certa estabilidade na maioria dos locais onde foram testadas.

SERPA e CARVALHO (1986) verificaram que as cvs IPEAN, L - 1429, IPA - 201, Malhada Preta, Poty, L - 090 e Macassar Branco destacaram-se como mais produtivas, superando a média do ensaio, onde

foram avaliadas 13 cvs de feijão-de-corda em Nossa Senhora das Dores, no Estado de Sergipe.

PAIVA et al (1988) no município de Quixadá, Ceará, avaliando onze cvs de feijão-de-corda, verificaram que os maiores pesos de 100 sementes foram obtidos para a testemunha (cv Seridó) e a cv IPA - 201. Já as cvs CNCx 153 - 3F e CNCx 249 - 270F com rendimentos de 1123 e 1034 kg/ha, apresentaram respectivamente, ganhos da ordem de 67,36 e 54,09% em relação a testemunha.

Em ensaio de competição de cvs realizado em Morada Nova no estado do Ceará, ROCHA et al (1990), após verificarem que as cvs BR - 1 Poty, EPACE 1 e EPACE 10 foram superiores a cv Pitiúba (testemunha), concluíram que as mesmas podem ser indicadas aos produtores da Região.

SÁ e BARRETO (1993) trabalhando com dez linhagens oriundas de ensaio regional e do programa estadual de melhoramento e duas cvs locais utilizadas como testemunha na Região da Ibiapaba, no Ceará, concluíram que as linhagens mais promissoras foram CNCx 698 - 128G, CNCx 797 - 11E, CNCx 870 - 7E, CNCx 682 - 24G e CNCx 870 - 10E, com rendimentos superiores a 1.000 kg/ha.

BARRETO e QUINDERÉ (1993), nos municípios de Missão Velha e Milagres, Ceará, avaliaram, nos sistemas de plantio solteiro e consorciado com milho, doze cvs, sendo nove procedentes do IITA, uma proveniente do IPEAN e duas variedades locais, usadas como testemunhas. Segundo os autores, a cv que reuniu o maior número de características desejáveis para

ambos os sistemas foi TVx 1836 - 013J (EPACE 6). Já a cv IPEAN V-69 e as testemunhas Travessia e Maranhão com médias superiores a 1.000 kg/ha, tiveram rendimentos considerados satisfatórios no sistema de monocultivo.

BARRETO et al (1994), conduziram em diversos locais do Ceará, várias pesquisas com a cultura do feijão-de-corda. Dentre elas, foram instalados em 1992 ensaios preliminares, avançados e regionais e em 1993, ensaios estaduais. Segundo os autores, nos ensaios preliminares destacaram-se as linhas CNCx 923 - 3F, CNCx 922 - 4F, CNCx 922 - 2F e CNCx 927 - 11E. Nos ensaios avançados as linhas CNCx 870 - 1E, CNCx 870 - 7E, CNCx 870 - 10E, CNCx 788 - 1E e CNCx 750 - 54G. Nos ensaios regionais as linhas CNCx 764 - 27G, CNCx 698 - 70G, CNCx 698 - 128G, CNCx 664 - 83G e CNCx 698 - 145G e nos ensaios estaduais destacaram-se as linhas CNCx 930 - 2F, CNCx 928 - 6F, CNCx 295 - 1F, CNCx 928 - 18F e CNCx 698 - 128G.

## DENSIDADE DE PLANTIO

Em geral, os estudos sobre densidade de plantio, que envolvem não só o número de indivíduos por unidade de área, como também a disposição espacial das plantas (espaçamento entre e dentro das fileiras), estão voltados para o estabelecimento de uma superfície fotossintética ótima sobre o terreno. Isto conduz a uma maior interceptação da energia radiante, que atinge uma determinada superfície e, conseqüentemente, na elevação da



quantidade da matéria seca produzida por unidade de área. De outra maneira, pode-se dizer que os trabalhos sobre densidade populacional buscam estabelecer para cada espécie ou mesmo dentro das espécies, obedecendo os limites necessários ao suprimento d'água e de nutrientes, o Índice de Área Foliar (L) ótimo.

Sob esse pressuposto passa a ser também importante nesse tipo de trabalho a avaliação dos efeitos da competição entre os indivíduos de uma comunidade vegetal através das suas produções biológica e/ou econômica, que são condicionadas pelas características da planta e meio ambiente.

É possível identificar o comportamento diferencial dos genótipos das diversas espécies vegetais cultivadas, quanto à influência da população sobre a produção de biomassa, como também concernente à própria divisão de fotossintetizados. Isto é, a competição estabelecida entre e dentro dos próprios indivíduos. Assim, o tipo de planta, considerando sua arquitetura (porte, área foliar, posição das folhas e hábito de crescimento) e o modelo de seu sistema radicular ao lado da habilidade na absorção de nutrientes e da tolerância à restrição do suprimento hídrico, condiciona fortemente os efeitos da densidade de plantio sobre a produtividade das culturas.

Em relação às condições ambientais o ponto fundamental está na compreensão de como um certo número de indivíduos por unidade de área pode estabelecer diferentes níveis de competição por determinados fatores de crescimento (luz, água e nutrientes).

A espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp apresenta uma variabilidade genética bastante elevada quanto à estrutura de sua parte aérea, sempre aliada a de outros caracteres. De uma maneira geral, as plantas do feijão-de-corda, quanto à característica de gema apical, são portadoras de hábitos de crescimento determinado ou indeterminado. Além do mais, devem ser consideradas as diferenças na morfologia da parte aérea da planta, não só em relação ao número dos nós e comprimento dos internódios, como também no que tange ao comprimento e hábitos de crescimento das ramificações.

Assim, numa espécie como o feijão-de-corda, que, reconhecidamente, a interação genótipo x ambiente influencia certas características da arquitetura da planta, é esperado um forte condicionamento entre a morfologia da planta e produtividade da cultura, causado pela variação da distância (entre e dentro da fileira) dos competidores.

## 1 - EXPRESSÃO MATEMÁTICA DA RELAÇÃO DENSIDADE POPULACIONAL X PRODUTIVIDADE DAS CULTURAS

HOLLIDAY, apud MITCHELL (1970), propôs para descrever as relações entre a densidade de plantio e as produções biológica e econômica (produção de grãos por unidade de área, por exemplo) as funções hiperbólica retangular e parabólica. A representação gráfica das duas funções mostra que, enquanto por um lado não há declínio na produção de biomassa total

com o aumento da população, podem ocorrer perdas pelo excesso de sementes utilizado a partir do ponto no qual a curva atinge um patamar. Neste ponto, a produção econômica começa a declinar com a elevação da densidade de plantio. Isto ocorre justamente no ponto onde praticamente não há mais ganho de biomassa por unidade de área e provavelmente é uma consequência da forte competição entre plantas, pois os fatores de crescimento como luz, nutrientes e água, passam a ser limitantes.

DOUST (1991) ao estudar a influência da densidade de plantio na floração, frutificação e quantidade de folhas em feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) concluiu que esta cultura desenvolveu uma maior quantidade de tecidos não reprodutivos quando plantada em alta densidade. Entretanto, quando plantada em uma densidade intermediária (200.000 plantas/ha) produziu maior biomassa total e maior número de vagens comerciais por unidade de área.

Em situações onde o tipo de relacionamento entre a produção e a densidade de plantio é avaliado em função da produção de biomassa, a função hiperbólica retangular, a seguir descrita, pode ser utilizada:

$$Y = Ax \cdot (1 + Abx)^{-1}, \quad \text{onde:}$$

Y = produção de matéria seca por unidade de área

A = produção máxima aparente por planta

x = número de plantas por unidade de área

b = coeficiente de regressão linear



Nesta expressão, o termo  $(1 + Abx)^{-1}$ , denominado "fator de competição", representa o processo de como a produção máxima da planta é reduzida pela competição entre indivíduos em condições de elevada densidade de plantio.

De outra maneira, a relação entre produção econômica e população de plantas, onde valores mais baixos da produção são atingidos de ambos os lados de um ponto máximo, pode ser descrita pela equação seguinte, que representa a função parabólica;

$$Y = a + bx - cx^2, \text{ onde:}$$

Y = produção por área

x = população de plantas

a, b e c = coeficientes de regressão

Esta função foi utilizada por NANGJU et al (1976), para descrever o efeito da densidade de plantio sobre a capacidade produtiva de duas cvs de feijão-de-corda com plantas portadoras de hábitos de crescimento diferentes. As curvas de produção econômica das duas cvs apresentaram uma função parabólica sendo que, a curva da cv de hábito de crescimento do tipo indeterminado apresentou uma queda mais acentuada na produção econômica a partir do ponto denominado como população ótima (0,5 m entre fileiras) em relação a cv de hábito de crescimento do tipo determinado.

## 2 - INFLUÊNCIA DA COMPETIÇÃO ENTRE E DENTRO DO INDIVÍDUO SOBRE O RELACIONAMENTO DENSIDADE POPULACIONAL X PRODUÇÃO ECONÔMICA

Deve ser ainda considerado que a forma da curva que representa o relacionamento entre a densidade de plantio e a produção econômica pode ser modificada em função do tipo de planta característico da espécie. Isto é, pode haver um declínio mais acentuado da produção, com o aumento do número de plantas por unidade de área, imediatamente após o valor máximo ter sido atingido. De outra maneira, dentro de certo intervalo de densidade de plantio, a curva pode apresentar os valores máximos, quase que pertencendo a um patamar. Estes fenômenos estão bem caracterizados pela representação do efeito da densidade de plantio sobre a produção de grãos de milho e fibra de algodão (ARNON, 1972). Em relação ao milho, planta portadora de hábito de crescimento do tipo determinado, observa-se que responde a uma forte competição entre indivíduos ao trocar o tamanho de suas partes. Isto foi verificado pela redução no número, peso e tamanho das espigas, quando a densidade passou de 37 a 80 mil plantas por hectare em experimentos conduzidos na Nigéria por REMISSON e LUCAS (1982). Para o algodão, isto pode ser facilmente explicado, pois a planta apresenta uma grande habilidade em se ajustar à competição entre indivíduos, permanecendo com níveis de produção econômica ótimos num intervalo amplo de densidade de plantio, dentro de certas restrições dos fatores de crescimento.

Outras espécies apresentaram um comportamento similar ao do algodão. Entre as gramíneas, por exemplo, as plantas de algumas espécies aumentam ou reduzem o número de perfilhos em função da competição entre os indivíduos.

Por outro lado, plantas de espécies em que as gemas florais não obrigatoriamente nascem do ramo principal podem responder a um aumento da densidade de plantio alternando o desenvolvimento de suas partes. É o caso das leguminosas, principalmente dos genótipos com hábito de crescimento do tipo indeterminado. Assim REMISSON (1980), verificou que a produtividade de uma variedade de feijão-de-corda portadora de hábito de crescimento semi-ereto, foi reduzida em cerca de 21% em populações superiores a 100.000 plantas/ha, através da redução do número de folhas (7%), ramos (8%) e de vagens por planta (20%). Por outro lado, ERSKINE e KHAN (1976), também constataram que o número de vagens por planta e a quantidade de inflorescências nos ramos laterais de uma variedade de feijão-de-corda do tipo determinado, foram reduzidos pelo efeito da elevação da densidade de plantio. Isto implicou em que produtividades atingidas por populações tão díspares como 250.000 e 56.000 plantas/ha, fossem equivalentes.

As modificações sofridas pelas estruturas reprodutivas em função da competição por fatores de crescimento, estabelecidas em diferentes densidades de plantio, são explicadas por DONALD (1963). Em geral, é obtida uma produção econômica mais elevada em densidades de



plântio intermediárias, que naquelas extremas, baixa ou alta. Assim, por exemplo, o peso e número de sementes por inflorescência dependem da época de competição entre e dentro dos indivíduos de uma população. Em baixa densidade de plântio a competição entre plantas é pequena na ocasião do estabelecimento dos primórdios florais, que são formados em um número elevado. Com o crescimento da planta começa ocorrer uma certa competição entre indivíduos. É porém, durante as fases de florescimento e frutificação que a competição entre as inflorescências de uma mesma planta é forte, reduzindo assim, o número e o peso das sementes por inflorescência. Desse modo, a competição dentro da planta é o principal condicionamento da baixa produção econômica atingida em baixas densidades de plântio. Por outro lado, em populações intermediárias já ocorre um certo grau de concorrência entre indivíduos na ocasião da diferenciação dos primórdios florais. Isto implica que o número de inflorescências estabelecido seja aquele capaz de permitir o pleno desenvolvimento destas, quando da ocasião da forte competição entre as plantas da população. Logo, o número de sementes por inflorescência e por área atinge o máximo. No caso das densidades de plântio elevadas, a competição entre as plantas na ocasião do estabelecimento dos primórdios florais é forte, e continua intensa na fase reprodutiva. Dessa maneira, na densidade de plântio elevada a competição que se estabelece logo cedo entre e dentro dos indivíduos pode ser apontada como responsável pelo declínio da produtividade.

Sob essa base teórica é possível interpretar no modelo da curva representativa da produção econômica a expressão das situações diferentes da competição entre e ou dentro do indivíduo em função de variação da densidade populacional.

### 3 - INTERAÇÃO ENTRE OS FATORES DE CRESCIMENTO E DENSIDADE POPULACIONAL

Do ponto de vista ambiental é importante considerar as limitações impostas pelos fatores de crescimento, mais especialmente luz e água, sobre a produtividade das culturas, quando submetidas a diferentes densidades de plantio, em função da ação isolada ou da interação entre eles.

Levando-se em consideração a utilização da energia solar e considerando-se que não ocorra limitações de água e de nutrientes, a produtividade de qualquer cultura, em termos gerais, dependerá diretamente da superfície fotossintética estabelecida ou, em outras palavras, da capacidade de interceptar a maior quantidade possível de energia radiante, que atinge determinada superfície do terreno.

Em uma comunidade vegetal a competição por luz é estabelecida não só pelo sombreamento de uma planta sobre outra, mas também no próprio indivíduo pela sobreposição que ocorre entre os diferentes estratos foliares. Ainda mais, a competição por luz em uma comunidade é um

processo dinâmico, variando com a idade da planta. Para determinadas distâncias entre plantas ela é menor nas fases iniciais do desenvolvimento e mais intensa durante a fase reprodutiva, quando a planta atinge a estrutura máxima. É importante ainda destacar que a competição por luz não é um fenômeno que envolve unicamente população ou indivíduos, mas, antes de tudo, as diferentes partes da própria planta. Mais precisamente, é uma competição entre as folhas. Sombras projetadas de folhas superiores sobre áreas idênticas daquelas que ocupam planos inferiores promovem a redução da atividade fotossintética, independentemente de serem originadas do próprio indivíduo, de indivíduos de uma mesma espécie ou de outra espécie (DONALD, 1963).

Segundo DONALD, apud ARNON (1972), outro aspecto característico na utilização desse fator de crescimento é que, ao contrário dos demais, em particular a água e nutrientes, a competição em populações elevadas será igualmente forte tanto em altos níveis de energia como em condições de baixa intensidade luminosa.

Além do mais, enquanto os demais fatores de crescimento como água e nutrientes podem, em condições de limitação, ser distribuídos entre as diferentes partes da planta, este princípio não pode ser aplicado à energia recebida pelas folhas. Isto é, quando uma folha está fortemente sombreada de tal maneira que nem o ponto de compensação é atingido ela morrerá (DONALD, 1963).



A introdução do conceito de Índice de Área Foliar pelos fisiologistas veio melhorar o entendimento sobre a competição de uma comunidade quanto a luminosidade, pois este parâmetro expressa a relação entre a área foliar e a área de solo compreendida pela cultura, ou seja, mede o tamanho do sistema assimilatório.

Sob condições de campo o desperdício de radiação é elevado nos primeiros estádios de crescimento da cultura (DONALD, 1963). É importante que o L aumente rapidamente a fim de diminuir o desperdício de radiação solar nos estádios iniciais de crescimento, o que pode ser conseguido, em primeiro lugar através de uma nutrição mineral adequada e, em segundo lugar, através da manipulação de espaçamento e população de plantas. Um bom exemplo da relação entre a interceptação da energia solar em função do espaçamento utilizado na cultura pode ser visto no trabalho de ERSKINE e KHAN (1976). Esses autores estudaram a variação dos valores do L em função da idade, ciclo e número de plantas por unidade de área em duas cvs de feijão-de-corda portadoras de plantas com hábito de crescimento determinado e verificaram que, em geral, os maiores valores do L foram atingidos nas 8ª e 10ª semanas de vida das plantas. O valor mais elevado de L foi obtido para a variedade UV 53, também mais produtiva e de ciclo mais longo, na maior densidade de plantio.

BRANDES et al (1973) ao pesquisarem o efeito da população de plantas e da época de plantio no crescimento do feijoeiro

(*Phaseolus vulgaris* L.) sob quatro densidades de plantio, concluíram que a interceptação de luz tende a ser maior nas maiores densidades (500 mil a um milhão de plantas/ha), e que somente as duas maiores densidades de sementeação atingiram o L crítico.

**estudo:** WELLS (1991) afirma que o espaçamento de plantas afeta grandemente a área foliar, a interceptação de luz e a fotossíntese aparente da copa na soja (*Glycine max* L.). O mesmo autor ao estudar as relações entre a fotossíntese da copa, a área foliar e a interceptação de luz em função da variação da população de plantas verificou que o L foi curvilinearmente relacionado com a porcentagem de interceptação de luz até o fechamento da copa. Após o fechamento da copa, a interceptação de luz não caiu até um nível proporcional com a perda de área foliar, indicando abscisão de folhas não envolvidas na interceptação de luz.

**conclusão:** Assim a competição por luz dentro de uma comunidade de plantas é determinada em função do modo de intercepção da energia radiante. MONSI e SAEKI (1953) apud WAREING e COOPER (1971), realizaram um estudo que pode ser classificado de clássico. Eles determinaram distribuições verticais de L, ou estratos de L. Determinaram também perfis de luminosidade nos diferentes estratos. Quando eles tentaram relacionar o L presente nos estratos com a atenuação da luminosidade, observaram que ela seguia uma lei já bastante conhecida, a "Lei de Beer", que descreve a absorção da luz ao atravessar uma solução. Os autores concluíram então que a intensidade luminosa é reduzida fortemente à medida

que a luz penetra para baixo, no sentido vertical na folhagem de uma comunidade.

*crecimento* A relação entre o L e a taxa de produção de matéria seca total de diferentes órgãos da planta, inclusive as folhas, permite estabelecer três estádios bem diferentes para as plantas de uma comunidade (DONALD, 1963). Um estágio inicial, onde a taxa de produção de matéria seca é crescente para todas as partes e para a planta como um todo, com o aumento do valor do L até um ponto designado como "ótimo". Neste ponto, denominado L ótimo, as folhas inferiores recebem luz suficiente para trabalharem um pouco acima ou no ponto de compensação e a assimilação líquida da folhagem atinge o valor máximo. No segundo estágio com o crescimento do L até um ponto denominado L máximo, a intensidade luminosa que as folhas inferiores recebem vai sendo reduzida e conseqüentemente a taxa respiratória passa a exceder os ganhos da atividade fotossintética. Nesta situação, as folhas inferiores começam a morrer e a assimilação líquida da folhagem é inferior à atingida no ponto de L ótimo. Finalmente, se a planta continua a se desenvolver não haverá mais aumento da folhagem, pois o aparecimento de novas folhas implica na morte de outras por sombreamento, e então é atingido um ponto denominado "produção teto", onde a própria taxa de acumulação de matéria seca dos órgãos não fotossintéticos atinge o valor zero. Tanto o L ótimo como o crítico são atingidos quando aproximadamente 95 % da radiação solar são interceptados pelas folhas ao meio dia.



GAASTRA apud CHANG (1971), comparou a taxa de crescimento de um campo de beterraba com as mudanças do L ao longo do ciclo da planta. Quando a produção era baixa, o L apresentou valores também reduzidos. O aumento da taxa de crescimento correspondeu ao aumento do L. Ao final da estação a produção caiu mais rapidamente do que a área foliar, indicando que o L excedeu o valor nessa ocasião.

Em resumo, verifica-se que, quando as condições de suprimento de água e nutrientes não são limitantes, densidades de plantio elevadas podem promover decréscimos na produção econômica, por aumentar a competição por luz entre e dentre os indivíduos da comunidade, embora a produção de biomassa permaneça no teto máximo.

#### 4 - DISPOSIÇÃO ESPACIAL DAS PLANTAS

A disposição espacial das plantas, caracterizada pelas distâncias entre e dentre as fileiras, pode, até certo ponto, ter influência na produtividade das culturas. A partir dos primórdios da agricultura, onde as sementes eram distribuídas a lanço, começaram, com o aparecimento de certos implementos para o plantio e tratos culturais, as tentativas de orientação da disposição das plantas sobre o terreno. De acordo com os espaçamentos entre e dentro das fileiras é possível estabelecer algum arranjo ou disposição espacial das plantas tais como: o "quadrado" e o "retângulo"

alongado ou não. Ainda mais, independentemente da configuração geométrica das plantas sobre o terreno, deve ser considerada a uniformidade da distribuição das plantas na fileira.

O arranjo "quadrado", com espaçamentos iguais entre e dentre fileiras, tem por base, uma aproximação com a distribuição hexagonal das plantas, que reduz ao mínimo a competição entre vizinhos (DONALD, 1963).

KUENEMAN et al (1979), trabalhando com feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), realizaram nove ensaios para determinar os efeitos do arranjo de plantas e densidades na produção. Os espaçamentos mais estreitos condicionaram produções mais elevadas (7 a 48%) em sete dos nove experimentos. Para uma mesma densidade de plantio, plantas em arranjos mais equidistantes produziram significativamente mais que aquelas em arranjos mais retangulares. Por exemplo, plantas espaçadas em 25 x 25 cm produziram mais (13%) que aquelas com 76 x 8 cm, plantas espaçadas de 20 x 20 cm produziram mais (12%) que aquelas com 76 x 5 cm e produções médias através de cinco genótipos no espaçamento de 30 x 10 cm foram 48% maiores que aquelas de 60 x 5 cm. Os autores comentam ainda que, uma das dificuldades em se utilizar espaçamentos menores na cultura do feijão, que propiciem maiores rendimentos por área, está no uso de máquinas agrícolas para tratos culturais, sanitários e colheita sendo uma das causas da restrição a adoção por produtores, do uso desses espaçamentos. Entre outras sugestões para resolução do problema, os autores citam a alternância entre vários espaçamentos estreitos e um largo para possibilitar a

passagem de um trator entre as linhas para cultivo, pulverização, colheita, etc...

**EZEDINMA (1974)**, testando quatro distâncias entre e dentro das fileiras (5 : 1, 3 : 1, 2 : 1 e 1 : 1) em duas cvs de feijão-de-corda do tipo determinado e em uma população de 83.333 plantas/ha, não verificou efeito do arranjo espacial das plantas sobre a produtividade. Isto indicou que a área de 0,12 m<sup>2</sup> por planta foi suficiente para evitar uma competição entre vizinhos, independentemente do arranjo espacial. Por outro lado, no trabalho de **NANGJU et al (1976)**, também com duas cvs de feijão-de-corda, uma do tipo determinado (Prima) e porte ereto e outra de hábito indeterminado (Pale Green) e porte semi-ereto, numa população de 111.111 plantas/ha, constatou-se que somente o aumento acentuado da distância entre fileiras (de 0,3 m para 2,4 m), independentemente do tipo de planta, promoveu decréscimo significativo da produtividade (cerca de 31%).

Deve-se portanto, ao se realizar estudos relacionados com o arranjo espacial de plantas, levar sempre em consideração o tipo de hábito de crescimento e o porte do material estudado.

Trabalhando com variedades de feijão-de-corda de diferentes portes e hábitos de crescimento e com várias populações de plantas em diferentes modelos de arranjo de plantas para determinar a densidade e espaçamentos ótimos, **OJEHOMON e BAMIDURO (1971)** concluíram que a produção de matéria seca, flores, frutos e grãos secos por planta diminuíram com o aumento da população de plantas, enquanto produção de grãos por



unidade de área aumentou. Variedades de porte ereto tiveram maior produção quando dispostas em espaçamento retangular enquanto as variedades semi-eretas tiveram maior produção no espaçamento quadrado.

De outra maneira, o arranjo retangular, principalmente com o aumento na distância entre fileiras para facilidade do emprego de certos implementos nas práticas de plantio e controle de invasoras e pragas, tem conduzido em condições de um maior espaçamento a redução da produtividade (ARNON, 1972).

Quando a cv de feijão-de-corda Ife Brown foi conduzida nos espaçamentos de 50 cm x 25 cm e 50 cm x 50 cm, 31 e 15% de aumento na produtividade foram obtidos, respectivamente, em relação ao espaçamento convencional (100 cm x 30 cm) (FADAYOMI, 1979). A produção ótima foi obtida com o espaçamento de 50 cm x 25 cm quando foi realizada uma manutenção da cultura de quatro semanas livre de plantas daninhas. Já os espaçamentos de 50 cm x 50 cm e 100 cm x 30 cm necessitam de seis semanas para se conseguir o mesmo resultado. Quando se permitiu a presença de plantas daninhas competindo com a cultura, a produção caiu nos espaçamentos de 50 cm x 50 cm e 100 cm x 30 cm mas não foi observada queda na produção para o espaçamento de 50 cm x 25 cm até com seis semanas de competição.

Muito embora a redução da produtividade até certa época não tenha sido pronunciada, em função do baixo potencial produtivo dos genótipos, no presente, com o advento dos herbicidas e a disponibilidade de

genótipos de elevada capacidade produtiva, há uma tendência de se elevar a produtividade das culturas adotando-se uma maior densidade de plantio através da redução da distância entre as fileiras.

Segundo ALEMAN e RODRIGUEZ (1976) a redução do espaçamento entre fileiras e/ou dentro da fileira na cultura do feijão-de-corda tem, em geral, promovido um aumento na produtividade. ALEMAN e RODRIGUEZ (1976) realizaram um ensaio onde as cvs de feijão-de-corda Arauca e 69F - 166 foram conduzidas em linhas espaçadas de 0,5 e 0,6 m com espaçamento de 5 e 10 cm dentro da linha de plantio. Segundo os autores a produção da cv 69F - 166 variou de 970 kg/ha para o espaçamento de 0,6 m por 10 cm dentro da fileira a 1.240 kg/ha para o espaçamento de 0,6 m por 5 cm dentro da fileira. Já a produção da cv Arauca variou de 870 a 920 kg/ha, e não foi significativa estatisticamente.

Utilizando espaçamento de 0,2; 0,3 e 0,4 m entre linhas, ARORA et al (1971), conseguiram produções médias de 1.080, 1.180 e 1.140 kg/ha, respectivamente, sendo que com a semeadura de 20, 30 e 40 quilos de sementes por hectare a produção foi de 1.050, 1.130 e 1.210 kg/ha respectivamente.

Duas variedades de feijão-de-corda, UPCA 5 de hábito de crescimento determinado e All Season, de hábito de crescimento indeterminado foram semeadas nas densidades de 67, 80, 100, 134 e 200 mil plantas/ha. Em cada densidade o espaçamento na linha foi de 30, 25, 20, 15 e 10 cm. Os dados de produção de sementes que foram obtidos



mostraram que as duas variedades responderam da mesma maneira tanto ao espaçamento quanto a densidade de plantio. Houve um aumento na produção de sementes quando a densidade aumentou de 67 para 200 mil plantas/ha. Segundo MOHDNOOR (1980), este aumento foi essencialmente linear indicando que a produção de sementes de ambas variedades de feijão-de-corda poderia ser aumentada com o aumento da densidade de plantio.

Na redução sistemática do espaçamento entre fileiras e/ou dentro da fileira, ou seja, no aumento da população de plantas, devem ser consideradas as observações feitas anteriormente com relação a produção econômica, pois o aumento da população consegue aumentos de produção até o ponto considerado como população "ótima" a partir do qual a produção por área começa a declinar. Um exemplo desta observação consta de um trabalho sobre o efeito da densidade de plantio na produção de 18 cvs de feijão-de-corda realizado em Trinidad por JALLOW e FERGUSON (1985). Os autores avaliaram também o efeito dessa variável sobre outros componentes de produção e observaram que a interação cv x densidade de plantio foi altamente significativa, e que, apesar de terem sido avaliadas cinco densidades diferentes, basicamente três apresentaram diferenças significativa (40, 160 e 250 mil plantas /ha). A densidade de 40 mil plantas/ha foi significativamente inferior a de 160 e 250 mil plantas/ha. Estas duas não diferiram estatisticamente entre si. Quatro cvs apresentaram resposta não significativa à densidade. As demais tiveram suas produções máximas numa densidade de 160 mil plantas/ha. Segundo os autores, o efeito da densidade



foi não significativo para as relações sementes/vagem e peso de 100 sementes, mas o número de vagens/planta foi consistentemente reduzido com o aumento da densidade. O declínio da produção de sementes/planta foi associado com o declínio do número de vagens devido ao aumento da densidade de plantio acima da população ótima.

**espaço** Os efeitos da população no crescimento e produção de grãos de dois genótipos de feijão-de-corda de porte ereto foram estudados por **ERSKINE e KHAN (1976)** na Nova Guiné. Segundo os autores, a população ideal seria de 100 mil plantas/ha. Aumentando-se a população, diminuiu-se o número de vagens/planta e o desenvolvimento dos ramos laterais, mas aumentou-se o número de sementes/vagem.

**diferença** A distância ótima entre e dentre fileiras, dentro de certos limites, dependerá do tipo de prática utilizada nos tratos culturais, sem esquecer a característica da parte aérea da planta.

**indeterminado** **NANGJU et al (1976)**, testando diferentes espaçamentos entre fileiras, na amplitude de 0,3 m a 2,4 m, com dois tipos distintos de cvs, verificaram que a produtividade máxima, ou seja, o espaçamento ótimo para a variedade do tipo determinado variou de 0,16 m a 0,17m dentro da linha e de 0,34 m a 0,40 m entre linhas, representando uma variação de densidade de 145 a 180 mil plantas/ha. De outro modo, a variedade de tipo indeterminado apresentou a mais elevada produtividade no intervalo de 0,19 m a 0,20 m na linha e de 0,50 m a 0,65 m entre linhas, com uma densidade variando de 70 a 105 mil plantas/ha. O efeito de variação tanto do

espaçamento entre linhas como na linha foi mais pronunciado na cv de hábito indeterminado. Observou-se, também, que as plantas nos espaçamentos menores entre fileiras foram mais atacadas por pragas em face da dificuldade de controle. Com base nos resultados os autores sugerem que a variação do espaçamento entre linhas afeta mais a produção do que a variação do espaçamento na linha.

**produção** Pesquisas desenvolvidas com o feijão-de-corda em Pernambuco, Brasil, evidenciaram que a redução da distância entre linhas de 1,2 para 0,8 m promoveu um acréscimo de 11% na produtividade de uma cv tipo moita (BRASIL/SUDENE, 1967)

**MAFRA (1979)**, trabalhando no Nordeste brasileiro com diferentes variedades de feijão-de-corda de hábito de crescimento dos tipos determinado e indeterminado, verificou que a diminuição do espaçamento entre fileiras de 1,2 m para 0,8 m aumentou a produtividade independentemente do tipo de planta.

**conclusão** Generalizando, independentemente da espécie vegetal, a maneira mais eficiente do uso de energia solar e de água pelas culturas, quando não ocorre restrições deste último fator, tem sido obtida pela elevação da densidade populacional, através da redução do espaçamento entre fileiras (ARNON, 1972).

**peso** O alongamento do retângulo, promovido por um menor espaçamento das plantas dentro da fileira, para uma distância constante entre fileiras tem, até certo limite, contribuído para a elevação da produtividade da

cultura do feijão-de-corda. É entretanto importante considerar que a menor distância entre as plantas dentro da fileira reduz a produção de cada indivíduo, principalmente por aumentar a competição por água e nutrientes. PAIVA e ALBUQUERQUE (1970) utilizando a cv Seridó (tipo indeterminado), numa distância constante de 1,0 m entre fileiras, demonstraram que a diminuição do espaçamento dentro da fileira de 1,5 m para 0,25 m, reduziu a produção de sementes por planta em cerca de 72%. Ao contrário, a produtividade da cultura aumentou em cerca de 67%, passando de 421 kg/ha para 705 kg/ha quando o espaçamento variou de 1,5 m para 0,25 m dentro da fileira.

Em outra ocasião, PAIVA et al (1971), trabalhando com a mesma variedade em dois municípios do Ceará, verificaram que a população de 20.000 plantas/ha obtida através de variação do espaçamento dentro da fileira e do número de plantas por cova proporcionou a mais elevada produtividade. Verificaram, ainda, que a maior população de plantas, conseguida com um espaçamento de 0,5 m dentro da fileira e com três plantas por cova, apresentou a produtividade mais baixa do ensaio.

Por sua vez, EZEDINMA (1974), analisando o comportamento de algumas cvs de feijão-de-corda com hábitos de crescimento diferentes e submetidas a dois espaçamentos dentro da fileira, verificou um aumento do peso seco durante as diversas etapas de seus desenvolvimentos, independentemente de seus hábitos de crescimento, concluindo que a diminuição do espaçamento dentro da fileira de 0,30 m para 0,15 m

R598216.



acarretou uma diminuição de 44,24 % no peso seco das plantas na 11ª semana após o plantio.

A distribuição não uniforme das plantas dentro da fileira é uma consequência não só da variação do espaçamento, como também do próprio número de plantas por cova. Muito embora em tempos atrás tenha-se tentado demonstrar o efeito da distribuição irregular das plantas na fileira sobre a produção, presentemente é conhecido que a plasticidade da planta, à competição estabelecida pelos vizinhos e a morte de algumas plantas eliminam os efeitos de distribuição não uniforme sobre a produtividade (DONALD, 1963).

Em geral, o efeito da densidade de plantio está mais diretamente relacionado com a produtividade das culturas, do que com o arranjo espacial das plantas no terreno. Mesmo assim, é possível ajustar uma certa população para melhor utilização dos fatores de crescimento através da modificação do espaçamento entre e dentro das fileiras. Segundo ARNON (1972), em condições de limitação de água, este fator é mais eficientemente utilizado por uma distribuição espacial, que reduza a distância das plantas na fileira e aumente o espaçamento entre as fileiras. Isto porque, não só a forte competição entre as plantas na etapa inicial da vida dentro da fileira limita o crescimento excessivo, como também o secamento da superfície do solo, nas áreas entre as fileiras, reduz a perda de água por evaporação.

## 5 - POPULAÇÃO ÓTIMA

A grande maioria dos trabalhos sobre densidade de plantio na cultura do feijão-de-corda oferece poucos detalhes sobre as condições ambientais em que foram conduzidos, mais particularmente sobre os fatores como água, luminosidade, fotoperíodo e temperatura, estreitamente relacionados com a morfologia e capacidade produtiva dos genótipos.

Dispondo de uma série de pesquisas na literatura específica sobre o assunto, MAFRA (1982), tentou efetuar uma sistematização das informações e recomendações sobre a densidade de plantio e disposição espacial ótimas para a cultura. Assim, admitindo as limitações sobre a caracterização ambiental e pouca precisão da descrição do tipo de planta, o autor efetuou uma classificação em função do hábito de crescimento e porte da planta com base nas recomendações propostas por diferentes pesquisadores. Por exemplo, NOGUEIRA (1981), recomenda não só em função do tipo de planta, mas também das condições ambientais características do estado do Amazonas, como terra firme, praia, várzea alta, diferentes densidades de plantio ótimas que variam de 62.500 a 133.300 plantas/ha. Para as cvs com plantas portadoras de hábitos de crescimento do tipo indeterminado e porte não definido pelo pesquisador, a variação na densidade de população foi de 10 mil a 200 mil plantas/ha, muito embora os valores abaixo de 80 mil plantas/ha predominem. Ainda mais, para este tipo de planta as distâncias mais comuns entre fileiras foram as de 0,8 m e 1,0

m, enquanto os espaçamentos entre plantas mais frequentes foram inferiores a 0,6 m.

Ainda segundo MAFRA (1982) a densidade de plantio recomendada para as plantas com porte ereto, semi-ereto e determinado é bem mais elevada. Desse modo, embora não haja homogeneidade nas sugestões, grande parte dos pesquisadores indicou populações elevadas e até superiores a 200 mil plantas por hectare. Predominam nesta situação menores espaçamentos entre fileiras, atingindo na maioria dos casos a um valor de 0,5 m, e a distância entre plantas com valores tão baixos como 0,15 m.

Esta grande variação na população ótima apresentada nos diferentes trabalhos de pesquisa, revela a plasticidade fenotípica do feijão-de-corda em se ajustar às diferentes condições ambientais. Isto é, dentro de certa amplitude da densidade populacional a curva representativa da produtividade da cultura mostra um certo patamar onde está contida a produtividade máxima.

A partir do conhecimento da existência de uma forte interação genótipo x ambiente e das modificações sofridas pela morfologia da planta em função do grau de competição, por fatores do crescimento, estabelecida por diferentes densidades de plantio, torna-se difícil definir a população e/ou a disposição ótima. Desse modo, é deveras importante que na realização de pesquisas ou nas recomendações sobre a densidade de plantio do feijão



sejam bem caracterizadas o tipo de planta e os fatores ambientais que podem interagir com os genótipos.

## IRRIGAÇÃO

Sabe-se que um dos grandes entraves à agricultura nordestina é a irregularidade climática, com grandes períodos de seca, que elevam grandemente os riscos da atividade agrícola (DNMET, 1992). O feijão-de-corda, apesar de ser considerado uma cultura com certo grau de tolerância a seca, quando comparada com outras leguminosas como o feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), necessita durante seu ciclo de vida de um adequado suprimento de água sem o qual não é possível expressar suas potencialidades biológicas satisfatoriamente. A disponibilidade de água em níveis inferiores ao requerido pela planta possibilita a sua sobrevivência, sem contudo proporcionar-lhe um rendimento biológico e econômico satisfatório.

### 1 - ESTRESSE HÍDRICO

Inúmeros trabalhos têm sido realizados para determinar a resposta do feijão-de-corda ao estresse hídrico, principalmente quanto à sua intensidade e o período crítico do ciclo da cultura em que ocorre. Um bom exemplo de trabalho realizado com este propósito foi o estudo de KAMARA (1976) que, submetendo o feijão-de-corda à deficiência hídrica em diferentes

fases do seu desenvolvimento (vegetativo, florescimento, formação das vagens e maturação) e tendo como controle o ciclo completo da planta na capacidade de campo, observou que o número de vagens e peso de grãos/planta tiveram acentuada redução quando estas foram submetidas ao déficit de água na fase de formação das vagens. Os déficits nas fases vegetativa e de florescimento provocaram a morte das plantas antes do florescimento ou formação de vagens, respectivamente.

Outro bom exemplo foi o trabalho realizado por PINHEIRO et al (1977), que, ao submeterem a cultura do feijão-de-corda ao déficit hídrico nas fases de floração, formação dos grãos e maturação, observaram que tanto o déficit hídrico como a manutenção de irrigação em determinadas fases do desenvolvimento da cultura afetam sensivelmente a sua fenologia, e, conseqüentemente, a sua produtividade, ou seja: a deficiência ou suspensão da irrigação na época da floração reduziu em 31% o rendimento do feijão-de-corda; a produtividade também ficou reduzida em 11% quando a deficiência ou suspensão da irrigação ocorreu na época de maturação das vagens; a maior produtividade foi obtida quando a suspensão da irrigação foi feita após a primeira colheita e, finalmente, a produtividade também foi reduzida quando a irrigação se prolongou além da primeira colheita.

GUIMARÃES et al (1983) submeteram uma cv de feijão-de-corda a diferentes situações de precipitação pluvial que ocorrem freqüentemente nas regiões produtoras do Nordeste brasileiro. Os tratamentos constaram da suspensão da irrigação no início da floração, suspensão da irrigação no início

do enchimento dos grãos e de uma testemunha (irrigada durante todo o ciclo da cultura). Os autores concluíram que, quando a irrigação foi suspensa no início da floração, o rendimento foi reduzido em 56%. e, quando a irrigação foi suspensa no início do enchimento dos grãos, o rendimento foi reduzido em 10%.

## 2 - PORTE

A irrigação, ao eliminar os riscos causados pelo estresse hídrico, poderá permitir um grande avanço no sentido de modernização agrícola da cultura do feijão-de-corda em todo o Nordeste brasileiro. Mas para que se possa submeter esta cultura à prática da irrigação é necessário o conhecimento, em primeiro lugar, dos atributos genéticos, ou seja, sua capacidade de utilização do suprimento de água, que pode ser entre outras características determinada pelas : taxa de crescimento e distribuição das raízes, atingindo áreas mais profundas ou se expandindo lateralmente, eficiência no uso da água absorvida e por reajuste no número e tamanho das partes que compõem o indivíduo.

No caso do feijão-de-corda, ainda há dúvidas sobre o hábito de crescimento e porte da planta mais ajustados para o cultivo da leguminosa nas regiões semi-áridas e sob condições de irrigação. Assim, MIRANDA et al (1984) realizaram na cidade de Belém do São Francisco, no Estado do Pernambuco, um ensaio de competição no qual foi avaliado o comportamento



de vinte cvs de feijão-de-corda em um regime de irrigação normal e em regime com déficit hídrico. Foram determinados a resposta das cvs à irrigação na época do verão e o potencial para produção de grãos das mesmas quando submetidas à seca no período entre floração e o enchimento das vagens, considerando-se, também, seus diversos portes. Nos tratamentos submetidos ao déficit hídrico as irrigações passaram a ser alternadas a partir do 16º dia após o plantio e, a partir dos 40 dias teve início o castigo hídrico mais severo que perdurou até o 76º dia após o plantio, totalizando 36 dias de déficit hídrico, retomando-se as irrigações de forma alternada em relação ao conjunto com irrigação normal. Nessas condições, as cvs que sofreram déficit hídrico tiveram uma produtividade média de 455 kg/ha, contra 2.160 kg/ha obtidos nos tratamentos que receberam irrigação normal. Não houve diferenças significativas tanto para tratamentos em ambos os conjuntos como, também, para a interação tratamentos x sistemas, indicando que as cvs apresentaram comportamento independente dos sistemas. Entre os sistemas a diferença foi altamente significativa.

Em um estudo mais detalhado, por tipos, verificou-se que os tipos ramador e semi-ramador não apresentaram diferença significativa em ambos os regimes de irrigação. Já nos tipos eretos e semi-eretos verificou-se que no regime com irrigação normal houve diferença significativa, com destaque para as cvs Mallhada Preta, L - 1331, L - 1055 - 8, L - 1101 e L - 1413. No regime com déficit hídrico não houve significância estatística. A análise mostrou significância entre os regimes e na interação cvs x regimes,

demonstrando que as cvs de tipo ereto e semi-ereto dependeram dos regimes de irrigação.

CARDOSO et al (1977) estudaram o comportamento de 25 genótipos de feijão-de-corda de diferentes hábitos de crescimento, sob regime de irrigação por aspersão em Teresina, no Estado do Piauí. Onze genótipos apresentaram rendimentos de grãos superiores à média do ensaio (1.953 kg/ha). A característica relacionada ao peso de 100 grãos foi a que mais contribuiu para as diferenças entre os tratamentos. Três genótipos sobressaíram-se em relação à testemunha BR 1 Poty e, segundo os autores, tomando-se como base a média de produção do Estado (300 kg/ha), pode-se dizer que através da introdução de genótipos melhorados é possível aumentar em 100% a média estadual e se forem adicionados os fatores irrigação e adubação corretiva o aumento poderá alcançar até 400%.

SANTOS e YOKOKURA (1991) realizaram ensaio para avaliar 14 germoplasmas de feijão-de-corda visando selecionar materiais promissores para as condições de irrigação por aspersão no Estado do Maranhão. Para as plantas do tipo ramador e semi-ramador o espaçamento entrelinhas utilizado foi de 0,5 m e para as plantas do tipo ereto e semi-ereto a parcela teve espaçamento de 0,4 m. Segundo os autores, os materiais que melhor se comportaram foram EMAPA 822 (2.403 kg/ha) e CNC 0434 (2.233 kg/ha). Destacaram-se também os materiais IT 82 - D - 812, CNCx 189 - 056, EPACE 1, CNCx 338 - 573 F/P e CNCx 252 - 16E/CE por apresentarem produtividades superiores a 1.500 kg/ha.



### 3 - POPULAÇÃO

Outro fator que merece destaque relaciona-se à população de plantas mais adequada quando a exploração é em regime de irrigação. Apesar do pouco conhecimento sobre este relacionamento, MILTHORPE apud DONALD (1963), afirmou que o maior crescimento foliar, antes das plantas estarem em contato umas com as outras, implica em desenvolvimento maior para sistema radicular e conseqüentemente melhor utilização da água no perfil do solo. De outro modo, os trabalhos conduzidos por HAYNES e SAIRE apud MITCHELL (1970) mostraram uma grande interpenetração das raízes do milho quando foram submetidas a uma curta distância dentro da fileira. Este trabalho põe em evidência a forte competição das plantas por água ou nutrientes, quando submetidas a um espaçamento pequeno dentro da fileira.

Já YAO e SHAW e ALESSI, apud ESPINOZA et al (1980), verificaram que elevadas densidades de plantio permitem maior interceptação da energia radiante e possibilitam a chegada de menor quantidade de energia à superfície do solo, evitando, assim, perdas pelo componente evaporação e evapotranspiração. CHING CHOY et al (1977), citados pelo mesmo autor, comentam que no caso de muitas culturas com plantios em espaçamentos estreiros se obtém um sombreamento maior do solo, reduzindo, assim, a radiação líquida que chega a todas as folhas da planta. Tal fato gera uma



evapotranspiração que pode ser menor que aquela apresentada pela mesma cultura quando em menor densidade de plantio.

CHATURVEDI et al (1980) em Nova Delhi, estudaram em dois anos de diferentes condições pluviais, os efeitos da densidade de plantio e tipo de planta sobre a produtividade do feijão-de-corda. Verificaram então, que embora as populações de 12 e 24 plantas/m<sup>2</sup> não tivessem interagido fortemente com o ambiente, afetaram diferentemente a morfologia da planta em função do hábito de crescimento de cada uma delas. A variedade de tipo indeterminado apresentou na menor densidade de plantio valores mais elevados de produtividade somente no ano em que houve deficiência pluvial, não havendo diferença entre as diferentes populações no ano em que as precipitações foram suficientes para atender às necessidades da cultura. A cv de hábito de crescimento determinado não apresentou diferença de produtividade com relação as duas densidades de plantio nos dois anos de estudo, mas apresentou produtividade significativamente inferior à cv de hábito indeterminado no ano em que houve déficit hídrico, sendo que no ano em que não houve déficit, não houve diferença significativa de produtividade entre as duas cvs.

Quando submeteram a cv de feijão-de-corda CNCx 27 - 2E a duas densidades de plantio e sob diferentes regimes de irrigação, GUIMARÃES et al (1983) verificaram que as diferentes densidades afetaram significativamente a produtividade quando as plantas receberam irrigação semanal, ao longo do seu desenvolvimento mas seu efeito foi minimizado quando a suspensão da irrigação foi efetuada. Os melhores níveis de

quando a suspensão da irrigação foi efetuada. Os melhores níveis de produtividade foram obtidos com as densidades de plantio entre 40 e 80 mil plantas/ha.

Fica evidenciada então, a necessidade de se realizarem trabalhos como o conduzido por SOARES e GOMES (1982) que obtiveram aumentos de produção por área nas cvs VITA - 3 (semi-ramador) e VITA - 6 (semi-ereto) quando as populações passaram de 50 para 150 mil plantas/ha. O inverso ocorreu com a cv Sempre-verde do tipo ramador. Deve-se, portanto, evitar a utilização de materiais do tipo ramador com elevadas densidades de plantio quando do uso de irrigação (BARRETO e DUTRA, 1988). Segundo estes autores quando da utilização de espaçamentos menores (0,5 m x 0,2 m com uma planta por cova) deve-se utilizar feijões do tipo ereto/moita e para espaçamentos maiores (1,00 m x 0,5 m com duas plantas por cova) deve-se utilizar feijões do tipo ramador.

Pelo exposto, faz-se necessário desenvolver pesquisas relacionadas à identificação de genótipos adaptados aos cultivos irrigados, principalmente no que concerne a interação entre o tipo de planta (porte e hábito de crescimento) com o espaçamento e densidade de plantio.

## FLORAÇÃO E ABSCISÃO

O feijão-de-corda apresenta extrema variação no início e no final do período reprodutivo. Algumas cvs iniciam a fase de floração 30 dias após a semeadura e completam seus ciclos 25 dias mais tarde. Outras levam mais de 100 dias para florar e podem levar entre 210 e 240 dias para maturação dos frutos.

A biologia floral e regulação ambiental de floração em feijão-de-corda tem sido revista com consideráveis detalhes somente recentemente. Sabe-se que o período de floração desta espécie varia em função do genótipo. Cvs que florescem precocemente apresentam um período de floração de no máximo 18 dias. Já em cvs tardias esse período geralmente é superior a 30 dias. As flores são produzidas em pedúnculos com comprimento entre 5 e 60 cm. A maioria dos pedúnculos surgem de nós axilares nos quais somente um dos três botões presentes normalmente se desenvolve. Deste modo, cada nó individual produz um só pedúnculo (SUMMERFIELD et al, 1985).

Como em outras leguminosas de grãos, o período de antese do feijão-de-corda é caracterizado por uma grande perda de botões florais, flores abertas e, algumas vezes, de frutos imaturos. Várias causas têm sido sugeridas para esta perda no potencial produtivo, e, em função disto, vários pesquisadores, seguindo diferentes linhas de pensamento, realizaram trabalhos na tentativa de relacionar fatores do ambiente com esta perda.



afetado

**FREIRE FILHO e PAIVA (1977)** desenvolveram uma pesquisa na tentativa de confirmar a hipótese de que a queda de flores ao longo do período de floração é tanto mais intensa quanto mais forte e freqüente for a precipitação pluvial. Os autores estudaram a relação entre flores produzidas e vagens colhidas, e a influência da intensidade das precipitações sobre esta relação, evidenciando também, como esta intensidade afeta outras características de vagem e do grão. Para tanto, as flores foram etiquetadas diariamente por um período de sete semanas a partir do início da floração. Na confecção das etiquetas foram usadas sete cores, uma para cada semana de observação e, as mesmas obedeciam a sete formatos padronizados, um para cada dia da semana, de modo que pela cor e pelo formato identificava-se com facilidade a semana e o dia da mesma, por conseguinte, a data em que havia ocorrido a antese. Os resultados indicaram que a floração do feijão-de-corda não é influenciada de uma maneira direta pelas precipitações, sendo mais relacionada com o estágio de floração, ou seja, verificou-se uma produção crescente de flores desde a 1<sup>a</sup> até a 6<sup>a</sup> semana. Da 6<sup>a</sup> para a 7<sup>a</sup> semana, ocorreu uma queda intensa, com a floração baixando de uma média de 174,9 para 61,1 flores/planta/semana.

(24°C)

**STEWART e SUMMERFIELD (1978)** submeteram as raízes de plantas de feijão-de-corda, cultivadas em vasos, a variações de temperatura de 27 a 33° C durante o dia e de 19 a 24° C à noite, durante o estágio reprodutivo. Segundo os autores, a morfologia floral foi marcadamente

afetada. As pétalas foram contraídas de tal modo que restringiram a autopolinização e assim a produção de sementes foi drasticamente reduzida (54 gramas/planta a uma temperatura de 27° C durante o dia e 19° C durante a noite para 7,5 gramas/planta a uma temperatura de 33° C durante o dia e 24° C durante a noite).

Vários trabalhos têm sido realizados na tentativa de associar a queda de flores e desenvolvimento dos frutos com o fotoperíodo e temperatura. RAO et al (1972) realizaram um estudo sobre os efeitos da temperatura e fotoperíodo na iniciação da floração em feijão-de-corda. A influência de variáveis como horas acumuladas tanto de comprimento do dia como de unidades termais foi avaliada em quatro seleções de feijão-de-corda. Os autores concluíram que unidades termais acumuladas influenciaram a iniciação floral pois nenhuma das seleções veio a florar até 90 dias após a semeadura porque a quantidade necessária de unidades termais não foi acumulada.

HUXLEY e SUMMERFIELD (1976) estudaram os efeitos de dois comprimentos do dia (11 horas e 40 minutos e 13 horas e 20 minutos), associados a duas temperaturas diurnas (27 e 33° C) e duas noturnas (19 e 24° C) sobre o crescimento e produção de sementes. As noites quentes (24°C), no período de pré-florescimento, apressaram o início do florescimento e aumentaram a produção de matéria seca, mas não afetaram o período total de crescimento. Já os dias quentes (33° C) reduziram o período de crescimento em cerca de 20% (21 dias aproximadamente) mas não afetaram

a produção de matéria seca. Dias e noites quentes combinados com dias longos reduziram o número de vagens/planta. O comprimento do dia afetou o número de sementes/vagem, que foi maior em dias longos. O peso médio da semente decresceu 19% em noites quentes em relação a noites "frescas", enquanto que em dias quentes aumentou 18% comparado com dias "frescos".

Quanto ao desenvolvimento dos frutos, MUTTERS et al (1989) afirmam que o baixo enchimento das vagens está associado com a indeiscência da antera e baixa viabilidade do pólem devido ao efeito de altas temperaturas. WARRAG e HALL (1984), citados pelos mesmos autores, encontraram que altas temperaturas noturnas e um dia longo de 13 horas e 20 minutos resultaram em um pequeno enchimento de vagens no feijão-de-corda, enquanto baixas temperaturas noturnas no mesmo fotoperíodo resultou em um substancial enchimento das vagens. Segundo os autores, aparentemente os efeitos prejudiciais de altas temperaturas noturnas no enchimento de vagens dependem também do fotoperíodo. Baseado nesta suposição, os autores submeteram diferentes genótipos de feijão-de-corda a diferentes comprimentos do dia (11, 12, 13, 14 e 16 horas), para determinar se a sensibilidade do desenvolvimento floral a altas temperaturas é influenciado pelo fotoperíodo. Os resultados indicaram que a porcentagem de enchimento de vagens dos dois genótipos (CB5 e 7964) submetidos a altas temperaturas (33° C durante o dia e 30° C durante a noite) foi mais alta (23 e 19% respectivamente) num fotoperíodo de 11 horas que em um



fotoperíodo de 14 horas. De acordo com os autores, aparentemente, o enchimento de vagens em plantas de feijão-de-corda sensíveis ao calor cultivadas em períodos com noites quentes é dependente do fotoperíodo através de um mecanismo envolvendo fitocromo.

SUMMERFIELD et al (1976) afirmam que a adaptação do feijão-de-corda ao comprimento do dia é importante. Todavia, esta variável está diretamente correlacionada com a temperatura noturna que exerce grande influência no tempo de floração e produção de sementes. Os autores avaliando o comportamento de 30 cvs encontraram que a temperatura noturna tem profundo efeito tanto no desenvolvimento vegetativo quanto reprodutivo da planta, em termos de crescimento, número de dias para o aparecimento da primeira flor e produção de sementes.

DART e MERCER apud RÊGO NETO (1980), também trabalhando com feijão-de-corda, variaram a temperatura do dia de 21 a 36° C e a da noite de 16 a 31° C e chegaram a conclusão de que a iniciação do processo reprodutivo ocorre como um balanço entre crescimento vegetativo e concentração de estímulos ao florescimento. Concluíram, ainda, que a temperatura pode atuar para aumentar o crescimento vegetativo ou reduzir os estímulos florais.

AHMED e HALL (1993) realizaram um estudo cujo objetivo foi determinar se há um estágio de desenvolvimento específico quando o estresse pelo calor causa aborto do botão floral. Segundo os autores, altas temperaturas noturnas (30° C) causaram completa supressão de botões

florais, entretanto o desenvolvimento foi normal para temperatura noturna de 20° C. Experimentos de transferência ou de pulsos de calor demonstraram que as plantas não foram sensíveis a altas temperaturas noturnas em um determinado estágio de desenvolvimento, mas que a duração da experiência de calor pode ser crítica para a supressão do desenvolvimento do botão floral. Duas semanas ou mais de noites quentes consecutivas ou interrompidas durante as quatro primeiras semanas após a germinação causaram completa supressão do desenvolvimento dos cinco primeiros botões florais no caule principal.

Os autores. Trabalhos realizados com outras culturas, demonstram que alta temperatura induz macho esterilidade em plantas incluindo algodão (*Gossypium* spp.; MEYER, 1969); tomate (*Lycopersicon* spp.; LEVY et al, 1978) ; arroz (*Oryza sativa* L.; SATAKE e YOSHIDA, 1978) e trigo (*Triticum* spp.; SAINI e ASPINALL, 1982). WARRAG e HALL (1984 a,b) ao estudarem duas cvs de feijão-de-corda, TVu - 4542 e Prima, observaram que altas temperaturas noturnas induzem macho esterilidade e expressiva abscisão floral, enquanto alta temperatura diurna não tem efeitos adversos. Além disso, eles submeteram plantas a experimentos de pulsos de calor e concluíram que as flores são sensíveis ao calor 5 a 7 dias antes da antese.

tempo. Baseados nas informações de que o feijão-de-corda é mais sensível ao calor durante a noite que durante o dia e que esta sensibilidade é influenciada por um processo fitocrométrico, MUTTERS e HALL (1992) realizaram um estudo cuja hipótese seria de que esta sensibilidade poderia ser



maior durante um determinado período da noite. Dois genótipos de feijão-de-corda foram cultivados em câmara de crescimento sob condições ambientais controladas com um fotoperíodo de 12 horas. O período noturno foi dividido em duas partes de 6 horas. Foi estabelecida uma alta temperatura durante o dia (33° C) e também no primeiro ou segundo período da noite enquanto o outro período noturno teve uma temperatura considerada ótima (24° C). Para os dois genótipos, a temperatura alta durante o segundo período da noite resultou numa maior redução no enchimento de vagens e viabilidade do pólem quando comparado com a temperatura alta durante o primeiro período. Os autores concluíram que temperaturas elevadas durante a noite causam excessiva abscisão floral no feijão-de-corda enquanto que uma temperatura idêntica ou mesmo superior durante o dia não prejudica a reprodução.

Embora fatores bióticos sejam a maior causa de reduções na produção de plantas de feijão-de-corda, fatores abióticos, principalmente seca e altas temperaturas, são também de importância considerável, principalmente nas regiões subtropicais e tropicais. Estudos como os citados anteriormente demonstram que o calor pode reduzir substancialmente a produtividade do feijão-de-corda, tanto pelo aumento dos efeitos da limitação de água, ou independentemente dos efeitos da seca. A combinação de altas temperaturas e dias longos pode diminuir ou inibir o desenvolvimento do botão floral, afetando assim a produção de flores. Estudos de SUMMERFIELD et al (1976) e WARRAG e HALL (1984 a,b) demonstraram que temperatura noturna mínima acima de 20° C, comuns na maioria das regiões produtoras



de feijão-de-corda pode reduzir o enchimento das vagens e, conseqüentemente, a produção de grãos em decorrência da associação da esterilidade com a indeiscência da antera e desenvolvimento incompleto do pólem. Em zonas subtropicais, a redução na produtividade do feijão-de-corda causada por altas temperaturas pode ser parcialmente evitada pela seleção de uma data de plantio de maneira que a floração não coincida com as noites quentes do ano. Entretanto, isto não é possível em zonas tropicais, tais como o Nordeste brasileiro, onde as temperaturas noturnas são altas durante o ano todo (DNMET, 1992). Partindo do princípio de que tanto a duração do fotoperíodo quanto as altas temperaturas noturna e diurna causam prejuízos ao potencial produtivo das plantas de feijão-de-corda, vários pesquisadores tentam através de trabalhos de melhoramento, minimizar esta perda da capacidade produtiva, principalmente com a seleção de genótipos com menor grau de sensibilidade a estes fatores ambientais.

SUMMERFIELD et al (1976), trabalhando com o melhoramento de cvs de feijão-de-corda para sensibilidade ao comprimento do dia e efeitos da temperatura, tanto diurna quanto noturna, demonstraram que a técnica de se integrar seleções realizadas no campo e em casa de vegetação automaticamente controlada tem produzido bons resultados. Assim, várias centenas de cvs de feijão-de-corda podem ser melhoradas no campo em locais que representem as regiões produtoras, tais como Ibadan, na Nigéria e Dakar no Senegal. No entanto, somente aquelas designadas como insensíveis ao comprimento do dia e que precisam ser mais investigadas, poderiam ser

levadas para outros países, tais como Inglaterra, Estados Unidos da América, etc. Lá, sofreriam novos processos de seleção em câmara de crescimento onde o regime de comprimento do dia extremo, característico das zonas tropicais pode ser conseguido pelo prolongamento do dia natural com luz incandescente de baixa intensidade e onde também, a interação entre as variações do comprimento do dia e variações das temperaturas diurna e noturna podem facilmente ser conseguidas.

Temperatura. Em estudo realizado com quatro variedades de feijão-de-corda e seus híbridos  $F_1$  usando quatro combinações contrastantes de duas temperaturas do dia (30 e 26° C) e da noite (24 e 19° C), DOTO e WHITTINGTON (1982) concluíram que a combinação de temperatura noturna e diurna mais altas proporcionou um aumento no desenvolvimento vegetativo inicial e foi neste tratamento que a floração ocorreu primeiro. A produção de grãos foi maior no ambiente de temperatura diurna mais baixa, havendo entretanto, variação entre os genótipos quer isto ocorra na mais baixa ou mais alta temperatura noturna. Ainda, para a temperatura noturna os genótipos mostraram respostas de produção correlacionadas com a sua elevação diferindo, no entanto, no grau destas respostas. Observaram, ainda, que as respostas mostradas pelos híbridos concordaram com aquelas apresentadas pelos seus pais indicando que estas respostas foram um caráter herdado.

A herança e a herdabilidade da tolerância ao calor durante o desenvolvimento reprodutivo foram estudadas por MARFO e HALL (1992) no

sentido de desenvolver métodos eficientes para melhoramento de cvs. Os genótipos de feijão-de-corda tolerantes (Prima e TVu 4552) e sensíveis ao calor (Bambey 23, Magnólia e 7964) foram selecionados para avaliar a influência dessa variável durante o enchimento da vagem sob condições de longos dias quentes. Os genótipos parentais  $F_1$  e  $F_2$  e progênes retrocruzadas foram avaliadas sob condições de campo. As plantas da geração  $F_2$  tolerantes e sensíveis ao calor foram selecionadas e avaliadas como famílias  $F_3$ . Temperaturas médias máximas e mínimas diárias foram de 43 e 24° C, respectivamente, enquanto o fotoperíodo diminuiu de 14 horas e 31 minutos para 13 horas e 20 minutos durante a floração. Segundo os autores, as análises de vagens/pedúnculo e proporções de plantas tolerantes  $F_1$  e  $F_2$  e populações retrocruzadas indicaram que a tolerância ao calor é dada por um gen simples e dominante tanto na cv Prima como na TVu 4552. A incorporação de tolerância ao calor durante o enchimento das vagens através de retrocruzamentos genéticos exigirão seleção de família em gerações avançadas para assegurar que a particularidade seja fixada, e, para superar parcialmente dificuldades da seleção causada por variação induzida pelo ambiente.



## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em novembro de 1994 em área experimental do Campus do Pici da Universidade Federal do Ceará, situado na cidade de Fortaleza, Ceará, em solo Podzólico Vermelho-Amarelo.

O município de Fortaleza fica situado no litoral do estado do Ceará a uma latitude de 3° 44' sul, longitude 38° 33' a oeste de Greenwich e altitude de 19,5 metros, apresentando uma temperatura média anual de 26,6° C, com amplitude de variação mensal entre 25,7° C e 27,3° C, e uma precipitação média anual de aproximadamente 1642,3 mm (DNMET, 1992). A distribuição das chuvas no local, bem como os outros dados meteorológicos, durante o desenvolvimento do experimento, encontram-se nas TABELAS 01, 02, 03, 04 e 05 (Boletim Agrometeorológico, 1994, 1995).

Foram utilizados dez cvs de feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) pertencentes à coleção do Banco de Germoplasmas do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará. O referido material possui características de copa bem diferenciadas, variando do tipo ramador em um extremo ao tipo ereto, de crescimento determinado, no outro, e que foram escolhidos em função de suas potencialidades genéticas no tocante as suas capacidades produtivas, e qualidades comerciais. Algumas características destas cultivares encontram-se na TABELA 06. Estes materiais foram plantados em duas populações: 41.666 plantas por hectare

(espaçamento de 80 x 30 cm) e 125.000 plantas por hectare (espaçamento de 40 x 20 cm).

O delineamento experimental empregado foi o de blocos ao acaso com parcelas sub-divididas, com quatro repetições (GOMES, 1981). As cultivares constituíram os tratamentos primários com parcelas de 14 m<sup>2</sup> e as populações constituíram os tratamentos secundários com subparcelas de quatro (41.666 plantas/ha) e sete (125.000 plantas/ha) linhas de 2,5 metros de comprimento. Como bordadura foram retiradas as duas linhas laterais e 0,5 metro na extremidade de cada subparcela. Os dados obtidos foram analisados estatisticamente usando-se o programa M - STAT para micro computadores da Michigan State University, U.S.A.

TABELA 01 - Temperaturas média, máxima e mínima ( $^{\circ}$  C), evaporação (mm) e precipitação (mm), relativos ao mês de novembro. Fortaleza, CE. 1994.

DIA	TEMPERATURA ( $^{\circ}$ C)			Evaporação (mm)	Precipitação (mm)
	Med	Max	Min		
1	27,1	32,0	20,0	5,3	0,0
2	26,5	30,8	20,0	7,6	0,0
3	26,5	31,0	20,6	6,1	0,0
4	26,9	32,0	22,8	5,6	1,6
5	26,9	30,8	22,4	5,0	0,5
6	27,0	30,4	22,8	5,1	0,0
7	27,1	30,4	22,6	8,5	0,0
8	27,3	30,4	23,4	8,5	0,0
9	27,0	30,8	23,4	5,5	0,0
10	27,2	30,8	23,6	6,0	0,0
11	27,4	31,4	23,6	6,5	0,0
12	27,5	31,4	23,6	6,5	0,0
13	27,5	31,2	23,4	6,3	0,0
14	26,8	31,0	22,6	5,2	3,4
15	27,0	30,8	23,4	6,2	0,0
16	27,2	30,8	22,8	5,7	0,0
17	27,0	30,8	23,4	5,5	0,0
18	27,2	31,0	22,4	4,1	0,0
19	27,3	31,0	22,4	6,0	0,0
20	27,4	31,4	23,6	5,3	0,0
21	27,5	31,2	23,6	4,5	0,0
22	27,4	31,0	23,6	4,8	0,0
23	27,7	31,3	23,6	4,7	0,2
24	27,3	31,4	23,6	5,5	0,0
25	27,4	31,8	23,6	5,7	0,0
26	27,5	31,4	22,8	4,0	0,0
27	27,5	31,0	24,0	4,7	0,0
28	27,3	31,0	22,8	4,5	0,0
29	26,7	30,0	22,4	8,3	0,0
30	27,2	31,2	22,6	5,5	0,0

Fonte: UFC - Boletim Agrometeorológico. Fortaleza, v. 28, n. 111, 34 p., jul./dez.1994.



TABELA 02 - Temperaturas média, máxima e mínima (° C), evaporação (mm) e precipitação (mm), relativos ao mês de dezembro. Fortaleza, CE. 1994.

DIA	TEMPERATURA (°C)			Evaporação (mm)	Precipitação (mm)
	Med	Max	Min		
1	27,3	30,8	22,4	6,3	0,7
2	27,2	31,0	22,6	6,3	0,0
3	27,0	30,6	23,2	7,0	0,0
4	27,6	31,0	23,3	4,0	0,4
5	27,3	31,2	23,4	5,0	0,0
6	27,2	31,0	23,4	4,5	0,0
7	27,2	31,2	23,4	4,9	0,0
8	27,2	31,0	23,0	5,5	0,0
9	27,0	30,6	23,2	4,7	0,0
10	26,8	31,2	22,2	3,8	0,0
11	27,2	31,2	23,6	4,7	0,0
12	27,4	31,4	23,0	3,9	0,0
13	27,2	31,0	23,6	4,9	0,6
14	27,3	30,6	23,8	5,2	0,0
15	27,6	31,6	23,6	3,3	0,0
16	27,7	31,4	24,0	4,0	0,0
17	27,8	31,0	24,0	4,2	0,0
18	27,6	31,2	23,8	3,7	0,0
19	27,9	32,0	23,6	3,2	0,0
20	27,9	31,4	23,6	4,7	0,0
21	28,0	32,0	24,2	4,5	0,0
22	27,7	32,0	24,0	4,2	0,0
23	27,8	32,0	24,2	4,2	0,0
24	27,8	32,6	24,2	4,1	2,7
25	27,4	31,2	23,0	3,6	2,6
26	27,6	30,4	24,0	3,5	1,2
27	27,2	31,0	23,6	3,5	3,2
28	26,0	31,0	21,6	2,3	30,2
29	26,0	30,4	21,8	1,0	10,4
30	26,5	30,2	21,6	2,2	2,7
31	27,1	30,6	23,2	3,6	1,4

Fonte: UFC - Boletim Agrometeorológico. Fortaleza, v. 28, n. 111, 34 p., jul./dez.1994.

TABELA 03 - Temperaturas média, máxima e mínima ( $^{\circ}$  C), evaporação (mm) e precipitação (mm), relativos ao mês de janeiro. Fortaleza, CE. 1995.

DIA	TEMPERATURA ( $^{\circ}$ C)			Evaporação (mm)	Precipitação (mm)
	Med	Max	Min		
1	27,8	31,8	23,2	3,1	0,0
2	27,3	30,8	23,8	3,8	0,2
3	27,5	31,0	23,6	3,2	0,0
4	27,8	31,6	23,6	3,8	0,0
5	26,3	29,8	22,6	4,6	3,7
6	26,6	29,0	23,0	2,4	0,3
7	26,4	29,2	23,0	2,4	0,1
8	23,5	26,0	20,2	1,9	28,8
9	24,7	28,4	20,4	0,2	60,0
10	26,0	30,0	21,2	1,5	0,0
11	26,1	30,2	21,8	2,9	0,0
12	26,7	30,0	22,4	3,3	4,5
13	26,8	30,0	22,6	3,0	6,9
14	27,3	30,2	23,6	4,0	1,8
15	26,6	29,8	22,8	4,2	0,0
16	26,6	30,4	22,2	3,0	1,0
17	27,4	30,8	22,4	3,1	0,0
18	27,1	30,6	23,0	3,7	3,7
19	27,3	30,6	23,4	2,8	0,0
20	27,4	31,3	22,8	3,1	0,0
21	27,3	31,4	23,6	4,7	1,6
22	27,9	31,4	24,4	3,8	1,8
23	27,6	30,8	23,0	2,2	0,0
24	27,8	31,4	23,6	2,8	0,4
25	27,4	31,2	22,4	3,4	0,0
26	27,3	31,0	23,2	3,3	0,6
27	27,9	31,8	23,6	3,0	0,0
28	27,6	31,2	24,6	4,2	0,0
29	25,9	28,4	22,0	2,3	2,2
30	27,1	30,6	22,8	1,0	0,0
31	27,4	30,8	23,6	3,0	6,6

Fonte: UFC - Boletim Agrometeorológico. Fortaleza, v. 29, n. 112, 38 p., jan./jun.1995.

TABELA 04 - Temperaturas média, máxima e mínima ( $^{\circ}$  C), evaporação (mm) e precipitação (mm), relativos ao mês de fevereiro. Fortaleza, CE. 1995.

DIA	TEMPERATURA ( $^{\circ}$ C)			Evaporação (mm)	Precipitação (mm)
	Med	Max	Min		
1	27,9	31,4	24,6	3,2	0,0
2	27,7	30,8	23,8	2,7	4,0
3	25,5	29,0	21,8	2,9	0,0
4	24,0	27,0	21,0	1,1	16,2
5	24,6	27,2	22,0	0,3	11,0
6	23,6	29,0	21,6	0,7	0,0
7	26,5	29,8	21,6	1,9	0,9
8	26,6	29,4	24,2	2,3	5,4
9	25,9	28,0	22,6	2,5	1,0
10	26,1	30,0	22,0	1,2	27,9
11	26,3	28,8	21,0	2,3	26,6
12	26,4	30,4	20,0	0,8	21,6
13	27,0	30,1	22,8	2,5	0,5
14	27,3	30,0	23,4	3,2	0,7
15	27,0	30,0	23,4	3,0	0,0
16	26,8	30,4	22,0	2,2	0,0
17	27,5	31,4	22,2	2,0	1,6
18	26,7	29,2	22,6	2,7	1,4
19	23,9	26,8	20,8	0,8	18,9
20	25,9	30,8	20,4	1,0	42,3
21	27,1	30,8	22,4	2,0	7,3
22	27,2	30,8	22,6	3,7	0,0
23	26,9	31,0	21,6	3,1	0,0
24	27,2	31,4	22,4	2,9	0,0
25	26,4	30,8	-	4,3	5,4
26	26,7	31,2	-	1,6	23,0
27	27,0	31,0	-	1,7	0,0
28	27,3	31,0	-	1,7	15,6

Fonte: UFC - Boletim Agrometeorológico. Fortaleza, v. 29, n. 112, 38 p., jan./jun.1995.



TABELA 05 - Balanço hídrico dos meses de novembro e dezembro de 1994 e janeiro e fevereiro de 1995. Fortaleza, CE.

	NOVEMBRO	DEZEMBRO	JANEIRO	FEVEREIRO
PRECIPITAÇÃO	5,7	56,1	117,6	231,3
EVAPOTRANSPIRAÇÃO	157,1	160,7	149,9	135,7
POTENCIAL				
EVAPOTRANSPIRAÇÃO REAL	5,7	56,1	117,6	135,7
ARMAZENAMENTO	0,0	0,0	0,0	95,6
DEFICIÊNCIA	151,4	104,6	32,3	0,0
EXCEDENTE	0,0	0,0	0,0	0,0

Fonte: UFC - Boletim Agrometeorológico. Fortaleza, v. 28, n. 111, 34 p., jul./dez.1994.

UFC - Boletim Agrometeorológico. Fortaleza, v. 29, n. 112, 38 p., jan./jun.1995.

TABELA 06 - Características botânicas, agronômicas, nome vulgar, procedência e número de registro das cultivares de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp utilizadas no experimento de Fortaleza, Ceará, 1994.

CARACTERÍSTICAS	C U L T I V A R E S									
Registro no CCA-UFC	CE- 31	CE- 315	CE-639	EPACE 11	-	CE- 118	CE- 116	CE- 644	CE- 672	CE- 670
Nome de origem	Pitiúba	2331	CNCx 171 - 13E/P	CNCx 164 -03G	TVu-4552	Precoce	Chinese Red Cowpea	CNCx 284 - 55F	CNCx 252 - 5E	Tvx 309-11g
Procedência	Pentecoste - CE	IITA	IITA	CNPAF - GO	IITA	Fortaleza - CE	Recife - PE	IITA	IITA	IITA
Referência	-	-	Branquinho x CNC 0434	Seridó x CNCx 164-03G	-	-	-	CNCx 24 - 016E x CNCx 176 - 14C	CNCx 159 - 9C x CNCx 27 - 2E	CNCx 159 - 9C x CNCx 27 - 2E
Dias para foração	52	42	46	42	40	47	41	41	48	38,0
Cor da flor	violeta	violeta	branca	violeta	branca	violeta	violeta	violeta	violeta	violeta
Porte	ramador	semi-ereto	ereto	semi-ramador	ereto	ereto	ereto	ereto	ereto	ereto
Cor da semente	marrom	creme	branca	marrom	branca	marrom	marrom	marrom e branca	marrom	marrom

Fonte: Fichário da coleção de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará.

O preparo da área experimental constou de uma limpeza com roçadeira mecânica seguida de aração e gradagem mecânica, efetuando-se, em seguida, a montagem do sistema de irrigação por aspersão.

A adubação foi realizada na implantação da cultura e de acordo com análise de solo realizada pelo Laboratório de Solos do Departamento de Ciência do Solo, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, que apresentou as características químicas constantes na TABELA 07. Foram aplicados 44,44 kg/ha de uréia, 125 kg/ha de super triplo e 33,33 kg/ha de cloreto de potássio na entrelinha e a cinco centímetros de profundidade. A área experimental foi irrigada antes do plantio que foi realizado com três sementes por cova e após este, efetuou-se outra irrigação com a finalidade de garantir a uniformidade do "stand". No 10º dia foi detectado ataque da lagarta *Diabrotica speciosa*, que penetrava pela raiz e destruía toda a parte central do caule das plantas. O controle da praga foi realizado com DIAZINON [0,0 - Dietil 0 - (2 - isopropil - 4 - metil - 6 - pirimidil) fosforotioato], na dose de 350 ml de princípio ativo por hectare, aplicada três vezes, com intervalo de sete dias entre as aplicações. No 15º dia efetuou-se o replantio.

O desbaste foi efetuado 25 dias após o plantio deixando-se apenas uma planta por cova. Para tanto escolheu-se as plantas de melhor conformação e de maior vigor, eliminando-se principalmente as cloróticas e aquelas com problemas fitossanitários.



No 45º dia foi detectado ataque do fungo *Macrophomina phaseolina* que causava podridão do colo das plantas cujo controle foi realizado com a aplicação de BENOMYL [Metil - 1 - (butilcarbamoil) - 2 - benzimidazol carbamato], na dose de 150 g do produto por hectare, aplicado duas vezes com intervalo de 15 dias.

O controle das plantas daninhas foi efetuado com a realização de duas capinas manuais.

A necessidade de irrigação foi calculada com base no método "Speed" e os dados referentes aos dois meses em que foi aplicada na cultura estão relacionados nas TABELAS 08 e 09. No total foi aplicada uma lâmina d'água de 171,72 mm, que somada com as precipitações ocorridas nos meses de novembro (5,7 mm) e dezembro (56,1 mm), resultaram em um total de 233,52 mm de água, sendo que a cultura foi semeada em solo na capacidade de campo.

A colheita foi efetuada em duas etapas, uma na segunda semana de janeiro e outra na primeira semana de fevereiro de 1995.

Em cada sub-parcela foram marcadas aleatoriamente, duas plantas da área útil, nas quais foram feitas observações sobre características agronômicas de acordo com o procedimento a seguir (EMBRAPA/CNPAF, 1990) :

a) INÍCIO DA FLORAÇÃO: anotado com o surgimento das primeiras flores em cada sub-parcela;

b) **50% DE FLORAÇÃO:** anotado quando metade das plantas de cada sub-parcela apresentavam flores;

c) **TAMANHO DA PLANTA:** obtido após a colheita das plantas marcadas e medido a partir do colo até o meristema apical do ramo principal da planta;

d) **NÚMERO DE RAMOS LATERAIS:** obtido através da contagem do número de ramos secundários inseridos no ramo principal;

e) **COMPRIMENTO MÉDIO DAS VAGENS:** determinado com o auxílio de um barbante para medir todo o perfil da vagem, que em seguida era medido em centímetros; a soma destas medidas foi dividida pelo número de vagens;

f) **NÚMERO DE VAGENS POR PLANTA:** obtido após a colheita das plantas marcadas, contando-se o total de vagens produzidas por cada planta;

g) **NÚMERO DE SEMENTES POR PLANTA:** Obtido pela contagem de todas as sementes produzidas por cada planta;

h) **NÚMERO DE SEMENTES POR VAGEM:** obtido pela contagem de todas as sementes produzidas por cada planta, e dividindo-se o resultado pelo número de vagens colhidas;

i) **PESO DA PALHA:** obtido com a pesagem numa balança eletrônica com precisão de centésimos de grama, da palha de todas as vagens da planta e dividindo-se o total do peso pelo número de vagens;

j) PESO DE SEMENTES POR PLANTA: determinada, pesando-se em gramas, todas as sementes computadas para cada planta;

k) PESO DE SEMENTES POR VAGEM: obtido dividindo-se a produção de sementes por planta pelo número de vagens por planta;

l) RENDIMENTO DE SEMENTES POR FRUTO: obtido dividindo-se o peso de sementes por planta pela soma do peso da palha mais o peso de sementes por planta e multiplicando-se o resultado por 100;

m) PESO DE 100 SEMENTES: obtido na mesma balança, com a média da pesagem de quatro amostras de 100 sementes;

n) PRODUÇÃO DE SEMENTES POR PARCELA: obtida, após a colheita de todas as plantas da área útil, pela soma da pesagem em gramas, das duas colheitas realizadas;

o) STAND FINAL: obtido pela contagem de todas as plantas existentes na área útil de cada subparcela;

p) ÁREA FOLIAR: obtida utilizando-se o método das quadrículas que consiste na disposição das folhas lado a lado sobre uma superfície plana esponjosa, sendo a seguir cobertas com um vidro marcado com quadrículas de 2 x 2 cm, ou seja, 4 cm<sup>2</sup>. Conta-se o número de vértices dos quadrados que se superpõem às folhas, a seguir multiplica-se esse número por 4; a área é estimada em cm<sup>2</sup> (Cock, 1976).

q) ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR (L): obtido dividindo-se a área foliar da planta em cm<sup>2</sup> pela área em cm<sup>2</sup> ocupada pela planta;



r ) INTERCEPTAÇÃO DA LUZ SOLAR: para que se tivesse uma média da porcentagem de interceptação da luz solar foram feitos dois tipos de leitura que podem ser visualizadas na FIGURA 01: primeiro no espaçamento de 40 x 20 cm foi utilizada uma régua de 40 cm de comprimento dividida em duas partes de 20 cm com três marcas, de modo que se pudesse realizar três leituras. Esta régua foi colocada no colo da planta no sentido perpendicular à linha de plantio de modo que foram feitas as leituras, uma no meio da entrelinha, uma no colo da planta e outra na outra entrelinha, Em seguida a mesma régua foi colocada no meio da distância entre uma planta e outra, dentro da linha e foram feitas mais três leituras de modo que no total foram feitas seis leituras para cada planta em cada subparcela e calculada a média. Foi feita ainda mais uma leitura acima da planta e, em função desta leitura se calculou a porcentagem de radiação. O mesmo procedimento foi utilizado para o espaçamento de 80 x 30 cm onde foi utilizada uma régua de 80 cm dividida em quatro partes de 20 cm de modo que se fizesse cinco leituras ao colo da planta e cinco leituras entre uma planta e outra totalizando dez leituras por planta, de onde foi calculada a média da porcentagem de interceptação da radiação, tomando-se como referência a leitura feita acima da planta. Todas estas leituras foram realizadas no horário entre onze e treze horas e sempre sem a presença de nebulosidade, com fotômetro de fabricação alemã, marca Gossen, modelo Panlux, com capacidade de medir até  $12 \times 10^4$  lux;

TABELA 1 - s ) NÚMERO DE FLORES POR PLANTA: obtido a partir da contagem das cicatrizes de botões florais. Este método é baseado na observação de que, quando ocorre a queda de uma flor, mesmo que esta não tenha dado origem a uma vagem, no seu ponto de inserção com o racemo fica uma cicatriz em forma de botão que persiste durante todo o ciclo da planta, como ilustrado na FIGURA 02. Portanto, a contagem destes botões florais permite estimar com maior precisão o número de flores que a planta produziu principalmente quando se utiliza materiais de porte semi-ramador e ramador, tendo ainda a vantagem de ser menos trabalhoso, pois a contagem pode ser feita de uma só vez após a colheita da planta e sem o uso de um número muito grande de etiquetas, como no caso de algumas cultivares que chegam a produzir mais de 200 flores por planta.

TABELA 07 - Características químicas do solo onde foi instalado o experimento e recomendação de adubação. Fortaleza, CE. 1994.

ESPECIFICAÇÃO	RESULTADO	CLASSIFICAÇÃO	ADUBAÇÃO	
			NUTRIENTE	Kg/ha
Fósforo (ppm)	18	Médio	N	20
Potássio (ppm)	60	Médio	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	50
Calcio + Magnésio	2,0	Baixo	K <sub>2</sub> O	20
Alumínio (me %)	0,0			
pH	6,9			

Fonte: UFC/CCA - Departamento de Ciências do solo/Laboratório de Análises de solos.

9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31

TOT

1 - Tot  
2 - Lár  
3 - Pr



TABELA 08 - Tempo de duração, quantidade de água aplicada no experimento e precipitação ocorrida durante os meses de novembro e dezembro. Fortaleza, CE, 1994.

DIA	TEMPO <sup>1</sup>		QUANTIDADE <sup>2</sup>		PRECIPITAÇÃO <sup>3</sup>	
	NOV	DEZ	NOV	DEZ	NOV	DEZ
1	-	-	-	-	0,0	0,7
2	-	-	-	-	0,0	0,0
3	60	-	6,48	-	0,0	0,0
4	60	-	6,48	-	1,6	0,4
5	-	60	-	6,48	0,5	0,0
6	-	-	-	-	0,0	0,0
7	60	60	6,48	6,48	0,0	0,0
8	-	-	-	-	0,0	0,0
9	60	60	6,48	6,48	0,0	0,0
10	-	-	-	-	0,0	0,0
11	60	-	6,48	-	0,0	0,0
12	-	75	-	8,10	0,0	0,0
13	-	-	-	-	0,0	0,6
14	60	75	6,48	8,10	3,4	0,0
15	-	-	-	-	0,0	0,0
16	-	90	-	9,72	0,0	0,0
17	60	-	6,48	-	0,0	0,0
18	30	-	3,24	-	0,0	0,0
19	-	90	-	9,72	0,0	0,0
20	-	-	-	-	0,0	0,0
21	90	90	9,72	9,72	0,0	0,0
22	-	-	-	-	0,0	0,0
23	60	120	6,48	12,96	0,2	0,0
24	-	-	-	-	0,0	2,7
25	60	-	6,48	-	0,0	2,6
26	-	90	-	9,72	0,0	1,2
27	-	-	-	-	0,0	3,2
28	60	-	6,48	-	0,0	30,2
29	-	-	-	-	0,0	10,4
30	60	-	6,48	-	0,0	2,7
31	-	-	-	-	-	1,4
TOT	780	810	84,24	87,48	5,7	56,1

1 - Tempo de duração da irrigação em minutos.

2 - Lâmina d'água aplicada na cultura em milímetros.

3 - Precipitação pluvial ocorrida durante o mês em milímetros.

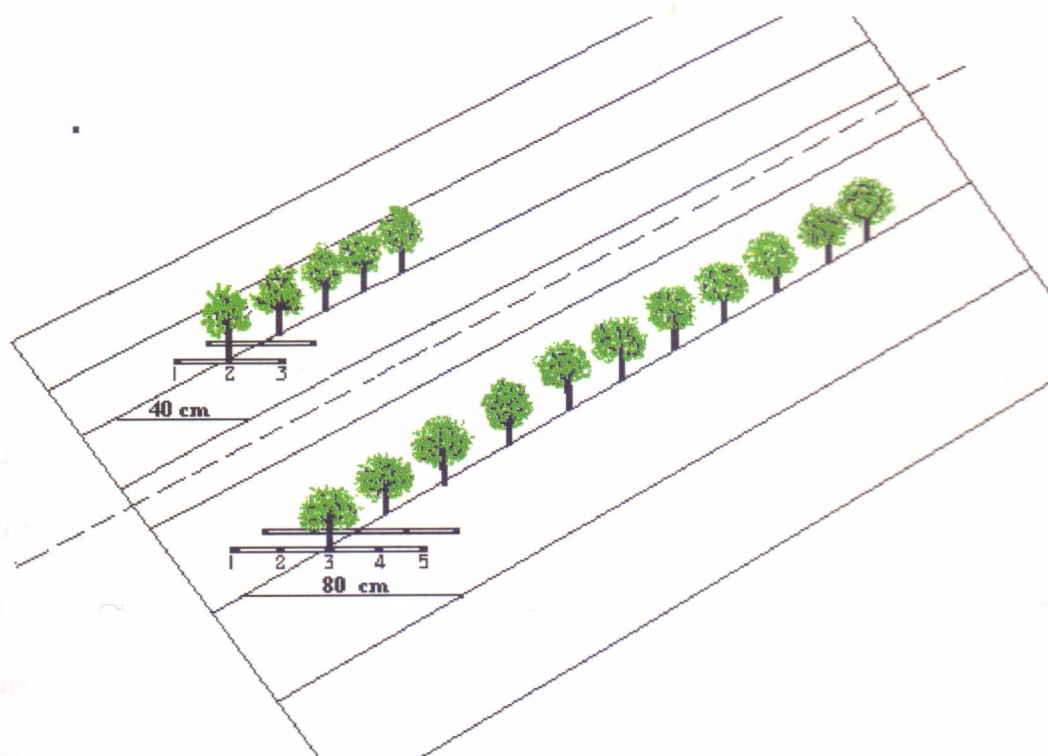


FIGURA 01 - Diagrama representando a coleta dos dados de interceptação de luz solar. Fortaleza, CE. 1995.

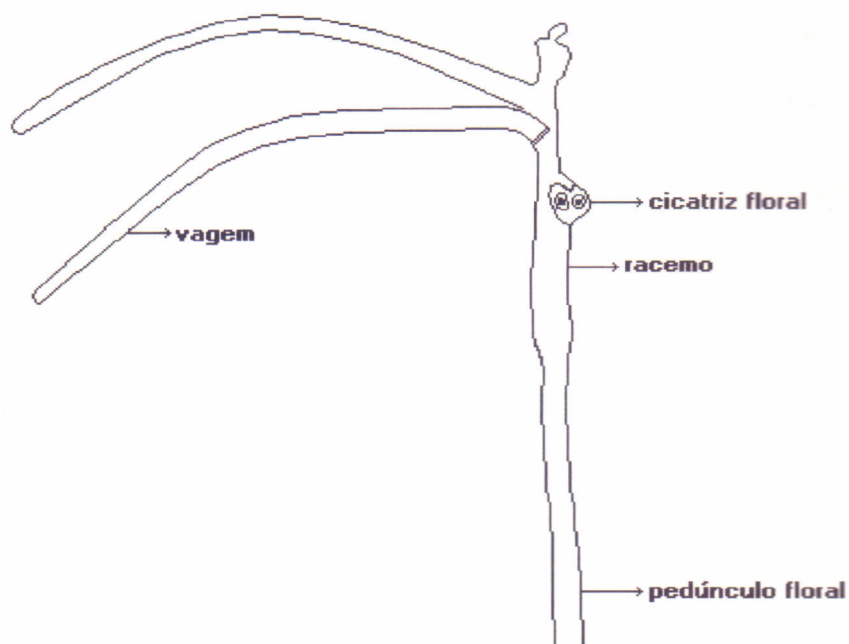


FIGURA 02 - Morfologia floral de uma planta de feijão-de-corda. Fortaleza, 1995.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### INTERCEPTAÇÃO DA LUZ SOLAR

A taxa fotossintética, da qual depende a produção da planta (quando outros fatores não são limitantes), é máxima quando toda a luz solar é interceptada pela planta, ou seja, quando não há desperdício de radiação. Na prática considera-se a interceptação total da luz solar quando 95% ou mais dela são interceptadas, ou em outras palavras, quando apenas 5% ou menos da radiação atravessa o dossel e chega ao solo. A análise de variância dos dados de interceptação da luz solar constatou diferenças altamente significativas entre as cvs e não significativa para a interação entre a população de plantas e cvs (TABELA 09). Destacaram-se as cvs CE-639, CE-315 e CE-670 por apresentarem a maior porcentagem de interceptação e a cv TVu-4552 por apresentar uma porcentagem de interceptação 52,5% menor que a média das outras cvs (TABELA 10).

Quanto ao efeito da população de plantas, a porcentagem de interceptação da luz solar foi maior, em todas as cvs, na população de 125.000 plantas/ha que na de 41.666 plantas/ha. (FIGURA 03).

Ainda na TABELA 10, verifica-se que nenhum dos materiais utilizados conseguiu interceptar 95% da radiação solar. Partindo-se do pressuposto que o manejo da cultura com relação à irrigação, adubação e controle de plantas daninhas foi o mesmo para todos os tratamentos,



conclui-se que as densidades utilizadas não foram suficientemente grandes para que houvesse o fechamento total da área pelo dossel. Como a produção está altamente correlacionada com a porcentagem de interceptação de luz ( $r = 0,58^{**}$ ), pode-se concluir que houve prejuízo na produção devido a população utilizada, principalmente para as cvs de porte ereto, as quais apresentaram menor porcentagem de interceptação de luz.

### ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR (L)

Tanto as diferenças entre as cvs, como entre as duas populações estudadas para a característica L foram altamente significativas. No entanto, a interação entre essas variáveis não o foi. (TABELA 09).

As cvs CE-315 e CE-639 destacaram-se das demais apresentando maiores valores para L (3,21 e 2,57 respectivamente) enquanto a cv TVu-4552 apresentou o menor valor de todos os materiais estudados (0.60). As demais cvs apresentaram valores estatisticamente iguais (TABELA 10).

Ao se analisar o comportamento das cvs nas duas populações de plantio, verifica-se que, houve um aumento superior a 100% nos valores de L, nos materiais estudados, quando a população variou e 41.666 para 125.000 plantas/ha, destacando-se a cv CE-639 com um aumento de 184% no seu L (FIGURA 04). A exceção ocorreu para a cv Pitiúba, cujo aumento foi de apenas 52%. Este comportamento pode ser explicado pelo fato de ser

este, um material de porte ramador, obtendo assim um melhor desempenho na menor densidade de plantio. Assim, a diferença na produção de matéria verde deste material não é tão acentuada como o foi nos outros, quando se variou a densidade de plantio.

Segundo WELLS (1991), o valor de L que corresponde à maior interceptação de luz, ou seja, ao fechamento da copa pelas culturas, está entre 4 e 5. Melhoristas também baseiam suas seleções no desempenho das plantas nas densidades comerciais que normalmente proporcionam um L em torno de 4. Pelos dados obtidos, somente a cv CE-315 na maior população atingiu o L considerado ideal, seguida da cv CE-639 que também se aproximou deste índice. Estes dados concordam com os de interceptação da luz solar e estão correlacionados com os mesmos ( $r = 0,66^{**}$ ) sendo mais um indicativo de que na maioria dos materiais (cvs Pitiúba, EPACE 11, TVu-4552, CE-118, CE-116, CE-672 e CE-670) não houve um aproveitamento ideal da luz, ou seja, não houve o fechamento total da área por suas copas. Em diferentes níveis de intensidade, pode-se considerar que estes materiais foram prejudicados pelo déficit de L, evidenciando assim a necessidade de aprofundamento de estudos de L e sua duração para melhor definição do manejo da cultura (população e arranjo de plantio) em condições de irrigação, tendo-se em vista que a otimização da produção de grãos está correlacionada com estas características ( $r = 0,53^{**}$  para produção x L e  $r = 0,58^{**}$  para produção x porcentagem de interceptação da luz solar).

Quanto ao número de dias necessários para as plantas atingirem o L máximo, constatou-se que não houve diferenças significativas entre as cvs e nem na interação cvs x populações. No entanto houve significância quanto à influência da densidade de plantio, ou seja, os materiais atingiram o L máximo mais cedo quando se utilizou uma maior população de plantas (TABELAS 09 e 10 e FIGURA 05).

Deve-se ressaltar que este parâmetro foi influenciado pelo déficit de L, ou seja, os materiais que não atingiram 95% de interceptação da luz solar poderiam, numa população de plantas ideal, atingí-lo em menor espaço de tempo do que o gasto para se atingir o L máximo.



TABELA 09 - Análise de variância e coeficiente de variação de L máximo, porcentagem de luz interceptada pelas plantas no L máximo e dias após a emergência decorridos para se atingir L máximo de dez cvs de feijão-de-corda submetidas às populações de 41.666 e 125.000 plantas/ha. Fortaleza, CE. 1995.

CAUSAS DE VARIÇÃO	G L	QUADRADOS MÉDIOS		
		L	% luz interceptada	Dias/L máximo
BLOCOS	3	1,787	120,917	149,383
CULTIVARES	9	4,054 *	1580,421 **	199,022
ERRO A	27	1,292	250,086	109,170
POPULAÇÕES	1	46,426 **	13640,648 **	405,000 *
C x P	9	0,696	117,371	48,361
ERRO B	30	0,889	154,478	55,825
C V		47,20	20,69	13,46

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

TABELA 10 - L máximo, porcentagem de interceptação da luz solar no L máximo e dias após a emergência decorridos para se atingir L máximo de dez cvs de feijão-de-corda submetidas às populações de 41.666 e 125.000 plantas/ha. Fortaleza, CE. 1995.

CULTIVARES	L máximo			Interceptação no L máximo (%)				Dias após a emergência			
	41.666	125.000	Média	41.666	125.000	Média		41.666	125.000	Média	
Pitiúba	1,44	2,19	1,81	AB	51,45	75,87	63,66	AB	58,00	61,75	59,87
CE-315	2,09	4,33	3,21	A	63,66	82,27	72,96	AB	67,00	59,25	63,12
CE-639	1,34	3,80	2,57	A	73,26	88,97	81,11	A	67,00	56,00	61,50
EPACE 11	0,98	2,67	1,82	AB	50,17	72,75	61,46	AB	59,75	56,00	57,87
TVu-4552	0,33	0,88	0,60	B	21,92	38,31	30,12	C	50,50	50,5	50,50
CE-118	1,13	2,80	1,96	AB	45,52	77,75	61,64	AB	52,50	48,75	50,62
CE-116	1,09	2,30	1,70	AB	40,81	75,35	58,08	AB	48,75	48,75	48,75
CE-644	1,64	3,34	2,49	AB	31,22	67,44	49,33	BC	56,25	48,75	52,50
CE-672	0,78	2,12	1,45	AB	36,86	69,24	53,05	BC	60,00	48,75	54,37
CE-670	1,53	3,17	2,35	AB	55,29	83,37	69,33	AB	58,00	54,25	56,12
<b>MÉDIAS</b>	1,24 b	2,76 a	2,00		47,02 b	73,,13 a	60,07		57,77 b	53,27 a	55,52

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem significativamente, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.



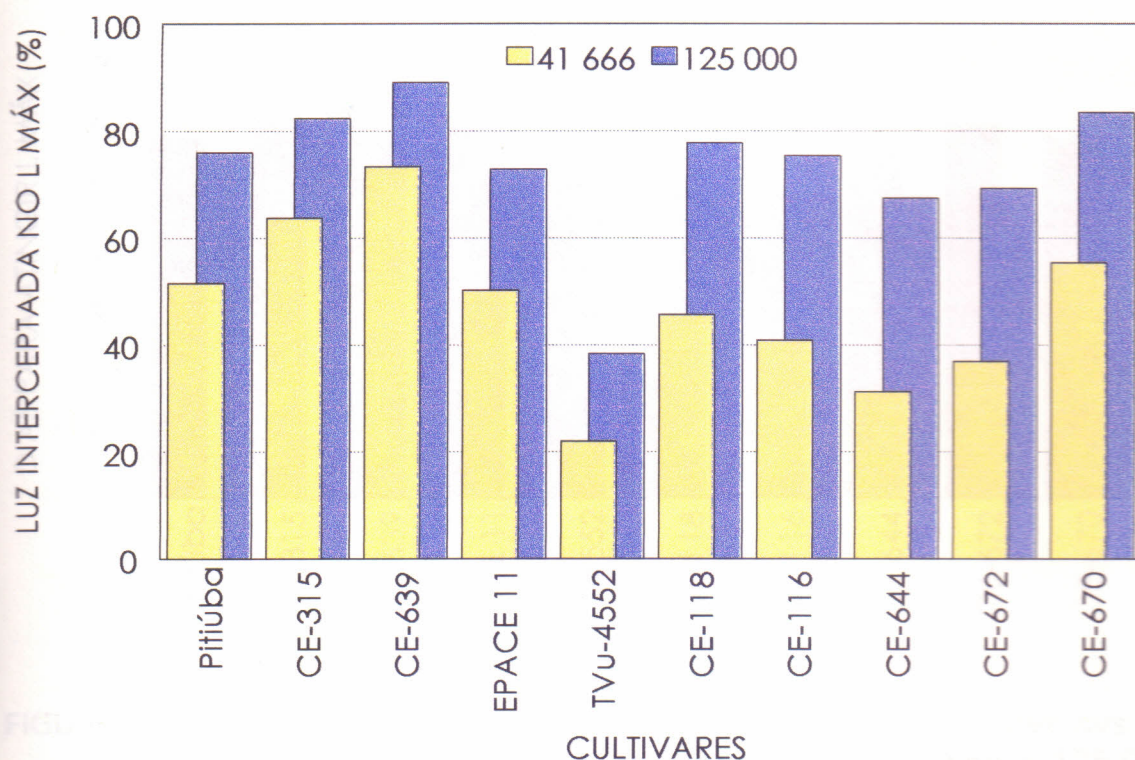


FIGURA 03 - Porcentagem de luz interceptada no L máximo de dez cvs de feijão-de-corda submetidas às populações de 41.666 e 125.000 plantas/ha. Fortaleza, CE. 1995.

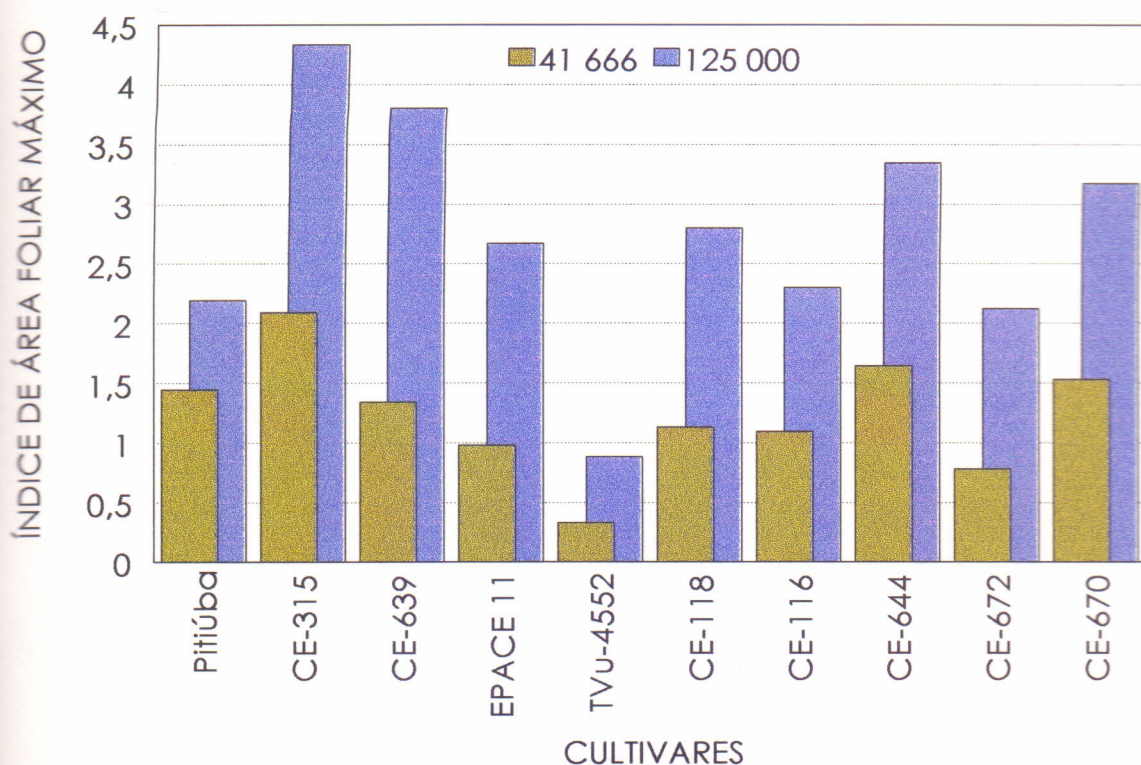


FIGURA 04 - L de 10 cvs de feijão-de-corda submetidas às populações de 41.666 e 125.000 plantas/ha. Fortaleza, CE. 1995.



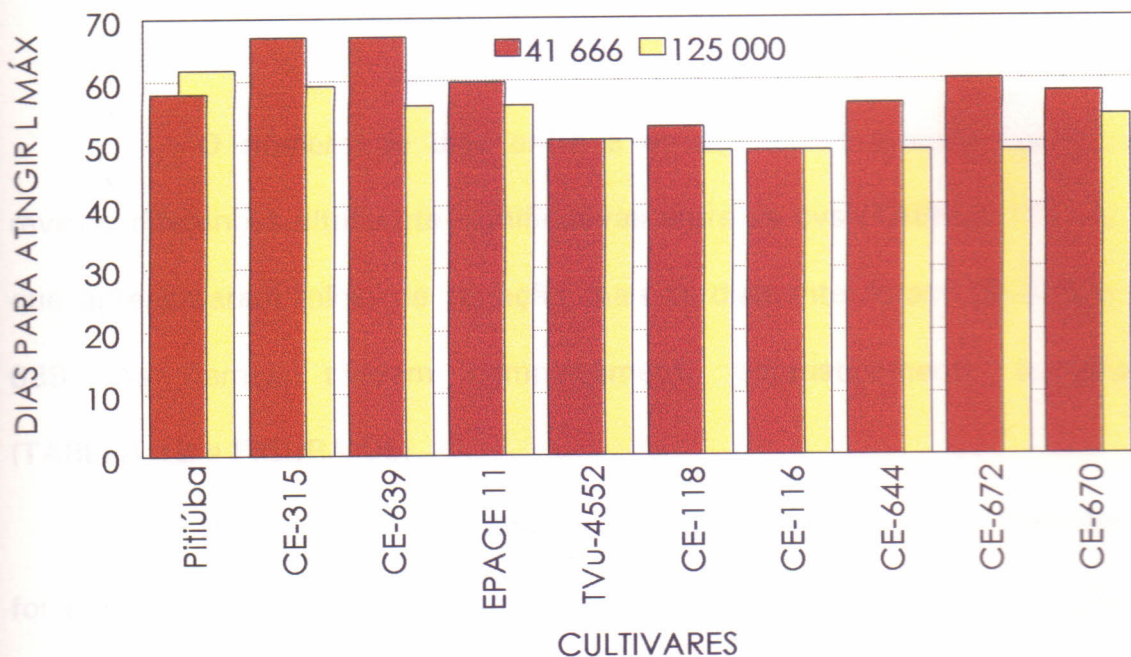


FIGURA 05 - Dias necessários para se atingir o L máximo de dez cvs de feijão-de-corda submetidas às populações de 41.666 e 125.000 plantas/ha. Fortaleza, CE. 1995.

## FLORESCIMENTO

O número de dias entre a emergência e o início da floração revelou diferenças altamente significativas entre as cvs (TABELA 11). As cvs que apresentaram início de floração mais tardiamente foram CE-315 e CE-639. As demais tiveram comportamento estatisticamente semelhante (TABELA 12 e FIGURA 06).

O número de dias entre a emergência e o início da floração não foi influenciado estatisticamente pelo espaçamento e densidade de plantio, como também não foi significativa a interação cvs x população de plantas (TABELA 11).

O número de dias decorridos entre a emergência das plantas e a época em que 50% do "stand" iniciou a floração variou de 41 para a cv mais precoce (TVu-4552), a 59 para a cv CE-315 (TABELA 12 e FIGURA 06). A cv CE-315 comportou-se como a mais tardia entre os materiais estudados. As demais apresentaram comportamento semelhante entre sí. Esta variável também não foi influenciada pela população de plantas. Não houve diferenças significativas entre as duas populações utilizadas e nem da interação cvs x população de plantas (TABELA 11 e 12).

Constatou-se, ainda, uma elevada correlação entre o início de floração e o tempo para se atingir 50% de floração ( $r = 0,93^{**}$ ).

De acordo com a análise dos dados pode-se notar que houve uma grande homogeneidade em todos os materiais com relação à época do

início do período reprodutivo, não havendo diferença entre eles nem quando se variou a população de plantas. A exceção foi a cv CE-315 que se destacou das demais por ser o mais tardio de todos os materiais tanto no que se refere ao número de dias para início da floração quanto ao número de dias para se atingir 50% da floração.

VARIÁVEL	VALOR
BLOCO	1,74
CULTIVAR	1,74
ERRATA	2,40
POPULAÇÃO	0,25
C	2,40
ERRATA	2,40
C	2,40

\* S<sub>0</sub>

\*\* S<sub>1</sub>



TABELA 11 - Análise de variância e coeficiente de variação de início de floração, 50% de floração, número de flores/planta e eficiência reprodutiva de dez cvs de feijão-de-corda submetidas às populações de 41.666 e 125.000 plantas/ha. Fortaleza, CE. 1995.

CAUSAS DE VARIÇÃO	GL	QUADRADOS		MÉDIOS	
		Início de floração	50% de floração	Nº flores/planta	Eficiência reprodutiva
BLOCOS	3	114,050 *	206,113	1371,50	58,64
CULTIVARES	9	159,672 **	192,390 **	8798,49 **	151,57 **
ERRO A	27	34,161	28,464	1325,97	20,59
POPULAÇÕES	1	0,000	0,113	27602,45 **	5,29
C x P	9	0,000	0,112	1829,76	20,95
ERRO B	30	0,000	0,112	1124,56	21,48
C V		0,00	0,72	38,50	32,65

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

TABELA 12 - Número de dias para Início e 50% de floração de dez cvs de feijão-de-corda submetidas às populações de 41.666 e 125.000 plantas/ha Fortaleza, CE. 1995.

CULTIVARES	INÍCIO DE FLORESCIMENTO				50% FLORAÇÃO			
	(DIAS)				(DIAS)			
	41.666	125.000	MÉDIA		41.666	125.000	MÉDIA	
Pitiúba	41,75	41,75	41,75	B	47,00	47,00	47,00	B
CE-315	53,00	53,00	53,00	A	59,50	58,75	59,12	A
CE-639	44,00	44,00	44,00	AB	49,75	49,75	49,75	B
EPACE 11	39,75	39,75	39,75	B	46,00	46,00	46,00	B
TVu-4552	37,75	37,75	37,75	B	40,75	40,75	40,75	B
CE-118	38,50	38,50	38,50	B	44,00	44,00	44,00	B
CE-116	38,75	38,75	38,75	B	44,00	44,00	44,00	B
CE-644	39,75	39,75	39,75	B	45,75	45,75	45,75	B
CE-672	39,75	39,75	39,75	B	45,50	45,50	45,50	B
CE-670	40,25	40,25	40,25	B	46,50	46,50	46,50	B
MÉDIA	41,32	41,32	41,32		46,87	46,80	46,83	

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

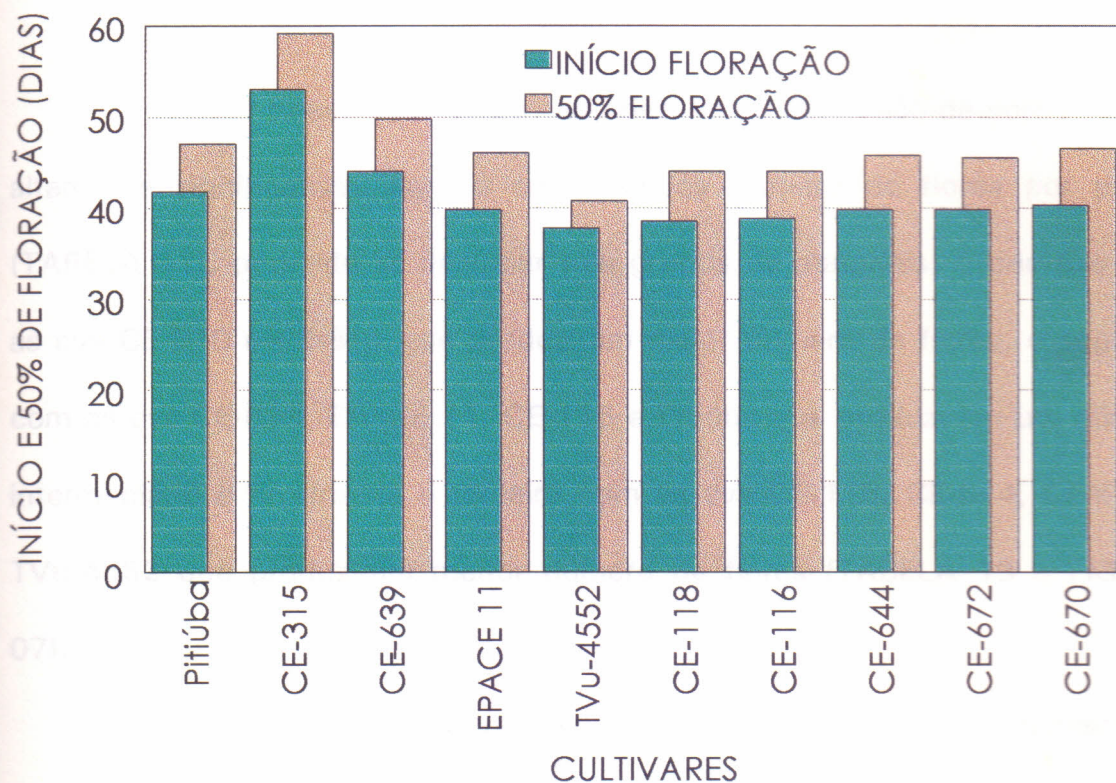


FIGURA 06 - Início de florescimento e 50% de floração de dez cvs de feijão-de-corda submetidas às populações de 41.666 e 125.000 plantas/ha. Fortaleza, CE. 1995.



## NÚMERO DE FLORES POR PLANTA

As diferenças entre as dez cvs de feijão-de-corda foram altamente significativas para a característica número de flores por planta (TABELA 11), podendo-se destacar três grupos de materiais: o primeiro com as cvs CE-670 e CE-315 que produziram maior número de flores, o segundo com as cvs CE-639, EPACE 11, CE-116 e Pitiúba que produziram um número intermediário e finalmente o terceiro com as cvs CE-118, CE-644, CE-672 e TVu-4552 que produziram menor número de flores (TABELA 13 e FIGURA 07).

Quanto ao efeito da densidade de plantio sobre o número de flores por planta, as diferenças foram altamente significativas, visto que o número de flores produzidas diminuiu com o aumento da população de plantas. Resultados semelhantes foram obtidos por DOUST (1991) em feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) e OJEHOMON e BAMIDURO (1971) que trabalhando com feijão-de-corda também encontraram queda na produção de flores em função do aumento da densidade de plantio. A interação entre a população de plantas e as cvs não foi significativa.

O desenvolvimento reprodutivo de várias espécies de plantas é prejudicado pelo estresse de calor (WARRAG e HALL, 1984 a,b). Para o feijão-de-corda, pesquisadores como DOW EL-MADINA e HALL (1986), têm encontrado que altas temperaturas associadas a dias longos no início do desenvolvimento floral pode resultar no aborto ou supressão do

desenvolvimento de botões florais, chegando ao ponto de nenhuma flor ser produzida. Já altas temperaturas durante o desenvolvimento do botão floral não impede a produção de flores mas causa macho esterilidade resultando em não enchimento das vagens (WARRAG e HALL, 1984 a,b).

A região Norte do estado do Ceará, onde fica situada sua capital Fortaleza, por situar-se próximo à linha do equador numa latitude de  $3^{\circ} 45'$  sul, tem uma variação de fotoperíodo muito pequena durante o ano, que vai de 11 horas e 42 minutos para o dia 22 de junho a 12 horas e 18 minutos para o dia 22 de dezembro (TUBELIS e NASCIMENTO, 1980). Em razão desta pequena variação (36 minutos), a influência que a duração do dia pode causar no processo reprodutivo da planta também pode ser considerada muito pequena, não existindo, portanto, a influência causada por dias longos de 14 ou até mais horas de luz por dia como ocorrem nos locais de altas latitudes. Assim sendo, a influência que as plantas poderiam sofrer no seu processo reprodutivo, poderia ser considerada como tendo principal causa a temperatura, tanto diurna quanto noturna, pois segundo SUMMERFIELD (1976), pequenas diferenças ( $5^{\circ} \text{C}$ ) na temperatura noturna mantidas durante a vida da planta, levam a grandes e consistentes efeitos no processo reprodutivo do feijão-de-corda e diferenças de temperatura do dia entre  $27$  e  $33^{\circ} \text{C}$  também têm grande efeito neste processo diminuindo a produção pelo aborto de flores, pedúnculos e vagens jovens.

De acordo com as tabelas 01, 02 e 03, a temperatura diurna durante o período de floração das cvs constantes do experimento (que teve início no dia 09 de dezembro), variou de  $26$  a  $32,6^{\circ} \text{C}$  (variação de

6,6° C), e a temperatura noturna variou de 20 a 24,6° C (variação de 4,6° C).

Pelos resultados obtidos, confirmando experiências anteriores de FREIRE FILHO e PAIVA (1977), conclui-se que ocorre uma elevada abscisão de flores no feijão-de-corda na Região. Embora a causa ainda seja desconhecida, supõe-se que seja conseqüência da temperatura, principalmente a noturna.

Para que se pudesse comparar os diferentes materiais utilizados neste trabalho, foi introduzida a cv TVu-4552 proveniente do International Institute of Tropical Agriculture (IITA), que é classificada como sendo material tolerante ao calor durante ambos estádios de desenvolvimento floral produzindo substancial número de flores e vagens sob temperaturas noturnas de até 30° C (MUTTERS et. al 1989).

Com o objetivo de se avaliar a abscisão de flores que incidiu sobre a cultura durante o seu desenvolvimento foi calculada a sua eficiência reprodutiva.



## EFICIÊNCIA REPRODUTIVA

A eficiência reprodutiva foi obtida dividindo-se o número de vagens por planta pelo número de flores por planta e multiplicando-se o resultado por 100, ou seja, este índice representa a porcentagem de flores que foram fecundadas e onde houve enchimento das vagens.

As diferenças entre os materiais testados foram altamente significativas com relação a esta característica (TABELA 11). A cv CE-116 teve o melhor comportamento de todos os materiais testados. As cvs CE-118, CE-644, CE-672, TVu-4552 e CE-315 tiveram comportamento intermediário enquanto as cvs CE-639, CE-670, Pitiúba e EPACE 11 tiveram a mais baixa eficiência reprodutiva (TABELA 13).

A eficiência reprodutiva não sofreu influência da variação na densidade de plantio e nem houve interação entre esta e as cvs.

Com a análise da tabela 13 pode-se concluir que a obtenção de uma baixa eficiência reprodutiva, não depende de uma grande produção de flores. Como exemplo pode-se comparar as cvs CE-670 e CE-116. A primeira foi a que produziu maior número de flores mas teve uma das menores eficiências reprodutivas, ou seja, de uma média de 140,5 flores produzidas, somente 10,46% deram origem a vagens cheias (14,7 vagens). Já a cv CE-116 que produziu uma média de 91,5 flores por planta, mas com uma eficiência reprodutiva de 22,57, produziu 40% mais vagens (20,7) do que a cv CE-670. A cv EPACE 11 que teve um número de flores por planta muito

semelhante à cv CE-116, mas que teve a mais baixa eficiência reprodutiva, produziu um número 59% menor de vagens (8,5).

A análise de correlação vem confirmar estes resultados pois de acordo com a mesma, houve correlação negativa entre o número de flores por planta e a eficiência reprodutiva ( $r = - 0,31^{**}$ ), sendo que o número de vagens por planta teve correlação positiva com a eficiência reprodutiva ( $r = 0,41^{**}$ ).

As pesquisas que têm por objetivo o estudo da influência da temperatura no processo reprodutivo do feijão-de-corda, são na maioria das vezes, realizadas em câmara de crescimento com temperatura e comprimento do dia controlados procurando-se evitar a influência de fatores externos nos resultados. Experimentos realizados no campo, como o foi este trabalho, têm como objetivo selecionar cvs de um grande número de materiais que posteriormente serão estudados em ambiente controlado, metodologia utilizada por exemplo por SUMMERFIELD (1976).

A suposição teórica de que a temperatura noturna registrada na região metropolitana de Fortaleza seria causa da baixa eficiência reprodutiva dos materiais utilizados pelos produtores não foi confirmada, pois como resultado da pesquisa, quatro das cvs utilizadas obtiveram eficiência reprodutiva superior e as outras tiveram resultados semelhantes a cv resistente a altas temperaturas (TVu-4552).

A comparação de materiais que apresentam produções estatisticamente iguais, mas com eficiências reprodutivas díspares como as

cvs CE-116 (1.078 kg/ha e 22,57%) e CE-670 (1.225 kg/ha e 10,46%, respectivamente) apontam como possível causa desta igualdade, a relação fonte-dreno dos materiais, ou seja, o poder de dreno, que é o produto do número de vagens por planta x número de sementes por vagem x tamanho das sementes, foi igual para ambas cvs. FAGERIA (1989) relaciona o poder de dreno à produtividade. Segundo o autor, a produtividade pode ser expressa pela seguinte equação:  $PRODUTIVIDADE (t/ha) = n^{\circ} \text{ de vagens/m}^2 \times n^{\circ} \text{ de grãos/vagem} \times \text{peso de 1.000 grãos (g)} \times 10^{-5}$ . Como a cv CE-116 obteve um número de sementes por vagem muito próximo ao da cv CE-670 (12,65 e 13,52, respectivamente), o balanço da relação fonte-dreno entre as duas se deu devido ao menor tamanho das sementes da primeira que teve um número de vagens por planta superior ao da cv CE-670, que por sua vez obteve sementes com maior peso porém menor número de vagens por planta



TABELA 13 - Número de flores por planta e eficiência reprodutiva (%) de dez cvs de feijão-de-corda submetidas às populações de 41.666 e 125.000 plantas/ha.

CULTIVARES	Nº DE FLORES/PLANTA			EFICIÊNCIA REPRODUTIVA		
	41.666	125.000	MÉDIAS	41.666	125.000	MÉDIAS
Pitiúba	87,00	81,50	84,25 AB	12,62	9,45	11,04 C
CE - 315	156,50	110,50	133,50 A	14,29	12,15	13,22 BC
CE - 639	147,00	65,75	106,40 AB	8,67	13,57	11,12 C
EPACE 11	130,00	61,50	95,75 AB	8,78	9,06	8,92 C
TVu - 4552	70,75	63,50	67,12 B	10,73	15,52	13,12 BC
CE - 118	70,50	38,00	54,25 B	20,05	19,53	19,79 AB
CE - 116	116,50	66,50	91,50 AB	22,25	22,90	22,57 A
CE - 644	45,00	59,00	52,00 B	17,97	14,36	16,16 ABC
CE - 672	63,00	28,50	45,75 B	17,57	13,54	15,56 ABC
CE - 670	170,50	110,50	140,50 A	11,60	9,32	10,46 C
MÉDIA	105,67 a	68,52 b	87,09	14,45 a	13,94 a	14,19

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem significativamente, a 5% de probabilidade segundo teste de Tukey.

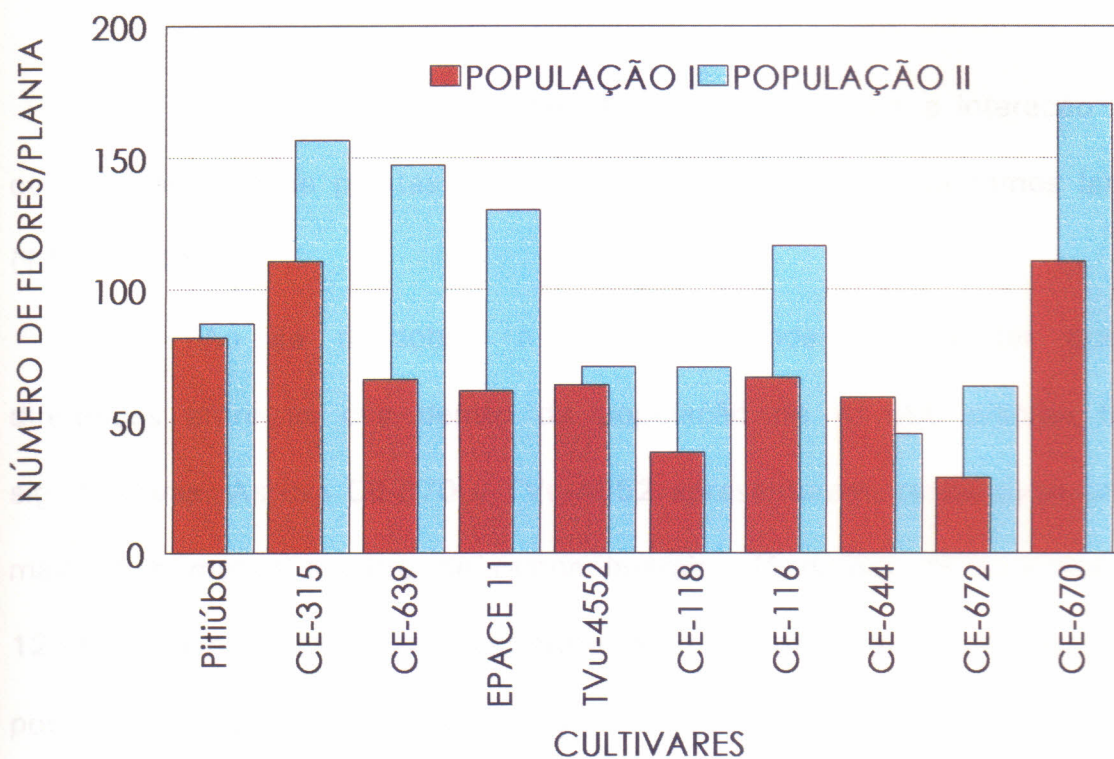


FIGURA 07 - Número de flores por planta de dez cvs de feijão-de-corda submetidas às populações de 41.666 e 125.000 plantas/ha. Fortaleza, CE. 1995.

## RAMIFICAÇÃO

Houve diferenças significativas entre as cvs e a interação entre cvs e população de plantas para a característica número de ramos laterais (TABELA 14).

Ao se desdobrar a interação, pode-se constatar que as diferenças entre as cvs dentro da população de 41.666 plantas foram significativas. As cvs CE-670 e TVu-4552 apresentaram, respectivamente, o maior e o menor número de ramos laterais. Já dentro da população de 125.000 plantas as diferenças entre as cvs foram significativas. Nesta população a cv CE-315 apresentou o maior número de ramos laterais enquanto as cvs EPACE 11 e CE-118 apresentaram as menores médias para essa variável. Vale ainda destacar o comportamento da cv de porte ramador (Pitiúba) que, nas duas densidades de plantio, apresentou o mesmo comportamento para esta característica. (TABELA 15, FIGURA 08).

Quando se realizou a comparação de médias dentro de cada cv, observou-se que o aumento da população determinou uma redução média de 53% no número de ramos laterais em seis das dez cvs (Pitiúba, CE-315, EPACE 11, CE-116, CE-672 e CE-670), constatando-se com estes dados uma mudança na arquitetura das plantas. Estes resultados estão de acordo com FAGERIA (1989) segundo o qual o número e o comprimento dos ramos laterais contribuem para a grande diversidade de tipos (portes) diferentes de plantas de feijão-de-corda, ou seja, a medida que se diminue o número de



ramos laterais em função do aumento da densidade de plantio, as plantas, devido à sua plasticidade, tendem a apresentar características de porte ereto (FIGURA 09).

TABELA 14 - Análise de variância do número de ramos laterais de dez cvs de feijão-de-corda submetidas às populações de 41.666 e 125.000 plantas/ha. Fortaleza, CE. 1995.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	G	L	Q	M
BLOCOS	3		0,167	
CULTIVARES	9		6,022 **	
ERRO A	27		0,426	
POPULAÇÕES	1		26,450 **	
C x P	9		1,561 *	
ERRO B	30		0,350	
Cvs dentro de População (41.666 pl/ha)	9		5,780 **	
Cvs dentro de População (125.000 pl/ha)	9		1,800 *	
Erro	56		0,388	
Populações dentro de Pitiúba	1		6,120 **	
Populações dentro de CE-315	1		4,500 **	
Populações dentro de CE-639	1		0,500	
Populações dentro de EPACE 11	1		8,000 **	
Populações dentro de TVu-4552	1		0,125	
Populações dentro de CE-118	1		1,125	
Populações dentro de CE-116	1		2,000 *	
Populações dentro de CE-644	1		0,000	
Populações dentro de CE-672	1		8,000 **	
Populações dentro de CE-670	1		10,125 **	
Erro	30		0,350	
C V		36,98		

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

TABELA 15 - Número de ramos laterais de dez cvs de feijão-de-corda submetidos às populações de 41.666 e 125.000 plantas/ha. Fortaleza, CE. 1995.

CULTIVARES	POPULAÇÕES						MÉDIA	
	41.666			125.000				
CE - 670	b	4,25	A	a	2,00	AB	3,12	A
CE - 315	b	3,75	AB	a	2,25	A	3,00	A
Pitiúba	b	3,00	ABC	a	1,25	ABC	2,12	AB
CE - 672	b	2,50	BCD	a	0,50	BC	1,50	BC
EPACE 11	b	2,25	CDE	a	0,25	C	1,25	BC
CE - 116	b	1,75	CDEF	a	0,75	BC	1,25	BC
CE - 639	a	1,50	DEF	a	1,00	ABC	1,25	BC
CE - 118	a	1,00	EF	a	0,25	C	0,62	C
CE - 644	a	1,00	EF	a	1,00	ABC	1,00	BC
TVu - 4552	a	0,75	F	a	1,00	ABC	0,87	C
MÉDIA	b	2,17		a	1,02		1,59	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem significativamente, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.



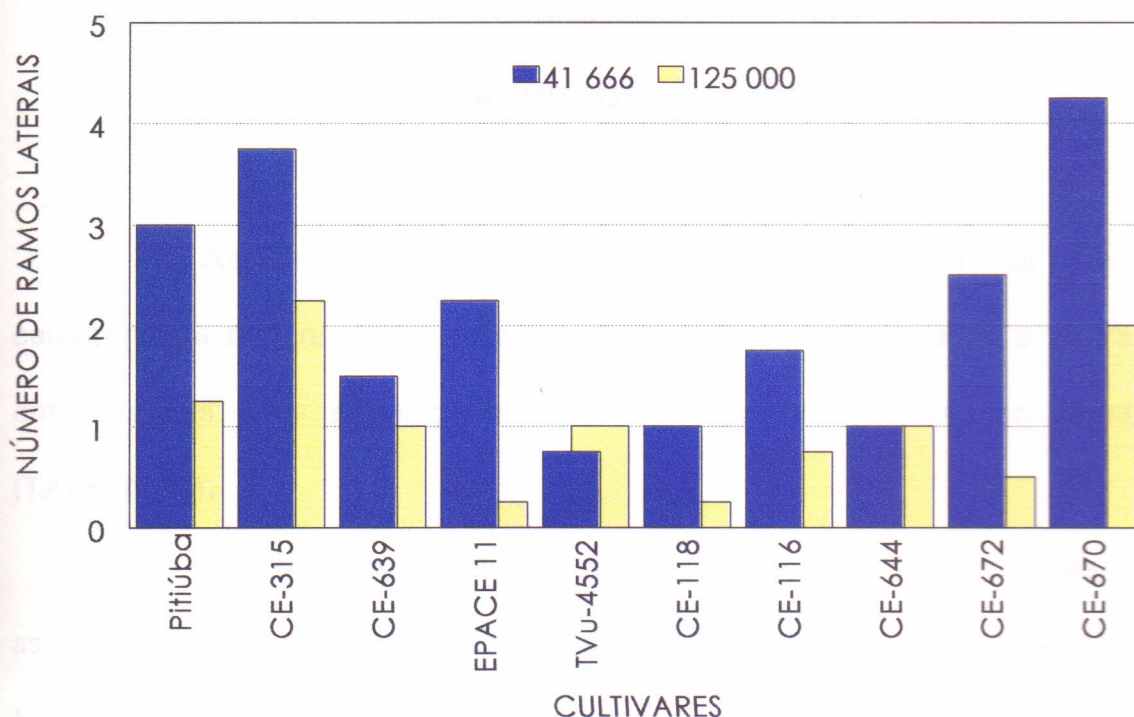


FIGURA 08 - Número de ramos laterais de dez cvs de feijão-de-corda submetidas às populações de 41.666 e 125.000 plantas/ha. Fortaleza, CE. 1995.

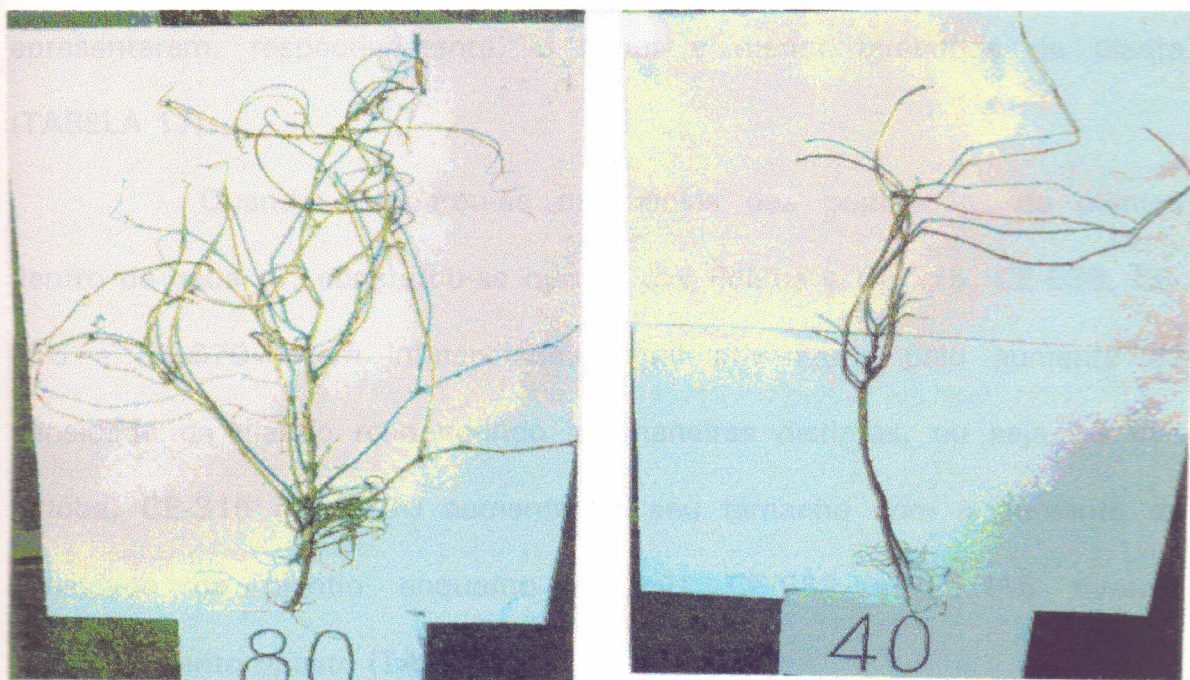


FIGURA 09 - Porte da cv CE-315 nas populações de 41.666 plantas/ha (espaçamento de 40 x 20 cm) e 125.000 plantas/ha (espaçamento de 80 x 30 cm). Fortaleza, CE. 1995.

## TAMANHO DA PLANTA

As diferenças entre as cvs foram significativas para a característica tamanho da planta, como também foi significativa a interação entre as cvs e as populações de plantas para a característica estudada (TABELA 16).

Feitos os desdobramentos, constatou-se que as diferenças entre as cvs foram altamente significativas dentro das duas populações de plantas. Na população de 41.666 plantas/ha, a cv CE-639 apresentou o maior, enquanto as cvs CE-672 e TVu-4552 apresentaram o menor tamanho. Já dentro da população de 125.000 plantas/ha, as cvs CE-315 e TVu-4552 apresentaram, respectivamente, o maior e menor tamanhos de planta (TABELA 17).

Quando comparou-se as médias das populações de plantas dentro de cada cv, constatou-se que as cvs Pitiúba e CE-315, CE-639, CE-116 e CE-670 foram influenciadas significativamente pelo aumento da densidade de plantio respondendo de maneiras distintas, ou seja, as cvs Pitiúba, CE-315 e CE-670 aumentaram seu tamanho com o aumento da densidade de plantio enquanto as cvs CE-639 e CE-116 tiveram comportamento oposto (TABELA 17).

A FIGURA 10 ilustra o comportamento das cvs nas duas densidades populacionais.



## NÚMERO DE VAGENS POR PLANTA

As diferenças entre as cvs foram significativas, bem como a interação cvs x população de plantas para a característica número de vagens por planta (TABELA 16). Através dos desdobramentos, constatou-se que existem diferenças significativas entre os tratamentos dentro da população de 41.666 plantas/ha, o mesmo não ocorrendo com a população de 125.000 plantas/ha. Dentro da menor população, as cvs CE-116 e CE-315 tiveram número de vagens por planta 111,15 e 94,26% respectivamente superior à média das demais. Por outro lado, as cvs CE-644 e TVu-4552 apresentaram número de vagens 50 e 57.8% respectivamente inferiores à média dos outros materiais (TABELA 17).

Quando se comparou as médias das populações de plantas dentro de cada cv, constatou-se que as cvs CE-315, EPACE 11, CE-118, CE-116, CE-672 e CE-670 foram influenciadas significativamente pelo aumento da densidade de plantio, tendo o seu número de vagens aumentado com a diminuição da densidade de plantio (TABELA 16 e FIGURA 11).

O número de vagens por planta correlacionou-se positivamente com o tamanho das plantas ( $r = 0,33^{**}$ ).



TABELA 16 - Análise de variância de tamanho das plantas e número de vagens por planta de dez cvs de feijão-de-corda submetidas às populações de 41.666 e 125.000 plantas/ha. Fortaleza, CE. 1995.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	TAMANHO		Nº VAGENS	
	G L	Q M	G L	Q M
BLOCOS	3	662,05	3	57,49
CULIVARES	9	13202,62 **	9	149,77 **
ERRO A	27	360,08	27	29,32
POPULAÇÕES	1	27,61	1	605,00 **
C x P	9	2973,39 *	9	39,78 *
ERRO B	30	151,75	30	15,30
Cvs dentro de População (125.000 pl/ha)	9	8857,40 **	9	37,86
Cvs dentro de População (41.666 pl/ha)	9	7318,58 **	9	151,69 *
Erro	47	255,91	50	22,31
Populações dentro de Pitiúba	1	2312,00 **	1	24,50
Populações dentro de CE-315	1	8646,12 **	1	242,00 **
Populações dentro de CE-639	1	11858,00 **	1	32,00
Populações dentro de EPACE 11	1	200,00	1	66,12 *
Populações dentro de TVu-4552	1	36,12	1	15,12
Populações dentro de CE-118	1	276,12	1	78,12 *
Populações dentro de CE-116	1	2485,12 **	1	200,00 **
Populações dentro de CE-644	1	128,00	1	0,00
Populações dentro de CE-672	1	6,12	1	105,12 *
Populações dentro de CE-670	1	840,50 *	1	200,00 **
Erro	30	151,75	30	15,30
C V		14,55		33,94

\*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

TABELA 17 - Tamanho de plantas (cm) e número de vagens por planta de dez cvs de feijão-de-corda submetidas às populações de 41.666 e 125.000 plantas/ha. Fortaleza, CE. 1995.

CULTIVARES	TAMANHO DAS PLANTAS (cm)			Nº VAGENS/PLANTA		
	41.666	125.000	Médias	41.666	125.000	Médias
Pitiúba	b 77,75 CD	a 111,75 B	94,75 BCD	a 11,25 BC	a 7,75 A	9,50 BC
CE-315	b 124,75 AB	a 190,50 A	157,60 A	a 23,00 A	b 12,00 A	17,50 AB
CE-639	a 160,50 A	b 83,50 BCD	122,00 B	a 12,50 ABC	a 8,50 A	10,50 BC
EPACE 11	a 115,00 BC	a 105,00 BC	110,00 BC	a 11,75 BC	a 6,00 A	8,87 BC
TVu-4552	a 24,75 E	a 20,50 F	22,62 G	a 6,75 C	a 9,50 A	8,12 BC
CE-118	a 92,50 BCD	a 80,75 BCD	86,62 CDE	a 14,25 ABC	a 8,00 A	11,12 ABC
CE-116	a 106,50 BC	b 71,25 CD	88,87 CDE	a 25,00 A	b 15,00 A	20,00 A
CE-644	a 55,75 DE	a 63,75 DE	59,75 EF	a 8,00 C	a 8,00 A	8,00 C
CE-672	a 33,25 E	a 31,50 EF	32,75 FG	a 11,00 BC	b 3,75 A	7,37 C
CE-670	a 61,50 DE	a 82,00 BCD	71,75 DE	a 19,25 AB	b 9,25 A	14,25 ABC
MÉDIA	a 85,22	a 84,05	84,63	a 14,27	b 8,77	11,52

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem significativamente, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.



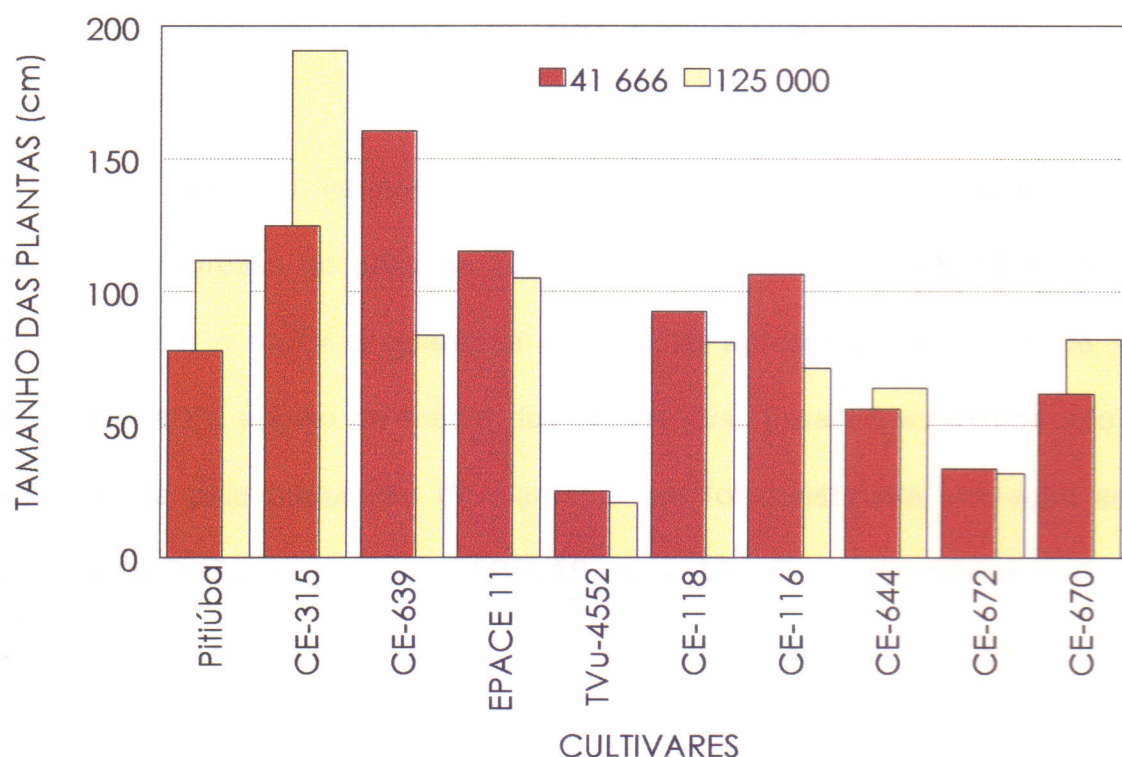


FIGURA 10 - Tamanho das plantas de dez cvs de feijão-de-corda submetidas às populações de 41.666 e 125.000 plantas/ha. Fortaleza, CE. 1995.

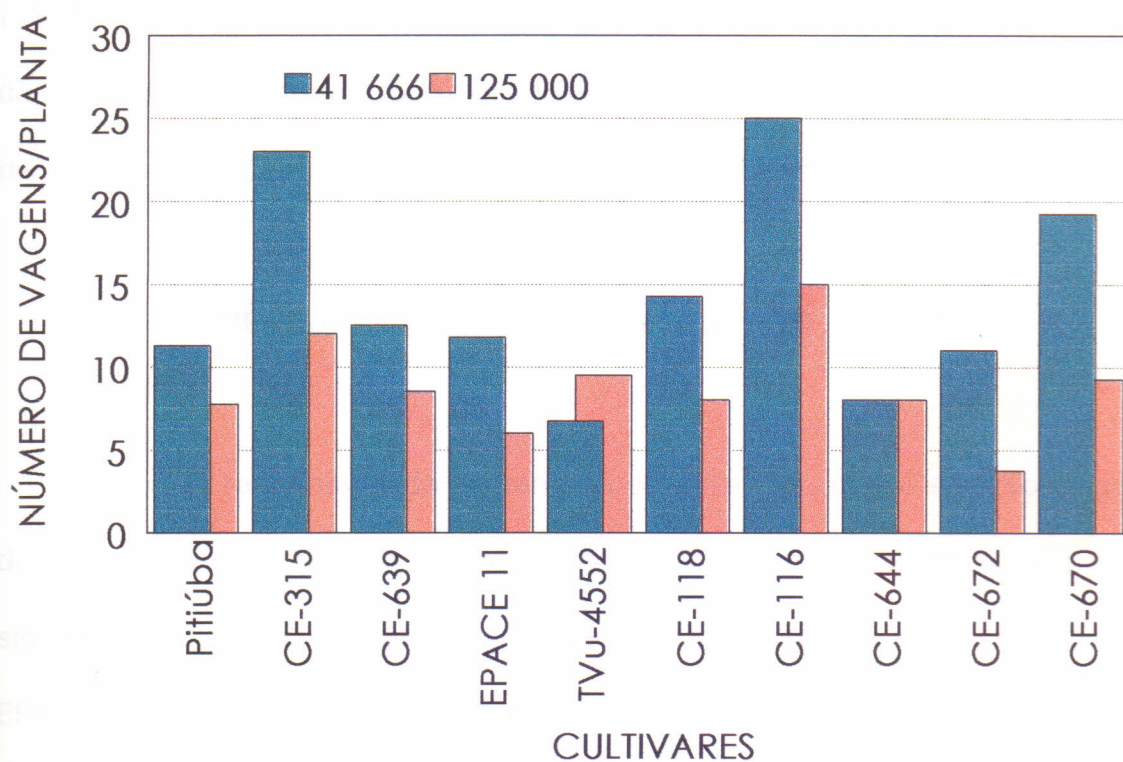


FIGURA 11 - Número de vagens por planta de dez cvs de feijão-de-corda submetidas às populações de 41.666 e 125.000 plantas/ha. Fortaleza, CE. 1995.



## PESO DE 100 SEMENTES

As cvs variaram grandemente com relação ao tamanho das sementes expresso no peso de 100 sementes. As cvs EPACE 11 e CE-118 apresentaram o maior enquanto a cv CE-116 apresentou um peso de 100 sementes 40% abaixo da média das outras cvs. Essa característica não foi influenciada pela população de plantas, nem foi constatada interação entre cvs e população de plantas (TABELAS 18 e 19). Estes resultados estão de acordo com o trabalho realizado por JALLOW e FERGUSON (1985).

O peso médio de 100 sementes apresentou correlação positiva com o comprimento da vagem ( $r = 0,53^{**}$ ). Resultados semelhantes também foram obtidos por SINGH e MEHNDIRATTA (1969) e por ARAÚJO (1978). Por outro lado, para o número de vagens por planta, essa característica apresentou correlação negativa ( $r = -0,35^{**}$ ) estando também de acordo com o estudo realizado por ARAÚJO (1978).

## RENDIMENTO DE SEMENTES POR FRUTO

O rendimento de sementes por fruto (%), que é a razão do peso das sementes em função do peso total da vagem apresentou diferenças significativas entre os materiais testados (TABELA 18). As cvs CE-118, EPACE 11 e Pitiúba apresentaram o maior rendimento. As cvs CE-644 e

CE-672 foram as que apresentaram o menor rendimento, ou seja, foram as que apresentaram maior porcentagem de casca por fruto, (TABELA 19).

O rendimento de sementes por fruto não foi influenciado pela variação na população de plantas, não tendo sido constatado também significância para a interação cvs x populações (TABELA 18).

TABELA 18 - Análise de variância de produção de sementes/planta, rendimento de sementes/fruto, comprimento da vagem, número de sementes/vagem, peso de 100 sementes e rendimento de grãos de dez cvs de feijão-de-corda submetidas às populações de 41.666 e 125.000 plantas/ha. Fortaleza, CE. 1995.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	QUADRADOS			MÉDIOS		
	Produção sementes/ planta	Rendimento sementes/ fruto	Compri mento da vagem	Número de sementes/ vagem	Peso de 100 sementes	Rendimento de grãos
BLOCOS	336,363	9,028	1,125	2,210	5,409	123481,700
CULTIVARES	354,029 *	210,419 **	55,687 **	41,801 **	76,806 **	630484,595 **
ERRO A	117,914	12,919	2,015	4,499	1,603	164428,249
POPULAÇÕES	2421,76 **	1,269	0,002	3,403	2,665	1463626,044 **
C x P	86,269	4,668	1,203	2,972	2,442	103826,240
ERRO B	56,660	7,6371	1,6205	2,821	2,444	82524,315
C V	35,95	3,60	7,33	12,91	10,81	31,30



TABELA 19 - Peso de 100 sementes (g) e rendimento de sementes por fruto (%) de dez cvs de feijão-de-corda submetidas às populações de 41.666 e 125.000 plantas/ha. Fortaleza, CE. 1995.

CULTIVARES	PESO DE 100 SEMENTES			RENDIMENTO DE SEMENTES/FRUTO			
	41.666	125.000	MÉDIA	41.666	125.000	MÉDIA	
Pitiúba	16,89	16,48	16,68 BC	80,36	81,04	80,70 A	
CE-315	10,48	11,48	10,98 GH	74,12	72,00	73,06 CD	
CE-639	16,07	14,11	15,09 CDE	78,21	80,26	79,24 ABC	
EPACE 11	19,81	19,02	19,42 A	80,83	81,42	81,12 A	
TVu-4552	13,05	12,57	12,81 FG	81,16	79,14	80,15 AB	
CE-118	18,30	16,35	17,32 AB	82,09	82,07	82,08 A	
CE-116	9,10	8,86	8,98 H	79,95	80,33	80,14 AB	
CE-644	12,96	13,98	13,47 EF	68,09	70,75	69,42 D	
CE-672	16,32	15,52	15,92 BCD	68,01	68,80	68,41 D	
CE-670	13,39	14,36	13,87 DEF	74,23	73,77	74,00 BCD	
MÉDIA	14,64 a	14,27 a	14,45	76,71 a	76,96 a	76,83	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem significativamente, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

## COMPRIMENTO DA VAGEM

A comparação entre médias do comprimento da vagem revelou diferenças altamente significativas entre os tratamentos (TABELA 18). As cvs EPACE 11 e Pitiúba tiveram o maior, enquanto as cvs CE-118, CE-116, CE-639 e TVu-4552 apresentaram o menor comprimento de vagem (TABELA 20 e FIGURA 12).

Quanto a influência de diferentes densidades populacionais sobre o comprimento da vagem, não houve significância entre os tratamentos, como também não houve significância na interação entre cvs x população de plantas (TABELA 18).

## NÚMERO DE SEMENTES POR VAGEM

A cv TVu-4552 apresentou um número de sementes por vagem 47% inferior à média das demais cvs estudadas (TABELA 20). No entanto esse parâmetro não foi influenciado pela densidade populacional, concordando com o trabalho realizado por JALLOW e FERGUSON (1985). A interação cvs x população de plantas também não foi significativa (TABELA 18 e FIGURA 12).

Essa característica apresentou uma correlação positiva com o comprimento da vagem ( $r = 0,54^{**}$ ), estando de acordo com os resultados

obtidos por SINGH e MEHNDIRATTA (1969). Resultados semelhantes também foram encontrados por ARAÚJO (1978).



TABELA 20 - Comprimento de vagens (cm) e número de sementes por vagem de dez cvs de feijão-de-corda submetidas às populações de 41.666 e 125.000 plantas/ha. Fortaleza, CE. 1995.

CULTIVARES	COMPRIMENTO DA VAGEM (cm)			NÚMERO DE SEMENTES/VAGEM		
	41.666	125.000	MÉDIAS	41.666	125.000	MÉDIAS
Pitiúba	21,52	20,75	21,14 A	16,00	14,77	15,39 A
CE-315	16,60	16,75	16,67 BC	14,97	14,77	14,87 A
CE-639	14,72	14,97	14,85 C	12,82	12,40	12,61 A
EPACE 11	21,95	22,00	21,97 A	15,87	13,60	14,74 A
TVu-4552	14,35	14,17	14,26 C	7,95	6,50	7,22 B
CE-118	14,52	16,47	15,50 C	12,97	14,32	13,65 A
CE-116	15,00	15,00	15,00 C	13,05	12,25	12,65 A
CE-644	18,42	18,04	18,23 B	13,55	12,70	13,12 A
CE-672	18,12	18,05	18,09 B	11,47	13,17	12,32 A
CE-670	18,42	17,55	17,99 B	13,50	13,55	13,52 A
MÉDIA	17,36 a	17,37 a	17,36	13,22 a	12,80 a	13,01

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem significativamente, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

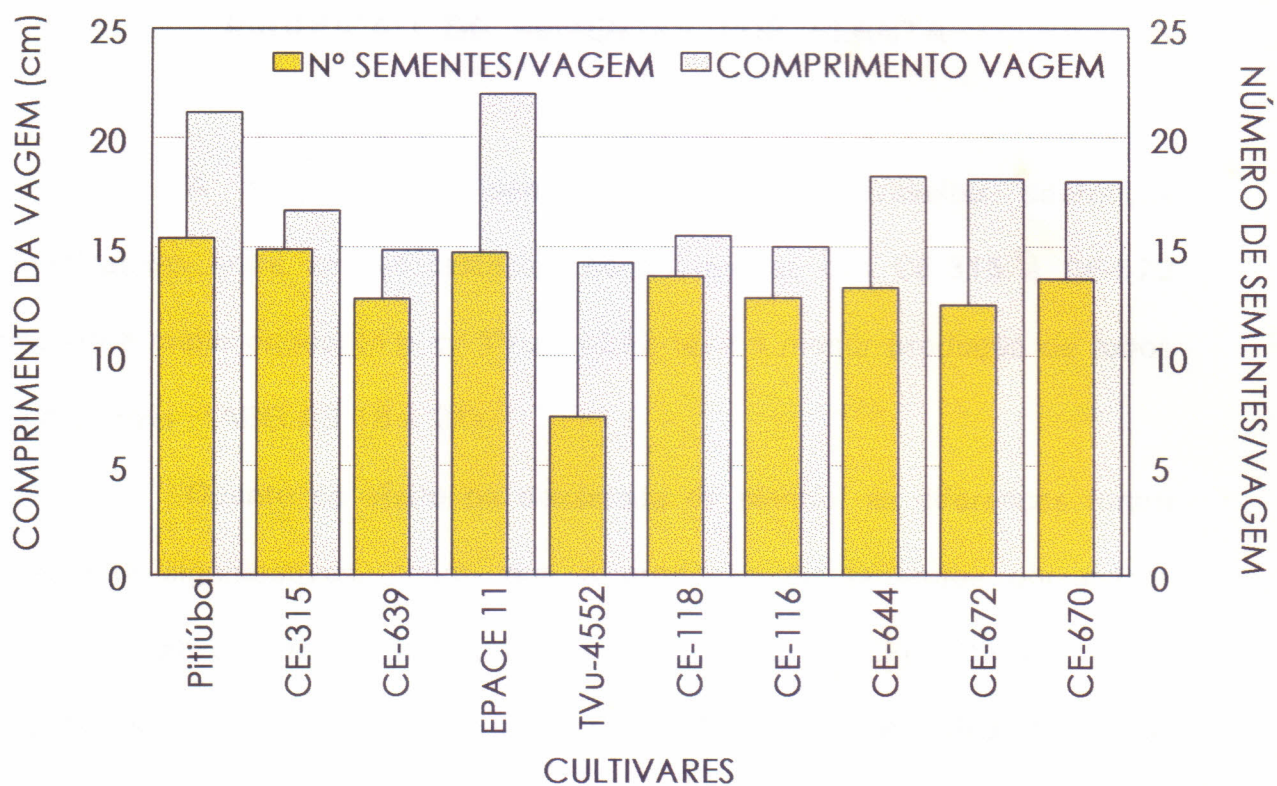


FIGURA 12 - Comprimento da vagem e número de sementes por vagem de dez cvs de feijão-de-corda submetidas às populações de 41.666 e 125.000 plantas/ha. Fortaleza, CE. 1995.

## PRODUÇÃO DE SEMENTES POR PLANTA

A produção de sementes por planta revelou diferenças significativas entre as cvs testadas, sendo que as cvs CE-315 e CE-670 tiveram a maior enquanto a cv TVu - 4552 teve a menor produção de todos os materiais (TABELAS 18 e 21).

Quanto ao efeito da densidade de plantio, as diferenças foram altamente significativas, sendo que a produção de sementes por planta diminuiu com o aumento da população em todas as cvs (FIGURA 13). Estes resultados concordam os obtidos por OJHOMON e BAMIDURO (1971). A interação entre a população de plantas e as cvs não foi significativa.

A produção de sementes por planta e o porte das cvs foram positivamente correlacionados entre si ( $r = 0.541^{**}$ ), ou seja, há uma tendência dos materiais de porte ramador terem plantas mais produtivas.

O acréscimo da produção de sementes por planta devido à diminuição da competição entre plantas da maior para a menor densidade populacional, pode resultar do aumento do número de vagens por planta e do número de sementes por vagem. As duas características apresentaram correlação positiva com o peso de sementes/planta ( $r = 0,82^{**}$  e  $0,40^{**}$  respectivamente). Para se fazer uma análise mais detalhada, pode-se tomar como exemplo as cvs EPACE 11 e CE-116. A primeira teve uma baixa produção de vagens em relação as outras cvs mas teve uma alta produção de sementes por planta. Isto pode ser explicado pelo maior comprimento de



vagem e número de sementes por vagem apresentado pelo material. Já o inverso ocorreu com a cv CE-116 que teve o maior número de vagens de todas as cvs mas este aumento não foi correspondido pela produção de sementes por planta em função de ter um baixo número de sementes por vagem e também o menor peso de 100 sementes de todos os materiais, apesar desta característica não ter sido correlacionada com o peso de sementes por planta.

## PRODUTIVIDADE

As cvs apresentaram grande variação com relação à produtividade. Os materiais podem ser divididos em : mais produtivos que foram as cvs CE-670, CE-315, CE-116, Pitiúba, CE-639 e CE118, cuja média de produção foi de 1080 kg/ha, cvs EPACE 11, CE-644 e CE-672 com valores intermediários de 820,37 kg/ha, e a cv TVu-4552 cuja média de produtividade foi de 234,15 kg/ha (TABELAS 18 e 21).

As duas populações de plantio utilizadas no ensaio tiveram diferenças altamente significativas entre sí com respeito a produtividade.

A TABELA 21 e FIGURA 14 mostram que, com exceção da cv CE-644, todos os materiais aumentaram significativamente sua produtividade quando se aumentou a densidade de plantio, concordando assim com os

resultados obtidos por OJEHOMON e BAMIDURO (1971). JALLOW e FERGUSON (1985) também encontraram aumento na produtividade com o aumento da densidade de plantio.

Apesar desse comportamento, não foi constatada significância estatística para a interação cv x população. Esta falta de interação explica o comportamento de materiais de diferentes tipos de porte como as cvs Pitiúba de porte ramador, CE-670 de porte semi-ramador, CE-315 de porte semi-ereto e CE-116 de porte ereto que devido à sua plasticidade tiveram comportamento semelhantes nas duas densidades extremas de plantio. KUENEMAN et al. (1979) e MOHDNOOR (1980) afirmam que a habilidade de responder a aumentos na densidade de plantio não está condicionada ao porte ou hábito de crescimento. JALLOW e FERGUSON (1985) também encontraram que cvs de porte ereto não mostraram melhor resposta de produção a densidade de plantio do que as de porte ramador. As diferenças de produtividade entre os materiais de diferentes tipos de porte encontradas neste trabalho podem estar condicionadas a outros fatores que não ao porte destes, como por exemplo o déficit de L apresentado pela cv TVu-4552.

Deve-se ressaltar que apesar do aumento na densidade de plantio ter proporcionado uma redução média de 42% na produção de sementes por planta, com exceção da cv CE-644, todas as cvs aumentaram sua produtividade quando se aumentou a população de plantas. Um exemplo pode ser dado pela cv CE-116, que na população de 41.666 plantas/ha teve uma produção de sementes/planta 90% superior à população de

125.000 plantas/ha. Já sua produtividade/ha na população de 125.000 plantas/ha foi 88% superior à população de 41.666 plantas/ha.

O estudo de correlação das associações existentes entre a produtividade e as outras características agronômicas mostrou que este parâmetro foi positivamente correlacionado com o número de sementes por vagem ( $r = 0,40^{**}$ ). KHERADNAM e NIKNEJAD (1974) também obtiveram correlações positivas e significantes entre produtividade e número de sementes por vagem e com o número de racemos por planta em feijão-de-corda. Correlação positiva também foi encontrada entre produtividade e tamanho da planta ( $r = 0,28^*$ ) e entre produtividade e produção de sementes por planta ( $r = 0,22^*$ ). O número de vagens por planta não apresentou-se correlacionado com a produtividade. Este resultado difere dos obtidos com feijão-de-corda por PATEL (1973) que observou correlações significativas entre esta característica e o número de vagens por planta e número de ramos por planta.



TABELA 21 - Produção sementes por planta (g) e rendimento de grãos (kg/ha) de dez cvs de feijão-de-corda submetidas às populações de 41.666 e 125.000 plantas/ha. Fortaleza, CE. 1995.

CULTIVARES	PRODUÇÃO DE SEMENTES				RENDIMENTO DE GRÃOS			
	(g/planta)				(kg/ha)			
	41.666	125.000	MÉDIAS		41.666	125.000	MÉDIAS	
Pitiúba	28,48	19,92	24,20	AB	850,18	1283,80	1066,99	A
CE-315	36,72	19,36	28,04	A	948,80	1220,17	1084,48	A
CE-639	27,28	19,36	23,32	AB	808,13	1266,04	1037,08	A
EPACE 11	32,77	16,90	24,84	AB	744,70	1147,70	946,20	AB
TVu-4552	8,10	7,38	7,74	B	229,43	238,88	234,15	B
CE-118	28,81	17,69	23,25	AB	831,21	1147,76	989,48	A
CE-116	30,22	15,88	23,05	AB	748,09	1408,15	1078,12	A
CE-644	14,12	13,64	13,88	AB	793,54	725,17	759,35	AB
CE-672	21,26	6,99	14,12	AB	697,06	814,07	755,56	AB
CE-670	36,65	17,26	26,95	A	1173,03	1277,64	1225,33	A
MÉDIA	26,44 a	15,44 b	20,94		782,42 b	1052,94 a	917,68	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem significativamente, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

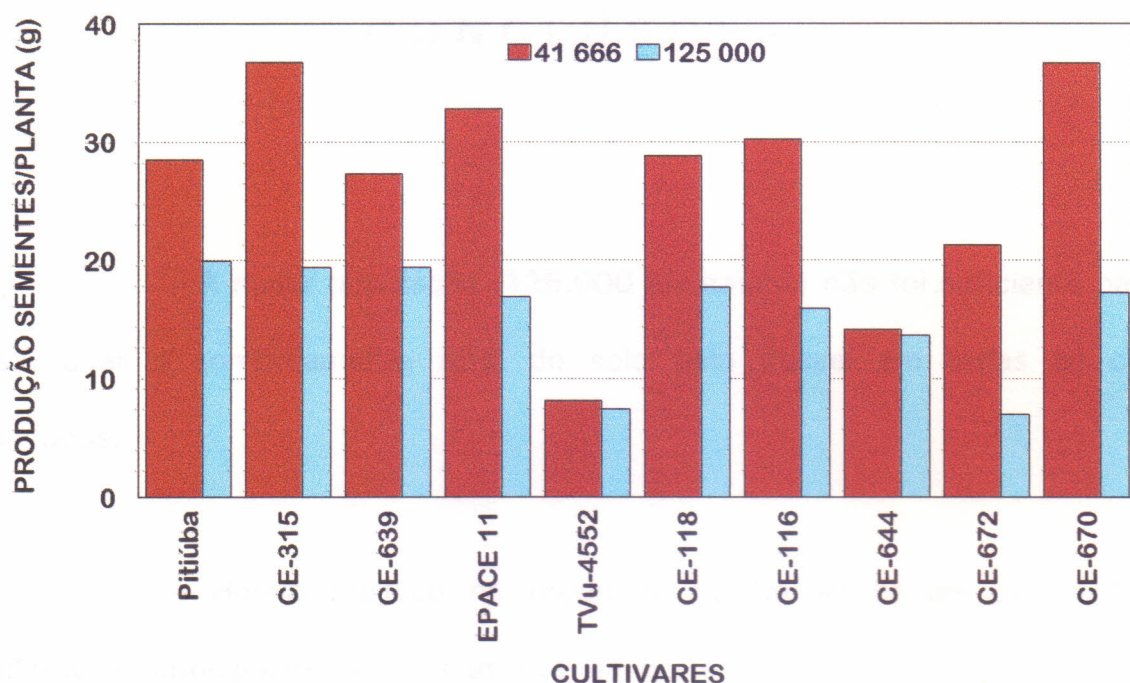


FIGURA 13 - Produção de sementes por planta de dez cvs de feijão-de-corda submetidas às populações de 41.666 e 125.000 plantas/ha. Fortaleza, CE. 1995.

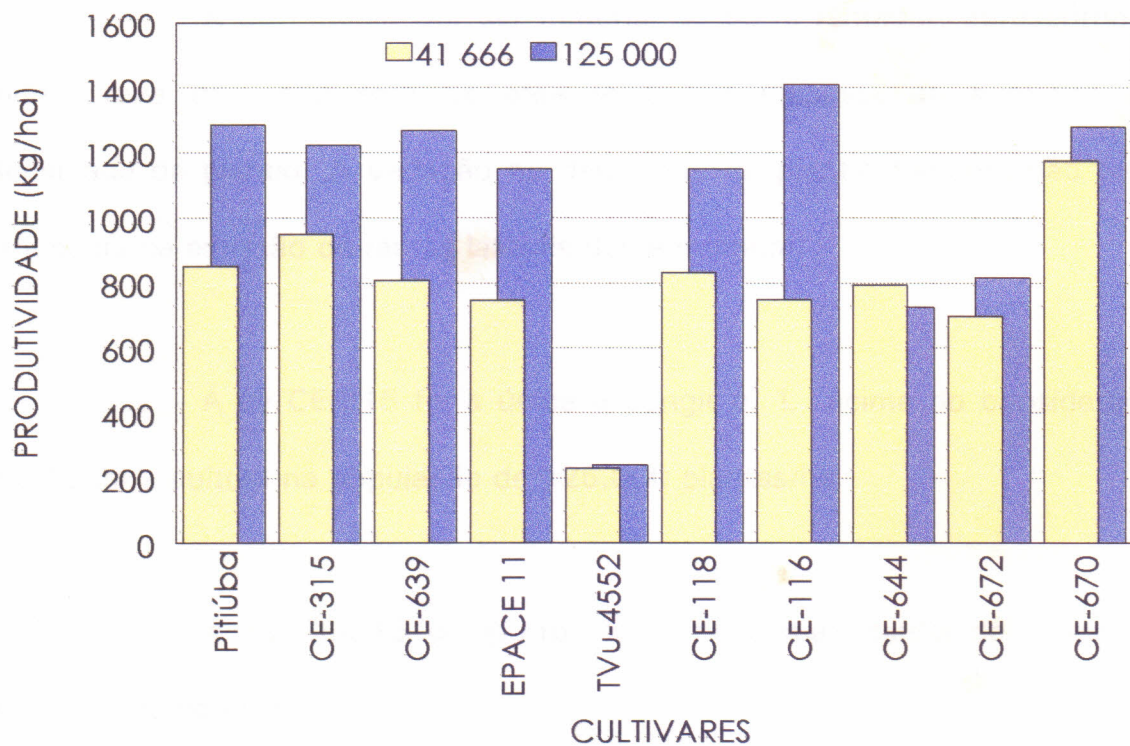


FIGURA 14 - Rendimento de grãos de dez cvs de feijão-de-corda submetidas às populações de 41.666 e 125.000 plantas/ha. Fortaleza, CE. 1995.

## CONCLUSÕES

- A maior população (125.000 plantas/ha) não foi suficiente para promover o sombreamento total do solo pelo dossel em todas as cvs testadas.

- Houve prejuízo na produção devido às baixas populações utilizadas, principalmente para as cvs de porte ereto que não expressaram todo seu potencial produtivo.

- A cv Pitiúba, por ser material de porte ramador, apresentou a menor taxa de incremento da área foliar em resposta ao aumento da densidade de plantio. A variação na densidade de plantio também não teve influencia na emissão de ramos laterais deste material.

- A cv CE-315 foi a única a atingir o L acima do considerado ideal para a cultura na população de 125.000 plantas/ha.

- A cv CE-315 comportou-se como a mais tardia de todos os materiais estudados.



- O aumento na densidade de plantio determinou uma redução média de 53% no número de ramos laterais em seis das dez cvs testadas.

- A cv TVu-4552 apresentou o menor tamanho de plantas de todos os materiais testados e a cv CE-315 apresentou o maior.

- As cvs Pitiúba, CE-315 e CE-670 aumentaram seu tamanho com o aumento da densidade de plantio enquanto as cvs CE-639 e CE-116 tiveram comportamento oposto.

- O aumento da densidade de plantio determinou a redução do número de vagens por planta de quatro dos dez materiais testados.

- A cv CE-116, apesar de ser um dos materiais que tiveram maior produtividade, tem sua aceitação comercial comprometida devido ao reduzido tamanho de seus grãos (40% abaixo da média dos outros materiais).

- O aumento da densidade de plantio não teve influência na precocidade, tamanho das sementes, comprimento da vagem, número de sementes por vagem e eficiência reprodutiva das cvs estudadas.

- Constatou-se uma elevada abscisão de flores em todos os materiais, inclusive na cv TVu-4552, material resistente a altas temperaturas.

- A eficiência reprodutiva teve correlação negativa com o número de flores por planta.

- Todos os materiais testados tiveram igual ou superior eficiência reprodutiva quando comparados com a cv resistente a altas temperaturas (Tvu-4552).

- O aumento da densidade de plantio determinou uma significativa redução na produção de sementes/planta em todos os materiais testados, porém, com exceção da cv CE-644, todas as cvs aumentaram sua produtividade/ha quando se aumentou a população de plantas.

- A cv CE-670 apresentou a maior produtividade média e também maior produtividade na população de 41.666 plantas/ha enquanto a cv CE-116 apresentou a maior produtividade na população de 125.000 plantas/ha.

- A hipótese de que cvs de porte ereto, numa maior densidade de plantio e sob regime de irrigação, têm produtividade superior às cvs de porte ramador não foi confirmada.

- A produtividade/ha das cvs testadas apresentou correlação positiva com o número de sementes por vagem, tamanho da planta e produção de sementes por planta.

## LITERATURA CITADA

- AHMED, F. E., HALL, A. E. Heat injury during early floral bud development in cowpea. Crop. Sci. v. 33, p. 764 - 767. 1993.
- ALEMAN, R. R., RODRIGUEZ, R. M. Investigaciones Agropecuarias 1974 - 1975, Panama : Facultad de Agronomia, Universidad de Panama, 1976. 306 p., Cap. 5 : Efecto de cuatro densidades de siembra en el rendimiento de dos variedades de frijol vigna (*Vigna sinensis* ).
- ARAÚJO, J. P. P. de. Variabilidade genética e interrelações de caracteres agronômicos em feijão-de-corda. *Vigna sinensis* (L.) Savi. Fortaleza: UFC/CCA. Curso de mestrado em Agronomia. 113 p., 1978. (Dissertação de Mestrado).
- ARAÚJO, J. P. P. de, WATT, E. E. O Feijão-de-corda no Brasil. Brasília : EMBRAPA/CNPAF. 722 p., 1988.
- ARNON, I. Plant population and distribution patterns. London : Leonard Hill, 1972. v. 1, 457 p., Cap. 13 : Plant population and distribution patterns.
- ARORA, N. D., MALIK, B. S., LODHI, G. P. Studies on the effect of row spacing and seed rate on the grain yield of cowpeas (*Vigna sinensis* L.). Haryana Agric. Univ. J. Res., v. 1, n. 3, p. 28 - 31. 1971.



- BARRETO, P. D., VIEIRA, F. Z. G., QUINDERÉ, M. A. W. Comportamento de cultivares de feijão feijão-de-corda. In: RELATÓRIO ANUAL DE PESQUISA - FITOTECNIA - 1979, Fortaleza : EPACE, p. 62 - 74. 1980
- BARRETO, P. D., QUINDERÉ, M. A. W. Efeito do ambiente e sistema de cultivo em cultivares de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp, na região do cariri - Ceará. Fortaleza : EPACE, 1984. 26 p. (EPACE, Boletim de Pesquisa, 02).
- BARRETO, P. D., DUTRA, J. F. Sistemas de produção de feijão-de-corda em monocultivo no trópico semi-árido brasileiro. In : ARAÚJO, J. P. P. de (Coord.). O Caupi no Brasil. Brasília : EMBRAPA, 1988. p. 382 - 404.
- BARRETO, P. D., QUINDERÉ, M. A. W. Cultivares não ramadoras de feijão-de-corda em associação cultural com milho. Fortaleza : EPACE, 1993. 17 p. (EPACE, Comunicado Técnico, 40)
- BARRETO, P. D., QUINDERÉ, M. A. W., SANTOS, A. A. dos, VIDAL, J. C., SÁ, M. de F. P. Melhoramento de feijão-de-corda para o estado do Ceará. In : EPACE. Resultados das atividades de pesquisa alcançados em 1992/93. Resumos. Fortaleza : EPACE, 1994. 70 p., p. 36.
- BOLETIM Agrometeorológico. Fortaleza, v. 28, n. 111, 34 p., jul./dez. 1994.
- BOLETIM Agrometeorológico. Fortaleza, v. 29, n. 112, 38 p., jan./jun. 1995.

BOSCO, J., ARANHA, W. da S., AMORIM, F. de S., COSTA, E. G.

Introdução e avaliação de cultivares de feijão-de-corda na Paraíba.

João Pessoa : EMEPA, 4 p., 1985. (EMEPA, Pesquisa em Andamento, 23).

BRANDES, D., VIEIRA, C., MAESTRI, M., GOMES, F. R. Efeito da

população de plantas e da época de plantio no crescimento do

feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). III - Intercetação de luz e eficiência

de conversão da energia solar. Experientiae, Viçosa, v. 15, n. 1, p.

23 - 30, 1973.

BRASIL. SUDENE. Feijão macassar ou corda (*Vigna sinensis* L.) In:

Contribuição ao estudo das plantas alimentares. Recife, v. 1, p. 32-

34. 1967. (BRASIL. SUDENE. Culturas Alimentares do Estado do

Pernambuco, 1).

CARDOSO, J. E., FREIRE FILHO, F. R., BEZERRA, J. R. C.

Comportamento de genótipos de feijão macassar sob regime de

irrigação. Ciência Agronômica, v. 18, n. 2, p. 63 - 66. 1977.

CARDOSO, J. E., MESQUITA, J. E. L., OLIVEIRA, E. B. de.

Comportamento de cultivares e linhagens de feijão-de-corda no Acre.

Rio Branco : EMBRAPA / UEPAE de Rio Branco, 1980. 2 p.,

(EMBRAPA / UEPAE de Rio Branco. Pesquisa em Andamento, 01).

CHANG, J. Climate and agriculture, an ecological survey. Chicago: Aldine

Publishing Company, 1971. 304 p., Cap. 5 : Leaf Area Index.

- CHATURVEDI, G. S., AGGARWAL, P. K., SINHA, S. K. Growth and yield of determinate and indeterminate cowpeas in dryland agriculture. The Journal of Agricultural Science, Cambridge, v. 94, n.1, p. 137 - 144. 1980.
- COCK, J. H. Characteristics of high yielding cassava varieties . Expl. Agric., v.12, p.135-143, 1976.
- CORDEIRO, A. C. C., ALVES, A. A. C. Competição de cultivares ramadoras de feijão-de-corda em área de mata de Roraima. Boa Vista : EMBRAPA / UEPAT Boa Vista, 1983. 03 p., (EMBRAPA / UEPAT Boa Vista, Pesquisa em Andamento, 02).
- CORRÊA, J. R. V. Melhoramento do feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) na Transamazônica, PA. Altamira : EMBRAPA / UEPAE de Altamira. 10 p., 1981. (EMBRAPA / UEPAE de Altamira. Comunicado Técnico, 01).
- DNMET - Departamento Nacional de Meteorologia. Normais Climatológicas - 1961 - 1990. Brasília : 83 p., 1992.
- DONALD, C. M. Competition among crop and pasture plants. Advance in Agronomy, New York, v.15, p. 1-118. 1963.
- DOTO, A. E., WHITTINGTON, W. J. Responses of cowpea (*Vigna unguiculata* ) varieties and their hybrids to variation in day and night temperature regimes. Annals of Applied Biology. v. 97, p. 213 - 209, 1982.



- DOUST, J. L. The influence of plant density on flower, fruit, and leaf demography in bush bean *Phaseolus vulgaris*. Can. J. Bot., v. 70, p. 958 - 964, 1991.
- EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão. (Goiânia, GO) Catálogo descritivo de germoplasma de feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). Goiânia : 16 p., 1990. (EMBRAPA/CNPAF. Documentos, 31).
- ERSKINE, W., KHAN, T. N. Effects of spacing on cowpea genotypes in Papua New Guinea. Experimental Agriculture, London, v. 12, n. 4, p. 401-410. 1976.
- EZEDINMA, F. O. C. Effects of close spacing on Cowpeas (*Vigna unguiculata* ) in Southern Nigeria. Experimental Agriculture, London, v. 10, n. 4, p. 289-298. 1974.
- ESPINOZA, W., AZEVEDO, J., ROCHA, L. A. Densidade de plantio e irrigação suplementar na resposta de três variedades de milho ao déficit hídrico na região dos cerrados. Pesquisa Agropecuária Brasileira. v. 15, n. 1, p. 85 - 95, 1980.
- FADAYOMI, O. Effects of crop spacing on weed competition and seed yield in cowpea, *Vigna unguiculata* L. Walp cv. Ife Brown. Ife J. Agric., v. 1, n. 1, p. 45 - 50. 1979.
- FAGERIA, N. K. Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas. Brasília : EMBRAPA, 1989. 580 p.

FREIRE FILHO, F. R., PAIVA, J. B. Estudo da relação de flores produzidas e vagens colhidas em feijão-de-corda. In : UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. - RELATÓRIO DE PESQUISA, 1974. Fortaleza : 1977. p. 26 - 32.

FREIRE FILHO, F. R., SANTOS, A. A. dos, MESQUITA, R. C. M., RIBEIRO, V. Q. Comportamento de 25 cultivares de feijão feijão-de-corda (*Vigna sinensis* (L.) Savi) no estado do Piauí. Teresina : EMBRAPA / UEPAE de Teresina, 15 p., 1978. (EMBRAPA / UEPAE de Teresina, Comunicado Técnico, 6).

GOMES, F. P. Curso de estatística experimental. 9ª ed. Piracicaba - S.P. : Nobel, 1981. 430 p.

GUIMARÃES, C. M., WATT, E. E., ARAÚJO, J. P. P. de. Irrigação do feijão-de-corda em diferentes estádios de desenvolvimento e densidades de plantio. Goiânia : EMBRAPA/CNPAF, 3 p., 1983. (EMBRAPA/CNPAF, Pesquisa em andamento, 42).

HUXLEY , P. A., SUMMERFIELD, R. J. Effects of daylength and day/nigth temperatures on growth and seed yield of cowpea cv K 2809 grown in controlled enviroments. Annals of Applied Biology, v. 83, n. 2, p. 259 - 271. 1976.

IPEANE. Variedades de feijão macassar (*Vigna sinensis* L.); Manual - Características e reconhecimento. Recife s. d. 1978. 46 p.

- JALLOW, A. T., FERGUSON, T. V. Effects of planting density and cultivar on seed yield of cowpeas (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) in Trinidad. Trop. Agric. v. 62, n. 2, p. 121 - 124. 1985.
- KAMARA, C. S. The effects of excess and deficient soil moisture on the growth and yield of cowpea. In: IITA, Tropical Grain Legume Bulletin, Ibadan, v. 6, p. 4 - 8. 1976.
- KHERADNAM, M., NIKNEJAD, M. Heritability estimates and correlations of agronomic characters in cowpea (*Vigna sinensis* L.). J. Agric. Sci. v. 82, p. 207 - 208. 1974.
- KUENEMAN, E. A., SANDSTED, D. H., WALLACE, A., BRAVO, A., WIEN, H. C. Effect of plant arrangements and densities on yields of dry beans. Agron. J., v. 71, p. 419 - 424. 1979.
- LEVY, A., ROBONOWISH, H. O., KEDAR, N. Morphological and physiological characteristics affecting flower drop and fruit set of tomatoes at high temperature. Euphytica. v. 27, p. 211 - 218. 1978.
- MAFRA, R. C. Contribuição ao estudo da cultura do "feijão-de-corda", fisiologia, ecologia e tecnologia da produção. Goiânia : EMBRAPA-CNPAF, 1979. 39 p.
- MAFRA, R. C. Densidade de plantio e produtividade da cultura do feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). Revista Pernambucana de Tecnologia. Recife, v. 2, n. 3, p. 25-44. 1982.
- MARFO, K. O., HALL, A. E. Inheritance of heat tolerance during pod set in cowpea. Crop Sci., v. 32, p. 912 - 918. 1992.



- MENEGÁRIO, A. Roteiro para discussão dos trabalhos apresentados pelo grupo de aspectos gerais da produção de feijão no Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FEIJÃO, 1. Campinas : 1971. Aspectos Gerais da Produção de Feijão no Brasil. Campinas : 1971. v. 1, p. 1 - 4.
- MEYER, V. G. Some effects of genes, cytoplasm, and environment on male sterility in cotton (*Gossypium* ). Crop. Sci., v. 9, p. 237 - 242. 1969.
- MIRANDA, P. D. Deficiência hídrica na cultura do feijoeiro macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). In : RELATÓRIO ANUAL DE PESQUISA - PROGRAMA FEIJÃO. Recife - PE : Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária - IPA. 1984. p. 59 - 65.
- MITCHELL, P. L. Stand density, plant distribution, and crop yield. In: Crop growth and culture. Ames, The Iowa State University Press, 1970. p. 103-124.
- MOHDNOOR, R. B. Effect of plant density on the dry seed yield of cowpea in Malaysia. Trop. Grain Legume Bull., v. 17/18, p. 11 - 13. 1980.
- MUTTERS, R. G., HALL, A. E., PATEL, P. N. Photoperiod and light quality effects on cowpea floral development at high temperatures. Crop Sci., v. 29, p. 1501 - 1505. 1989.

- MUTTERS, R. G., HALL, A. E. Reproductive responses of cowpea to high temperature during different night periods. Crop. Sci., v. 32, p. 202 - 206, 1992.
- NANGJU, D., LITTLE, T. M., ANJORIN-CHU, A. Effect of plant density and spatial arrangement of seed yield of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). Journal of the American Society for Horticultural Science, Baltimore, MD., v. 100, n. 5, p. 467-470. 1976.
- NOGUEIRA, O. L. Cultura do feijão-de-corda no Estado do Amazonas. Manaus : EMBRAPA-UEPAE Manaus, 1981. 21 p., (EMBRAPA UEPAE Manaus. Circular Técnica, 4).
- NOGUEIRA, O. L., ALVES, E. R. da S. Avaliação de cultivares promissoras de feijão feijão-de-corda - Ensaio Regional 1 / 1984. Macapá : EMBRAPA. UEPAT Macapá, 1985. 3 p., (EMBRAPA / UEPAT Macapá. Pesquisa em Andamento, 47)
- NOGUEIRA, O. L., ALVES, E. R. da S. Desempenho de cultivares de feijão feijão-de-corda em área de cerrados do Amapá - Ensaio Avançado 3 / 1985. Macapá : EMBRAPA / UEPAT de Macapá, 1986. 3 p., (EMBRAPA / UEPAT de Macapá. Pesquisa em Andamento, 50).
- NOGUEIRA, O. L., ARAÚJO, J. P. P. de, WATT, E. E. Competição de cultivares e linhagens de feijão-de-corda (Ensaio Regionais - 1981). Manaus : EMBRAPA / UEPAE de Manaus, 1981. 2 p., (EMBRAPA / UEPAE de Manaus. Pesquisa em Andamento, 32).

OJEHOMON, O. O., BAMIDURO, T. A. The effects of the plant density and pattern of plant arrangement on cowpea (*Vigna unguiculata*) using parallel row systematic spacing design. Nigerian Agric. J., v. 8, n. 1, p. 11 - 19. 1971.

OLIVEIRA, A. F. F. de; SILVA, J. F. de A. F.; CAVALCANTE, E. da S.; Competição de cultivares de feijão-de-corda de hábito ramador no território federal do Amapá. Belém : EMBRAPA / CPATU Belém, 1980. 02 p., (EMBRAPA / CPATU - Belém, Pesquisa em Andamento, 37).

PAIVA, J.B., ALBUQUERQUE, J. J. L. de. Espaciamento en feijão-de-corda (*Vigna sinensis* Endl.) en Ceará, Brasil. Turrialba, San José, v. 20, n. 4, p. 413-414. 1970.

PAIVA, J. B., ALMEIDA, F. C. G., ALBUQUERQUE, J. J. L. de. Espaçamento e densidade de plantio de feijão-de-corda no Ceará. Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 1, n. 1, p. 3 - 6, 1971.

PAIVA, J. B., PITOMBEIRA, J. B., BEZERRA, F. F., et al. Comportamento de cultivares de feijão-de-corda, *Vigna sinensis* (L.) Savi nos municípios de Quixadá, Morada Nova, Cascavel e Aracati - Ceará. In : RELATÓRIO DE PESQUISA - 1974 - Universidade Federal do Ceará. Fortaleza : p. 50 - 57. 1974.

PAIVA, J. B., BARRETO, P. D., SOBRAL, C. A. M. Introdução de cultivares de feijão-de-corda, *Vigna sinensis* (L.) Savi. In : RELATÓRIO DE PESQUISA. 1975. Fortaleza : Universidade Federal do Ceará. 1977. p. 1 - 21.



- PAIVA, J. B., TEÓFILO, E. M., MOURA, L. M. B. Ensaio regional de cultivares de feijão-de-corda (*Vigna sinensis* (L.) Savi), tipo ramador. In : RELATÓRIO DE PESQUISA. Fortaleza : Universidade Federal do Ceará. 1988. p. 14 - 17.
- PATEL, O. P. Correlation studies in cowpea (*Vigna sinensis* L.). Plant Breeding Abstracts., v. 43, n. 10, p. 680 - 681. 1973
- PINHEIRO, D. M., DAMASCENO, J. H., BEZERRA, J. E., SILVA, R.M. Efeito da irrigação no feijão macaçar (*Vigna sinensis* Endl.). Fortaleza : DNOCS, 1977. 24 p. (Informativo Técnico, 2).
- RAO, P. S., PATEL, G. J., MISTRY, P. D. Effect of interaction of temperature and photoperiod on flower initiation in cowpea (*Vigna sinensis* (L.) Savi ex. Hassk.). Indian J. Agric. Sci., v. 42, n. 2, p. 109 - 111, 1972.
- RÊGO NETO, J. Comportamento de cultivares de feijão-de-corda, (*Vigna sinensis* (L.) Savi), em cultivo solteiro e consorciado com milho. Fortaleza: UFC/CCA - Curso de Mestrado em Agronomia, 1980. 82 p. (Dissertação de Mestrado).
- REMISSON, S. U. Varietal response of cowpea to a range of densities in a forest zone. Experimental Agriculture, London., v. 16, n. 2, p. 201 - 206, 1980.
- REMISSON, S. U., LUCAS, E. O. Effects of planting density of foliar area and productivity of two maize cultivars in Nigeria. Experimental Agriculture, London, v. 18, n. 1, p. 33 - 100. 1982.

- ROCHA, J. M. F. T., PINTO, M. A. D., BEZERRA, J. E., ALVES, J. C. Competição de cultivares de feijão feijão-de-corda. Fortaleza : DNOCS. 1990. 03 p. (DNOCS / Fortaleza. Informativo Técnico, 02).
- SÁ, M. de F. P., BARRETO, P. D. Comportamento de linhagens e cultivares de feijão feijão-de-corda na região da Ibiapaba - CE. Fortaleza : EPACE, 1993. 05p. (EPACE, Pesquisa em Andamento, 25).
- SAINI, H. S., ASPINALL, D. Abnormal sporogenesis wheat (*Triticum aestivum* L.) induced by short periods of high temperature. Ann. bot., v. 49, p. 835 - 846. 1982.
- SANTOS, R. R. S., YOKOKURA, T., SOUSA, N. R. Ensaio de avaliação de germoplasmas de feijão-de-corda sob irrigação por aspersão na baixada ocidental maranhense. São Luís : EMAPA, 1991. 5 p. (EMAPA. Pesquisa em andamento, 60).
- SATAKE, T., YOSHIDA, S. High temperature induced sterility in Indica rice at flowering. Crop Sci., v. 47, p. 6 - 17.1978.
- SERPA, J. E. S., CARVALHO, H. W. L. de, Avaliação de cultivares de feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) no estado de Sergipe. Aracaju : EMBRAPA / CNPCo Aracaju, 1986. 04 p. (EMBRAPA / CNPCo Aracaju, Comunicado Técnico, 21).
- SINGH, K. B., MEHNDIRATTA, P. R. Genetic variability and correlation studies in cowpea. Indian Journal of Genetics & Plant Breeding., v. 29, n. 1, p. 104 - 109. 1969.

SOARES, U. M., GOMES, E. S. Comportamento de cultivares de feijão feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* ) associado a níveis de população em diversas épocas de plantio. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DO FEIJÃO-DE-CORDA, 1982, Goiânia. Resumos ... Goiânia : EMBRAPA/CNPAF, 1982, 305 p., p. 241.

(EMBRAPA/CNPAF. Documentos, 4)

SOARES, U. M., GOMES, E. R., ARAÚJO, J. P. P. de, WATT, E. E. Adaptabilidade de linhagens e cultivares de feijão feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) na região dos cocais do Maranhão. São Luís : EMAPA, 1985 a. 3 p. (EMAPA. Pesquisa em Andamento, 5).

\_\_\_\_\_. Avaliação de cultivares de feijão feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), no município de Bacabal - Maranhão. São Luís : EMAPA, 1985 b. 5 p. (EMAPA. Pesquisa em Andamento, 7).

\_\_\_\_\_. Capacidade produtiva de genótipos de feijão feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) na microrregião homogênea - 35 do Maranhão. São Luís : EMAPA, 1985 c. 5 p. (EMAPA. Pesquisa em Andamento, 9).

SOBRAL, E. S. G., SOBRAL, C. A. M. Comportamento de linhagens e cultivares de feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) de porte ereto, no estado de Rondônia. Porto Velho : EMBRAPA / UEPAE de Porto Velho, 1984. 4 p. (EMBRAPA / UEPAE de Porto Velho, Pesquisa em Andamento, 77).



- STEWART, K. A., SUMMERFIELD, R. J. Effect of root temperature on floral morphology in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) cv K2809. Plant and soil., v. 49, p. 443 - 448. 1978.
- SUMMERFIELD, R. J., WIEN, H. C., MINCHIN, F. R. Integrated field and glasshouse screening for environmental sensitivity in cowpea (*Vigna unguiculata* ). Expl. Agric., v. 12, p. 241 - 248, 1976.
- SUMMERFIELD, R. J., PATEL, J. S., ROBERTS, E. H. The physiology of cowpeas. In : SINGH, S. R., RACHIE, K. O. Cowpea research, production and utilization. London : John Wiley & Sons. 1985. 460 p., p. 102 - 125.
- TEIXEIRA, S. M., MAY, P. H., SANTANA, A. C. Produção e importância econômica do feijão-de-corda no Brasil. In: ARAÚJO, J. P. P. de. (Coord.). O Feijão-de-corda no Brasil. Brasília : EMBRAPA, 1988, 722 p., p. 102 - 136.
- TUBELIS, A, NASCIMENTO, F. J. L. do Meteorologia Descritiva. Fundamentos e Aplicações Brasileiras. São Paulo : Nobel. 1980. 374 p.
- WAREING, P. F., COOPER, J. P. Potential crop production. London : Heinemann Educational Books, 1971. 387 p., Cap 9 : Physiological factors limiting the yield of arable crops.

WARRAG, M. O. A., HALL, A. E. Reproductive responses of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) to heat stress. I. Responses to soil and day air temperature. Field Crop Research., v. 8, p. 3 - 16. 1984-a  
\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. II. Responses to night air temperature. Field Crop Research., v. 8, p. 17 - 33. 1984 b.

WELLS, R. Soybean growth response to plant density: relations among canopy photosynthesis, leaf area, and light interception. Crop. Sci., v. 31, p. 755 - 761. 1991.