

POSSIBILIDADE DE SELEÇÃO DE LINHAGENS DE CAUPI MAIS EFICIENTES NA FIXAÇÃO SIMBIÓTICA DE NITROGÊNIO¹

PAULO DIÓGENES BARRETO² e RAIMUNDO DE PONTES NUNES³

RESUMO - O comportamento de caracteres presumivelmente relacionados com a fixação simbiótica de nitrogênio foi estudado em progênies de 75 seleções de cada uma de duas cultivares de caupi, *Vigna unguiculata* (L.) Walp, em quatro diferentes idades da planta. As cultivares estudadas, Seridó e Pitiúba, diferiram entre si em todas as características consideradas e observou-se a existência de variação estatisticamente significativa, entre progênies e entre plantas dentro de progênies de ambas as cultivares, sugerindo a possibilidade de identificação, nessas cultivares, de linhagens ou genótipos mais eficientes com respeito à simbiose de que resulta a fixação biológica de nitrogênio. No que respeita ao peso dos nódulos, foi possível a formação de grupos de plantas de comportamento característico, o que indica que, em uma mesma variedade, podem ser identificados genótipos diferentes e que esse caráter é geneticamente controlado.

Termos para indexação: *Vigna unguiculata* (L.) Walp, fixação de nitrogênio, controle genético, *Rhizobium*.

SELECTION POSSIBILITY FOR MORE EFFICIENT NITROGEN FIXATION IN COWPEA

ABSTRACT - Several characters assumed to be related to symbiotic fixation of nitrogen were studied in progenies of 75 selections of two cowpea cultivars, *Vigna unguiculata* (L.) Walp, in four developmental plant stages. The two cultivars, Seridó and Pitiúba were found to be statistically different to all characters studied. The variation observed among plants in both cultivars suggests that it is possible to select lines within each cultivar for a better efficiency in nitrogen fixation through symbiotic activity. In relation to nodule weight it was possible to identify genotypes of similar behavior and to gather them into groups of the same characteristic pattern. It is suggested that nodule weight is a character of the plant and genetically controlled by it.

Index terms: nitrogen fixation, genetic control, *Rhizobium*.

INTRODUÇÃO

Uma importante característica das leguminosas é a capacidade de fixar nitrogênio do ar quando estão em simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*. Evidentemente, esta é uma qualidade muito vantajosa para solos empobrecidos.

Carvalho (1946) admite que, dentre outros fatores, a espécie de leguminosa cultivada influi decisivamente na quantidade de nitrogênio fixada.

A fixação simbiótica de nitrogênio é função de fatores ambientais, nutricionais e genéticos. Serpa & Cunha Filho (1970) constataram que, embo-

ra o efeito do ambiente sobre características ligadas à fixação simbiótica tenha sido superior ao efeito genético, em *Centrosema pubescens* ocorreram diferenças significativas entre progênies de uma só planta.

O caupi é cultivado em todas as regiões do Brasil, sendo que 96% da sua produção está na região Nordeste. O valor nutritivo do caupi pode ser considerado excelente, uma vez que é livre de antimetabólicos e outros fatores tóxicos e, comparativamente ao feijão comum, contém elevado teor de proteínas, fósforo e metionina, além de apresentar superior digestibilidade.

É uma cultura de grande importância social e econômica. Em 1974/75, foram consumidas no Brasil 531.215 t, 78% das quais na zona rural (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1981).

No Nordeste, o consumo per capita é estimado em 30,9 kg, considerado bastante alto em relação ao resto do País, onde o consumo do feijão comum é de 20,8 kg/pessoa/ano (Araújo et al. 1980).

¹ Aceito para publicação em 13 de julho de 1982. Trabalho extraído da dissertação apresentada pelo primeiro autor ao Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, para a obtenção do Grau de Mestre em Fitotecnia.

² Eng^o Agr^o, M.S., Fitotecnista da EMBRAPA/EPACE, Barbalha, CE.

³ Eng^o Agr^o, M.S., Ph.D., Professor Adjunto do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará; Chefe do Departamento Técnico-Científico da EMBRAPA, Brasília, DF.

Economicamente, o caupi situou-se, no período de 1975/77, entre as principais culturas do Nordeste, com maior destaque nos Estados do Ceará e Rio Grande do Norte, onde participou com 23% e 20%, respectivamente, para a renda gerada por culturas temporárias (Araújo et al. 1980).

Muitos pesquisadores da região têm investigado os mais diversos aspectos da cultura, entre os quais: Paiva et al. (1971), Silva et al. (1978), Távora et al. (1971), Bastos & Aguiar (1971), Krutman et al. (s.d.), Figueiredo et al. (1980), Araújo et al. (1980).

O presente trabalho estuda os padrões de comportamento de progênies de duas cultivares de caupi, em relação a caracteres presumivelmente relacionados com a fixação biológica de nitrogênio pela simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*. O objetivo foi a verificação da possibilidade de identificação e seleção de linhagens ou genótipos de caupi mais eficientes em simbiose com populações de *Rhizobium* naturalmente ocorrentes no solo.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas como material básico 75 seleções individuais (plantas) de cada uma das duas cultivares, CE-1 e CE-31, conhecidas como Seridó e Pitiúba, respectivamente, pertencentes à coleção do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará.

O experimento foi instalado em vasos, mantidos em condições naturais, a céu aberto, no Campus do PICI da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil. Os vasos foram cheios com 6 kg de solo arenoso, pobre em matéria orgânica, rico em *Rhizobium* do grupo simbiote do caupi, pertencente a um Podzólico Bruno-Acinzentado, série Pici, conforme Lima et al. (1974), citado por Vasconcelos (1976).

Cada vaso recebeu a mesma adubação básica de macronutrientes, nas proporções de 22 g, 148 g e 17 g de N, P e K, respectivamente, por quilograma de solo.

De cada uma das 150 plantas, foi selecionada uma única vagem cujas sementes foram plantadas em cinco vasos. Após o desbaste, realizado oito dias após o plantio, foram deixadas duas plantas por vaso. Assim, a progênie de cada planta foi desenvolvida a partir de sementes de uma única vagem e passou a ser representada por cinco vasos. Quatro destes vasos se destinaram a observações sobre a nodulação e desenvolvimento vegetativo, em quatro diferentes idades da planta, usando-se, para isso, as duas plantas de um vaso para cada idade. O quinto vaso foi reservado para estimar o potencial genético de produção de

sementes de cada progênie.

As observações relacionadas com o desenvolvimento nodular (peso e número de nódulos) e vegetativo (massa verde) das plantas foram feitas em intervalos de duas semanas, isto é, aos 14, 28, 42 e 56 dias de idade da planta. Os dados de produção de sementes foram obtidos a partir dos 88 dias, nas plantas do quinto vaso.

Ao serem as plantas retiradas dos vasos, procedia-se à lavagem das raízes e à sua colocação em câmara úmida para evitar possível erro devido à perda diferencial de umidade ocorrida durante o tempo em que se efetuavam as diversas determinações.

Para a determinação da percentagem de nódulos eficientes, considerou-se a presença de leg-hemoglobina, substância semelhante à hemoglobina e que empresta aos nódulos eficientes uma coloração rósea (Alexander 1961), em contraposição aos não-eficientes, de coloração pálida.

As análises estatísticas para as características observadas, exceto produção de sementes, foram feitas considerando o modelo:

$$X_{ij} = M + C_i + I_j + (CI)_{ij} + G_{k(i)} + E_{ijk} \text{ onde:}$$

X_{ijk} = valor de uma observação qualquer;

M = média geral;

C_i = efeito da cultivar i ; $i = 1, 2$;

I_j = efeito da idade j da planta em dias; $j = 1, \dots, 4$;

$(CI)_{ij}$ = efeito da interação da cultivar i com a idade j ;

$G_{k(i)}$ = genótipo ou planta k dentro de cada cultivar i ;
 $k = 1, \dots, 4$;

E_{ijk} = erro experimental.

Para a estimativa do potencial de produção de sementes de cada progênie, não foi feita qualquer análise estatística, indicando-se este potencial pelo peso em gramas das sementes produzidas por uma planta, colhidas a partir dos 88 dias após o plantio. Ao longo deste trabalho, genótipo é usado como sinônimo de plantas de comportamentos diferentes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análises de variância dos dados revelaram significância, a nível de 1% de probabilidade, para as diversas causas de variação, com respeito ao peso dos nódulos, massa verde e número de nódulos por planta (Tabela 1). Com relação à percentagem de nódulos eficientes, houve significância ao nível de 1% de probabilidade, para os efeitos de idades, genótipos dentro de cultivar e da interação idades vs. genótipos; o efeito de cultivares foi significati-

vo ao nível de 5% de probabilidade, enquanto a interação cultivares vs. idades não foi significativa.

O comportamento das duas variedades com relação às características estudadas é ilustrado nas Fig. 1, 2, 3 e 4, nas quais se observa a superioridade da cultivar Seridó sobre a Pitiúba no que respeita a peso dos nódulos, massa verde e número de nódulos por planta, e a superioridade da cultivar Pitiúba com relação à percentagem de nódulos eficientes.

A diferença significativa entre idades concorda com o observado por Ruschel & Reuszer (1973) e Vasconcelos et al. (1976) que observaram evidente influência da idade da planta sobre o peso dos nódulos e outras características ligadas à fixação simbiótica de nitrogênio.

Entretanto, no caso presente, foi constatado que a influência da idade se manifesta de forma característica, não apenas para cultivares, mas também para diferentes genótipos dentro dessas culti-

TABELA 1. Quadrados médios estimados para diversos caracteres relacionados com a fixação simbiótica de nitrogênio e atribuídos a diferentes causas de variação.

Causas de variação	Peso dos nódulos (1)	Massa verde	Nº de nódulos por planta (1)	Percentagem de nódulos eficientes (2)
Cultivares (C)	231,72**	751,47**	31,14**	15,62*
Idades (I)	11.125,90**	10.054,48**	771,77**	4.761,91**
Interação (CI)	92,88**	117,01**	10,07**	2,89ns
Genótipo/cultivar G(C)	34,30**	26,36**	5,09**	5,34**
Interação IG(C)	18,62**	14,97**	2,34**	3,54**

(1) Dados transformados para $x + 0,5$

(2) Dados transformados para $x + 1$

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

ns Não-significativo

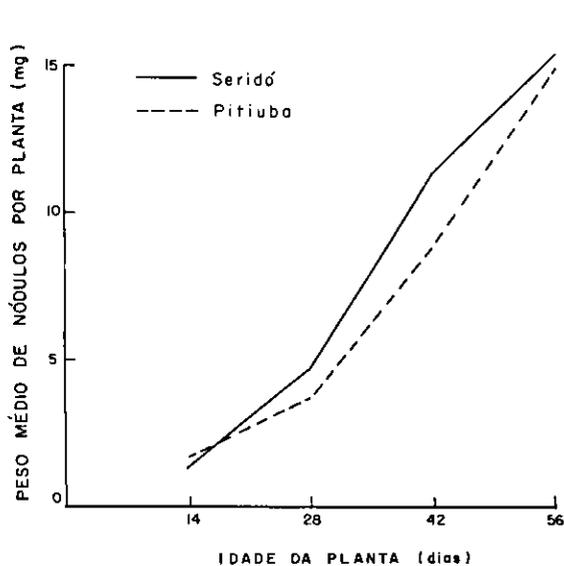


FIG. 1. Evolução do peso médio de nódulos por planta para as cultivares Seridó e Pitiúba em quatro estágios do desenvolvimento da planta.

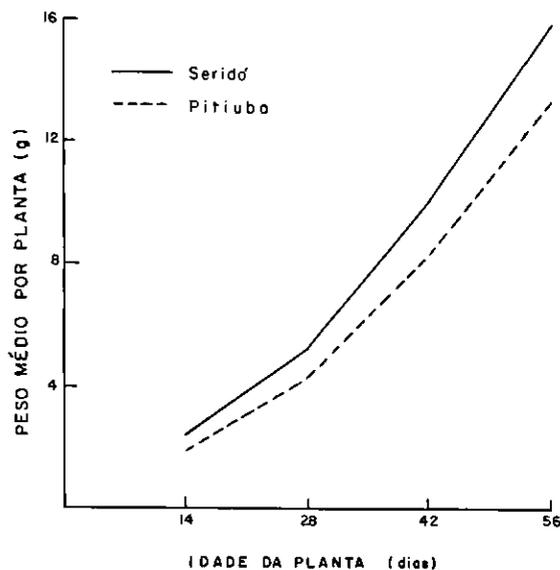


FIG. 2. Evolução da massa verde das cultivares de Seridó e Pitiúba.

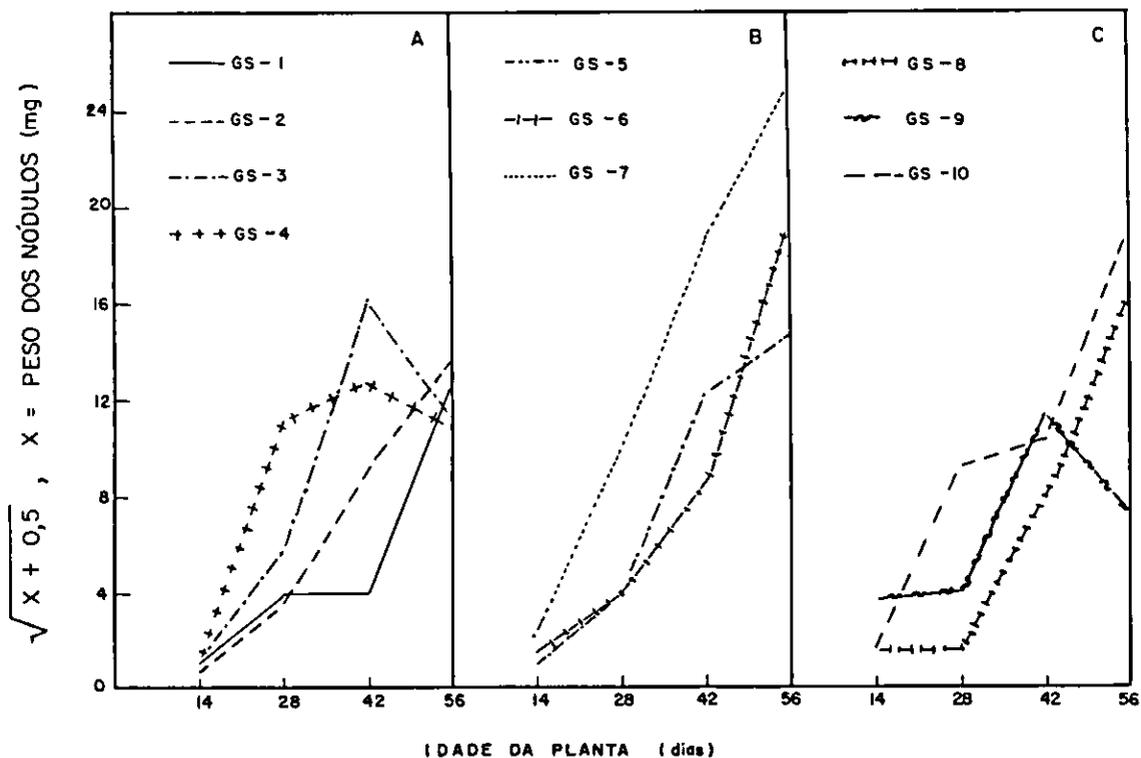
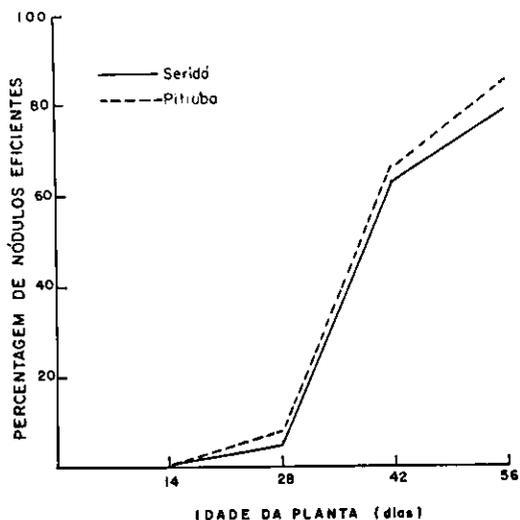
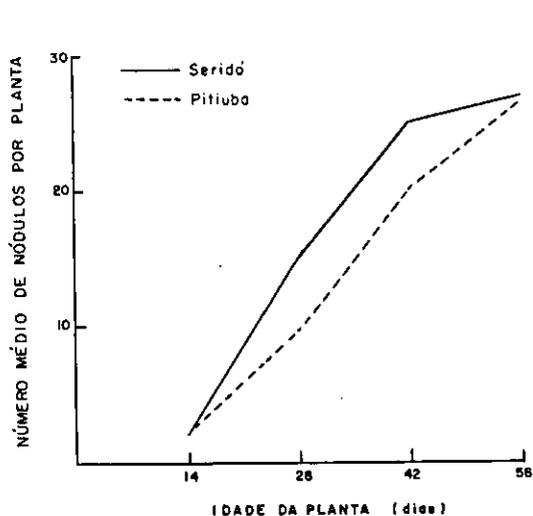


FIGURA 5 - Grupos de genótipos da cultivar CE-1 (Seridó), caracterizados com base no desenvolvimento do peso nodular.

FIG. 5. Grupos de genótipos da cultivar CE-1 (Seridó), caracterizados com base no desenvolvimento do peso nodular.

vares, a ponto de permitir que os mesmos fossem reunidos, com base na evolução do peso nodular, em grupos de comportamento semelhante, como ilustrado nas Fig. 5 e 6. A caracterização desses grupos encontra-se na Tabela 2.

O efeito significativo de genótipos dentro de cultivares indica uma variância genética diferente

de zero e, conseqüentemente, sugere a possibilidade de melhoramento genético da cultivar, para as características estudadas, através da seleção dentro da cultivar, de genótipos ou plantas desejáveis. Essa hipótese é perfeitamente viável se for admitida a participação de produtos de planta para a eficiência do processo simbiótico.

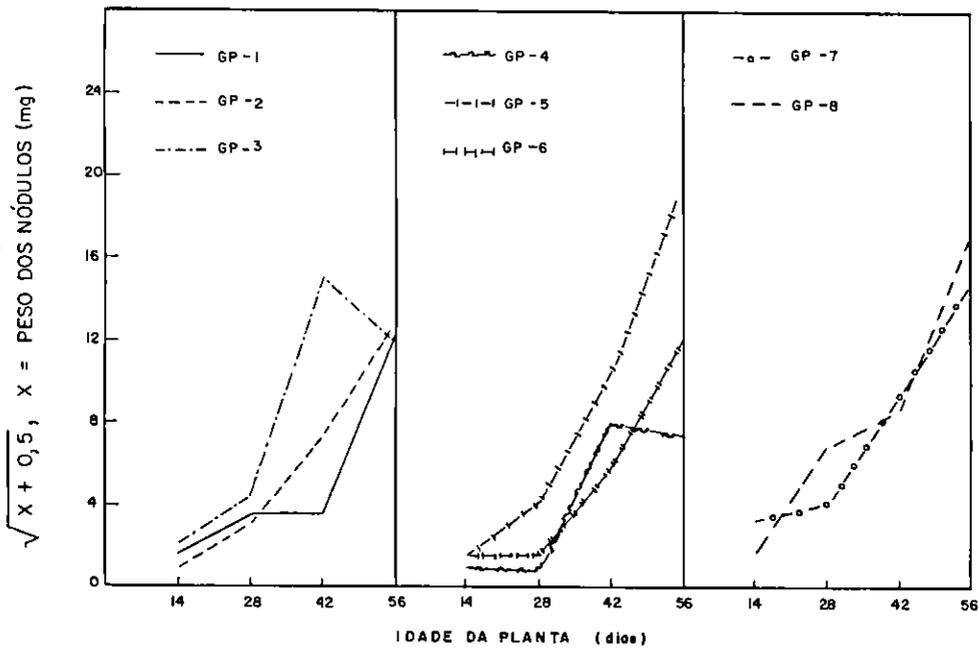


FIG. 6. Grupos de genótipos da cultivar CE-31 (Pitiúba), caracterizados com base no desenvolvimento do peso nodular.

TABELA 2. Caracterização de grupos das cultivares Seridó e Pitiúba com base no desenvolvimento do peso nodular.

Grupo	Genótipos	Freqüência	Características
GS ¹ -1	SO2105, SO7806, SO8001 e SO8204	0,053	Poucos nódulos no final do 1º estágio (0 - 14 dias); taxa de crescimento do peso nodular relativamente baixa no 2º estágio (14 - 28 dias); um platô no 3º estágio (28 - 42 dias); crescimento acelerado no 4º estágio (42 - 56 dias); Grupos GS-1 e GP-1 são semelhantes (Fig. 5-A e 6-A).
GP ² -1	PO0301, PO1101, PO1601, PO1802, PO2404, PO2703, PO4303, PO5502, PO8807, PO9103, PI0403 e PI0604	0,160	
GS-2	SO2202, SO2301, SO2604, SO2702, SO3405, SO4004, SO5806, SO5902, SI0505, SI2901, SI3303, SI4209, SI4305, SI4408, SI4504 e SI4708	0,213	Ausência de nódulos aos 14 dias; crescimento linear do peso dos nódulos até os 56 dias; a taxa de crescimento moderada. Grupos GS-2 e GP-2 são semelhantes (Fig. 5-A e 6-A).
GP-2	PO8702, PO9204, PO9306, PO9706	0,053	

TABELA 2. Continuação

Grupo	Genótipos	Freqüência	Características
GS-3	SO2801, SO3107, SO4502, SO6005, SO6501, SO6704, SO7302, SO8304, SO8403, SO8704, SI 2201, SI 3005, SI 3104, SI 3605 e SI 3703	0,200	Massa nodular relativamente elevada aos 14 dias. Crescimento em exponencial até o final do 3º estágio, após o que, decresce consideravelmente. Grupos GS-3 e GP-3 são semelhantes (Fig. 5-A e 6-A).
GP-3	PO1202, PO1702, PO3508, PO3605, PO3703, PO7905 e PI 0102	0,093	
GS-4	SO8504 e SI 1504	0,027	Rápido crescimento da massa nodular no 2º estágio; cresce lentamente no 3º, para decrescer no 4º estágio (Fig. 5-A).
GP-4	PO3801, PO4001, PO4102, PO8603 e PO9503	0,069	Tadio; a formação de nódulos só ocorre no 3º estágio, quando a taxa de crescimento é bastante acelerada. Forma um platô no 4º estágio (Fig. 6-B).
GS-5	SO2904, SO3809, SO4406, SO5105, SO6303, SO6802, SO7502, SO9504, SO9607, SI 2803, SI 3208 e SI 3402	0,160	Poucos nódulos aos 14 dias; cresce rapidamente a partir deste ponto, até o final do 3º estágio, após o que cresce mais lentamente até os 56 dias (Fig. 5-B).
GP-5	PO0402, PO0702, PO0804, PO2505, PO2605, PO2801, PO3105, PO3203, PO6702, PO6802, PO7103, PO7202, PO7301, PO7403, PO7501, PO7603, PO7703, PO7803, PO8003, PO8202, PO8501, PO9408, PO9604 e PO9904	0,320	Comparativamente precoce na formação de nódulos. Crescimento da massa nodular em progressão geométrica, assumindo valores muito elevados aos 56 dias. Grupos GP-5 e GS-6 são semelhantes (Fig. 5-B e 6-B).
GS-6	SO3202, SO7003, SO7405, SO7708, SO9401, SI 2502 e SI 3502	0,093	
GP-6	PO1304, PO1504, PO2104, PO2301, PO2903, PO3004, PO3904, PO4402, PO8302, PO8906 e PI 0001	0,147	Forma um platô no 2º estágio e, a partir deste ponto, o peso nodular cresce linearmente a uma taxa regular, até os 56 dias. Grupos GP-6 e GS-8 são semelhantes (Fig. 5-B e 6-B).
GS-8	SO2407, SO3304, SO3705, SO4202, SO4704, SO5602, SO7207, SO9204, SI 1201 e SI 4101	0,133	
GP-7	PO0203, PO0501, PO0602, PO1005, PO2001, PO2204, PO8101 e PO9802	0,107	Difere do GP-6 por apresentar um platô mais alto, no 2º estágio (Fig. 6-C).
GS-7	PO7910 e SO8602	0,025	Muito precoce; peso nodular cresce rapidamente, atingindo aos 56 dias os valores mais altos em comparação aos demais grupos (Fig. 5-B).
GP-8	PO0902, PO6602, PO6901 e PI 0303	0,053	Peso nodular inicial, baixo; cresce rapidamente no 2º estágio; cresce moderadamente no 3º estágio. Grupos GP-8 e GS-10 são semelhantes (Fig. 5-C e 6-C).
GS-10	SO4901, SO5204, SO5504, SI 2105 e SI 4803	0,069	

TABELA 2. Continuação

Grupo	Genótipos	Freqüência	Características
GS-9	SI 3903	0,013	Platô alto até os 28 dias; taxa crescente alta no 3º estágio e decrescendo no 4º (Fig. 5C).

¹ GS : grupo de plantas de comportamento característico dentro da cultivar Seridó.

² GP : grupo de plantas de comportamento característico dentro da cultivar Pitiúba.

A esse respeito, Stewart (1976) sugeriu a existência de um fator ligado à planta que inibe os sistemas enzimáticos de assimilação de NH_4 na bactéria. Por sua vez, o processo de inoculação, segundo Alexander (1961), parece requerer substâncias estimulantes secretadas pela planta na região da raiz. No caso da percentagem de nódulos estabelecida com base na coloração rósea dos nódulos, a leg-hemoglobina, responsável por essa coloração, é considerada um produto da planta e não um produto da bactéria.

Scott et al. (1976), citado por Dobereiner (1977), afirma que, nos nódulos, os bacteróides excretam N_2 fixado como NH_4 que, por sua vez, é assimilado por enzimas provenientes da planta.

Dobereiner & Arruda (1967) admitiram a hipótese de que a diversidade verificada na inoculação e fixação do N em variedades de soja seja devida a diferenças fisiológicas relacionadas com o metabolismo do Ca e N que, por sua vez, seria determinada por fatores hereditários.

Assim, em uma variedade comercial de espécie autógama, como no caso presente, a ocorrência de diferenças de comportamento, para qualquer caráter, entre plantas, denota a diversidade genotípica entre estas e, portanto, a possibilidade de seleção orientada para fins específicos.

O fato de existirem variações dentro de cultivares pode ser explicado considerando-se que se trata de cultivares de uma espécie autógama, desenvolvidas por seleção natural, com pouca interferência do homem. Nessa hipótese, espera-se, teoricamente, que a população seja constituída por uma mistura de linhas puras (Johannsen 1903, 1926, citado por Allard 1964), cujos genótipos fixados pela endogamia continuada podem diferir com respeito a muitos caracteres, inclusive aqueles sugeridos por Stewart (1976) e Alexander (1961).

A existência de correlação entre o peso dos nódulos e a quantidade de nitrogênio fixada simbioticamente em caupi ainda não foi comprovada. Mas, se existir essa correlação, os resultados aqui discutidos indicam a possibilidade de obter linhagens de plantas mais eficientes na fixação de nitrogênio, em ambas as cultivares, assim como foi conseguido por Nutman (1980) em trevo-vermelho.

A Tabela 3 mostra o peso médio dos nódulos de cada grupo (segunda coluna). As demais características não foram consideradas na formação dos grupos e assumem valores médios diferentes tanto para as duas cultivares como para os diferentes grupos dentro de uma cultivar.

A Tabela 4 apresenta os valores dos coeficientes de correlação entre as diversas características estudadas. O peso nodular, tanto na cultivar Seridó como na Pitiúba, está significativamente correlacionado, ao nível de 1% de probabilidade, com as demais variáveis, exceto com a produção por planta. A correlação entre o número e percentagem de nódulos eficientes também foi significativa, ao nível de 1% de probabilidade, nas duas cultivares. Uma outra correlação significativa e, provavelmente, de interesse para o melhoramento da cultivar Seridó, foi observada entre a percentagem de nódulos eficientes e o peso da massa verde.

CONCLUSÕES

1. As cultivares estudadas diferem significativamente entre si com respeito ao peso médio dos nódulos, número de nódulos, percentagem de nódulos eficientes e massa verde.

2. Existe uma ampla variabilidade entre plantas de uma mesma cultivar, o que sugere a possibilidade de que estas possuam genótipos diferentes permitindo, portanto, a seleção de linhagens de caupi

TABELA 3. Médias obtidas para grupos de plantas formados com base apenas no peso nodular das cultivares Seridó e Pitiúba, referentes às diversas características estudadas.

Grupo	Peso nodular (mg) ¹	Nº de nódulos ¹	% de nódulos eficientes ²	Peso da massa verde (g)	Produção de grãos/planta (g)
Cultivar Seridó					
GS-1	53,27	25,90	28,36	53,71	7,32
GS-2	56,12	31,28	38,92	67,63	6,73
GS-3	69,89	34,19	44,69	75,89	5,46
GS-4	73,15	29,84	43,55	59,59	4,42
GS-5	65,26	30,79	43,64	69,86	6,27
GS-6	68,65	30,49	41,58	72,06	7,97
GS-7	114,58	41,93	49,74	81,91	4,92
GS-8	54,35	28,12	35,71	67,32	5,48
GS-9	49,78	36,65	43,66	90,63	2,39
GS-10	79,73	35,00	46,86	82,10	11,89
\bar{x}	68,33	32,42	41,62	72,07	6,29
Cultivar Pitiúba					
GP-1	43,94	24,95	41,25	55,27	11,57
GP-2	45,85	24,48	46,89	49,54	3,84
GP-3	67,88	33,80	45,79	61,97	8,77
GP-4	35,26	12,26	37,81	57,73	9,35
GP-5	70,27	32,50	45,50	59,90	8,65
GP-6	42,57	23,41	36,97	55,62	8,22
GP-7	58,32	32,07	43,67	60,18	7,66
GP-8	66,21	34,23	45,45	59,59	10,90
\bar{x}	53,79	28,09	42,92	57,48	8,62

¹ Consideradas todas as idades. Dados transformados para $x + 0,5$

² Consideradas todas as idades. Dados transformados para $x + 1$

TABELA 4. Coeficientes de correlação entre variáveis estudadas das cultivares Pitiúba e Seridó.

	Cultivar	Produção grãos/planta	Peso da massa	% de nódulos eficientes	nº de nódulos	Peso nodular
Peso nodular	P ¹	0,104	0,658**	0,524**	0,846**	—
	S ²	0,102	0,297**	0,724**	0,621**	—
Número de nódulos	P	0,092	0,193	0,461**	—	—
	S	0,003	0,126	0,483**	—	—
Porcentagem de nódulos eficientes	P	0,044	0,097	—	—	—
	S	0,074	0,352**	—	—	—
Peso da massa verde	P	0,096	—	—	—	—
	S	0,063	—	—	—	—
Produção de grãos por planta	—	—	—	—	—	—

¹ Cultivar Pitiúba

² Cultivar Seridó

** Valor de "r" significativo ao nível de 1% de probabilidade.

mais eficientes com respeito à simbiose com populações de *Rhizobium* naturalmente ocorrentes no solo.

3. No que respeita ao peso dos nódulos, foi possível a identificação de plantas de comportamento semelhante e a sua reunião em grupos característicos. Assim, em uma mesma cultivar, as plantas podem comportar-se diferentemente com respeito ao peso dos nódulos, porém, de modo sistemático. Admitindo-se que o peso dos nódulos é produto da planta, esta observação sugere que o peso dos nódulos é geneticamente controlado pela planta.

4. Nenhum dos caracteres estudados correlacionou-se significativamente com a produção de sementes, não se podendo, portanto, determinar sua possível influência na produção econômica da planta. Possivelmente, isto se deveu ao abundante suprimento de nitrogênio no solo utilizado.

5. Na cultivar Seridó, a percentagem de nódulos eficientes mostrou-se correlacionada com o peso da massa verde, sugerindo a possibilidade de tal caráter ser usado como critério de seleção para a obtenção de linhagens de caupi mais eficientes, a partir dessa cultivar.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, M. *Introduction to soil microbiology*. Singapore, Wiley Int., 1961. p.4.
- ALLARD, R.W. *Principles of plant breeding*. John Wiley & Sons, Inc. N. York, London, 1964, 484p.
- ARAÚJO, J.P. de.; WATT, E.E.; RIOS, G.P.; NEVES B. P. das.; KLUTHCOUSKI, J. & GUIMARÃES, C.N. *Situação do caupi no Brasil; produção, problemas e pesquisa*. Goiânia, EMBRAPA - CNPAF, 1980. 50p. Mimeografadas.
- BASTOS, J.A.M. & AGUIAR, P.A.A. Controle do gorgulho do feijão-de-corda (*Callosobruchus maculatus*; (Fab.) Col. Bruchidae) com phostoxin. *Ci. agron., Fortaleza*, 1: 59-62, 1971.
- CARVALHO, R. de S. As bactérias dos nódulos das raízes das leguminosas. *An. Esc. Sup. Agric. Luiz de Queiroz*, 3: 10-26, 1946.
- DÖBEREINER, J. & ARRUDA, N.B. de. Interrelações entre variedades e nutrição na nodulação e simbiose da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). *Pesq. agropec. bras.*, 2: 475,87, 1967.
- DÖBEREINER, J. Fixação de nitrogênio em gramíneas. *R. bras. Ci. Solo*, 1: 1-9, 1977.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Departamento de Informação e Documentação, Brasília, DF. Programa nacional de pesquisa de feijão. Brasília, DF, 1981. 117p.
- FIGUEIREDO, F.J.C. & CARVALHO, J.E.U. & FRAZÃO, D.A.C. Conservação de sementes de caupi em diferentes tipos de acondicionamento e seus efeitos na qualidade fisiológica durante o armazenamento. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido, Belém, PA. Relatório técnico anual do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido - 1979. Belém, 1980, p.78-9.
- KRUTMAN, S.; LOPES, M.D.; MOURA, R.J. de & BASTOS, E.G. Indicação para o feijoeiro de macassar, *Vigna sinensis* L. na zona da mata do Nordeste. Recife, Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuária do Nordeste, s.d. 25p. Mimeografadas.
- NUTMAN, P.S. Genetics of legume nodulation. In: REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE RHIZOBIUM, 5, Rio de Janeiro, 1970. Anais... Rio de Janeiro, 1980. p.122-34.
- PAIVA, J.B.; ALBUQUERQUE, J.J.L. & BEZERRA, F.F. Adubação mineral em feijão-de-corda (*Vigna sinensis* Endl.) no Estado do Ceará. *Ci. Agron. Fortaleza*, 1: 75-8, 1971.
- RUSCHEL, A.P. & REUSZER, H.W. Desenvolvimento da nodulação e fixação simbiótica de nitrogênio em variedades de soja, em diferentes estágios do desenvolvimento da planta. *Pesq. agropec. bras., Sér. Agron.*, 8: 251-6, 1973.
- SCOTT, D.B.; FARDEN, K.J.F. & ROBERTSON, J.G. Amonia assimilation in lupin nodules. *Nature*, 263: 703-5, 1976.
- SERPA, A. & CUNHA FILHO, L.A. Variação hereditária e ambiente dos caracteres número e comprimento da raiz principal em *Centrosema pubescens* Benth. In: REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE RHIZOBIUM, 5, Rio de Janeiro, 1970. p.1-10.
- SILVA, M.A.; MILLAR, A.A.; BERNARDO, S. & CONDÉ, A.R. Efeito da lâmina de água e da adubação nitrogenada sobre a produção de feijão-de-corda (*Vigna sinensis* L.) utilizando o sistema de irrigação por aspersão em linha. Petrolina, CPATSA, 1978. 20p.
- STEWART, W.D.P. Nitrogen fixing algal-plant symbiosis. Int. SYMP. ENVIRONMENTAL ROLE OF NITROGEN-FIXING BLUE-GREEN ALGAE AND ASYMBIOTIC BACTERIA, Uppsala, Suécia, 1976.
- TÁVORA, F.J.A.F.; ALVES, J.F. & NUNES, R. de P. Adubação fosfatada em feijão-de-corda, *Vigna sp.*, *Ci. Agron., Fortaleza*, 1: 3-26, 1971.
- VASCONCELOS, I.; ALVES, J.F. & LIMA, I.T. Nodulação de feijão-de-corda, *Vigna sinensis* (L.) Saví, ao longo do ciclo cultural da planta. *Ci. agron., Fortaleza*, 6: (1/2): 11-5, 1976.