



Potencial da Fixação Biológica de Nitrogênio em Genótipos Ancestrais de Feijão-caupi

Rosa Maria Cardoso Mota de Alcantara⁽¹⁾; Gustavo Ribeiro Xavier⁽²⁾; Jackeline dos Santos Carvalho⁽³⁾; Maurisrael de Moura Rocha⁽⁴⁾; Norma Gouvea Rumjanek⁽⁵⁾ & Lígia Renata Almeida da Silva⁽⁶⁾

(1) Pesquisadora Embrapa Meio-Norte/Doutoranda Ciência do Solo, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Av. Duque de Caxias, 5650, Bairro Buenos Aires, CEP 64006-220 Teresina, PI, rmaria@cpamn.embrapa.br; (2) Pesquisador Embrapa Agrobiologia, Rodovia BR 465 km 7 (Antiga Rio São Paulo CEP 23890-000 Seropédica RJ, gustavo@cnpab.embrapa.br) (3) Estagiária Embrapa Meio-Norte, Av. Duque de Caxias, 5650, Bairro Buenos Aires, CEP 64006-220 Teresina, PI, jackeline.s.carvalho@bol.com.br (4) Pesquisador Embrapa Meio-Norte, Av. Duque de Caxias, 5650, Bairro Buenos Aires, CEP 64006-220 Teresina, PI, mmrocha@cpamn.embrapa.br (5) Pesquisadora Embrapa Agrobiologia, Rodovia BR 465 km 7 (Antiga Rio São Paulo CEP 23890-000 Seropédica RJ norma@cnpab.embrapa.br (6) Estagiária Embrapa Meio-Norte, Av. Duque de Caxias, 5650, Bairro Buenos Aires, CEP 64006-220 Teresina, PI, lg_renata@hotmail.com

RESUMO: O conceito de agricultura sustentável é uma resposta relativamente recente à degradação dos recursos naturais ou da base produtiva da agricultura moderna. O uso da fixação biológica de nitrogênio (FBN) como insumo biológico, figura nesse contexto como possibilidade de uma agricultura que seja economicamente viável e ecologicamente correta. O objetivo deste trabalho foi identificar materiais utilizados no melhoramento genético da cultura do feijão-caupi com potencial para a FBN. Este trabalho foi realizado em campo, na Embrapa Meio-Norte, em Teresina, PI. Foram avaliados 16 genótipos ancestrais em interação com a estirpe BR 3267. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com três repetições. As coletas foram realizadas nas fases de desenvolvimento vegetativo, início da floração e na maturação das vagens para determinação do número de nódulos, massa de nódulos e massa seca da parte aérea. A análise de variância indicou efeito significativo ($P < 0,05$) para os ancestrais e coleta, em relação a número de nódulos, massa de nódulos, massa seca da parte aérea. Os genótipos ancestrais Macaibo e TVu 59 destacaram-se em número de nódulos, massa de nódulos secos e massa seca da parte aérea.

Palavras-chave: Rizóbio, nodulação, leguminosa

INTRODUÇÃO

Atualmente, a preocupação com a preservação da qualidade do meio ambiente vem fazendo parte das discussões cotidianas da sociedade. Nesse contexto,

há uma intensificação da demanda para o desenvolvimento de tecnologias ecológicas, que possibilitem o aumento da produção de alimentos e matérias-primas, dentro de um enfoque de preservação e utilização racional dos recursos naturais.

Os insumos biológicos figuram nesse aspecto como possibilidade para uma agricultura que seja economicamente viável e mais competitiva, e que ao mesmo tempo seja socialmente justa e ecologicamente sadia. Exemplos de uso de material biológico como insumos na agricultura incluem desde o acesso ao material genético existente em bancos de germoplasma para uso em programas de melhoramento até o emprego de microrganismos na fixação biológica de nitrogênio e no controle biológico de pragas (Unkovich et al., 2008).

A fixação biológica do nitrogênio (FBN) é uma possibilidade de tornar o N atmosférico prontamente disponível para as culturas agrícolas. Os benefícios da FBN são reconhecidos mundialmente e contribuíram para a transformação do Brasil em um dos principais produtores mundiais da cultura da soja, sem a necessidade de utilização de qualquer adubo nitrogenado industrializado, cujos impactos são consideráveis no agronegócio e na balança comercial brasileira.

Vários estudos têm mostrado resultados positivos para o aumento da produtividade de grãos em feijão-caupi com a inoculação de bactérias do gênero *Bradyrhizobium* (Martins et al., 2003; Lacerda et al., 2004; Soares et al., 2006; Zilli et al., 2006; Zilli et al., 2008). No entanto, os estudos com a FBN em

XVIII REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA Novos Caminhos para Agricultura Conservacionista no Brasil

feijão-caupi não estão associados ao melhoramento genético, como foi o caso do melhoramento da soja. O objetivo desse trabalho foi identificar materiais utilizados no melhoramento genético da cultura do feijão-caupi com potencial para a fixação biológica de nitrogênio.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido, sob condições de campo, na Embrapa Meio-Norte, no município de Teresina (PI), no período de junho a setembro de 2009, em solo classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico.

Foram avaliados dezesseis genótipos ancestrais utilizados no melhoramento genético do feijão-caupi em interação com a estirpe de *Bradyrhizobium sp.*, BR 3267.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com três repetições, em esquema de parcelas subdivididas no tempo. Nas parcelas foram avaliados os 16 genótipos ancestrais e nas subparcelas as épocas de coletas (fases de desenvolvimento vegetativo, início da floração e maturação das vagens).

A parcela experimental correspondeu a 33 m², com onze fileiras de 5,50 m de comprimento, tendo como área útil as sete fileiras centrais, destinando-se 1m nas cabeceiras e duas fileiras nas laterais, como bordadura. O espaçamento utilizado foi de 0,50m entre fileiras e 0,25 m entre plantas, o que correspondeu a 21 plantas por fileira. A inoculação foi realizada 15 h antes do plantio com inoculante turfoso contendo cerca de 10⁹ células de rizóbio g⁻¹.

Foram realizadas três coletas, sendo a primeira aos 30 dias após emergência (DAE), a segunda no início da floração, que variou de 34 DAE a 51 DAE e a terceira na fase de maturidade das vagens, variando de 68 DAE a 83 DAE. Em todas as coletas foram determinados número de nódulos (NN), massa de nódulos secos (MNS) e massa seca da parte aérea (MSPA).

Os dados foram submetidos à análise estatística utilizando-se o programa estatístico SAS e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott com nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em número de nódulos, na fase de desenvolvimento vegetativo (coleta 1), não houve

diferença estatística entre os genótipos ancestrais. Na fase inicial de floração (coleta 2) foram observados maiores números de nódulos para TVu 2331, Alagoano, Aparecido Moita, Macaibo, Pitiúba, CNC 0434 e TVu 59. Enquanto que na maturação das vagens (coleta 3) foram obtidos melhores resultados com o ancestral TVu 36, TVu 59 e Macaibo (Tabela 1).

Os dados evidenciam que aos 30 DAE nem todos os nódulos já estavam formados e que o pico da nodulação ocorreu na floração, sendo que após a floração ocorreu uma diminuição de nódulos provavelmente devido à senescência nodular.

Conforme Hungria & Vargas (2000) o número de nódulos diminui no estágio que ocorre após o florescimento e o início do enchimento de grãos, devido à senescência nodular que ocorre em virtude dos fotossintatos acumulados pela planta hospedeira serem direcionados, nessa fase, para os grãos em detrimento dos nódulos.

Considerando-se as informações de que para a cultura da soja (*Glycine max*), o número mínimo de nódulos necessários para garantir um bom desempenho da FBN situa-se na faixa de 15 a 20 nódulos na raiz principal (Hungria & Bohrer, 2000), conclui-se que os números de nódulos nas coletas 1 e 3 foram baixos.

Com relação à massa de nódulos secos, na coleta 1 (desenvolvimento vegetativo) e na coleta 2 (início da floração) não houve diferença estatística significativa para os ancestrais. Na coleta 3 (maturação das vagens) os ancestrais TVu 2331, TVu 59, TVx 4659 – 03E, UCR – 194, TVu 1190, CNC 0434, TVu 408 P2, TVx 3777 – 04E e Macaibo foram superiores para massa nodular (Tabela 1).

Xavier et al. (2007) em estudos de interação da estirpe BR 2001 com cultivares de feijão-caupi observaram que houve aumento significativo na massa e no tamanho dos nódulos durante o ciclo fenológico das cultivares, indicando que, uma vez formados, os nódulos aumentaram a sua massa e, conseqüentemente, a eficiência da fixação de N.

Para massa seca da parte aérea, nas coletas 1 e 2 não houve diferença estatística entre os genótipos ancestrais. Enquanto que, na fase de maturação das vagens, os ancestrais Macaibo, TVu 36 e TVu 59 apresentaram maior quantidade de MSPA (Tabela 1)

Constatou-se que ao longo do ciclo fenológico ocorreu um incremento gradativo de massa seca da

XVIII REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA Novos Caminhos para Agricultura Conservacionista no Brasil

parte aérea de 88% entre a fase de desenvolvimento vegetativo e o início da floração e um decréscimo de 66% entre o início da floração e a fase de maturação das vagens. Resultados semelhantes foram observados por Xavier et al. (2007) em experimento de campo, no estado do Piauí, com a cultura do feijão-caupi em interação com a BR 2001.

CONCLUSÕES

Os genótipos ancestrais de feijão-caupi, Macaibo e TVu 59, em interação com a estirpe de *Bradyrhizobium sp* BR 3267, destacaram-se em número de nódulos, massa de nódulos secos e massa seca da parte aérea.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HUNGRIA, M.; BOHRER, T. R. J. Variability of nodulation and dinitrogen fixation capacity among soybean cultivars. **Biology and Fertility of Soils**, v.31, p.45-52, 2000.

HUNGRIA, M.; VARGAS, M. A. T. Environmental factors affecting N₂ fixation in grain legumes in the tropics, with an emphasis on Brazil. **Field Crops Research**, v. 65, p. 151-164, 2000.

LACERDA, A. M.; MOREIRA, F. M. S.; ANDRADE, M. J. B; SOARES, A. L. L. Yield and nodulation of cowpea inoculated with selected strains. **Revista Ceres**, v.51, p.67-82, 2004.

MARTINS, L. M. V.; XAVIER, G. R.; RANGEL, F. W.; RIBEIRO, J. R. A.; NEVES, M. C. P.; MORGADO, L. B.; RUMJANEK, N. G. Contribution of biological nitrogen fixation to cowpea: a strategy for improving grain yield in the semi-arid region of Brazil. **Biology and Fertility of Soils**, v.38, p.333-339, 2003.

SOARES, A. L. de L.; FERREIRA, P. A. A.; PEREIRA, J. P. A. R.; VALE, H. M. M. do; LIMA, A. S.; ANDRADE, M. J. B. de; MOREIRA, F. M. de S. Eficiência agronômica de rizóbios selecionados e diversidade de populações nativas nodulíferas em Perdões (MG): II - feijoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, p.803-811, 2006.

UNKOVICH, M.; HERRIDGE, D.; PEOPLES, M.; CADISCH, G.; BODDEY, R.; GILLER, K.; ALVES, B.; CHALK, P. **Measuring plant-associated nitrogen fixation in agricultural systems**. Canberra: ACIAR, 2008. 258 p.

XAVIER, T. F.; ARAÚJO, A. S. F.; SANTOS, V. B.; CAMPOS, F. L. Ontogenia da nodulação em duas cultivares de feijão-caupi. **Ciência Rural**, v. 37, p. 561-564, 2007.

ZILLI, J. É.; VALICHESKI, R. R.; RUMJANEK, N. G.; SIMÕES-ARAÚJO, J. L.; FREIRE FILHO, F. R.; NEVES, M. C. P. Eficiência simbiótica de estirpes de *Bradyrhizobium* isoladas de solo do Cerrado em caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.811-818, 2006.

ZILLI, J. É.; XAVIER, G. R.; RUMJANEK, N. G. **BR 3262**: nova estirpe de *Bradyrhizobium* para a inoculação de feijão-caupi em Roraima. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2008. 7p. (Embrapa Roraima. Comunicado técnico, 10).

XVIII REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA
Novos Caminhos para Agricultura Conservacionista no Brasil

Tabela 1. Número de nódulos, massa de nódulos secos e massa seca da parte aérea de genótipos ancestrais de feijão-caupi nas fases de desenvolvimento vegetativo (coleta 1), floração (coleta 2) e maturação de vagens (coleta 3).

Ancestrais	Número de nódulos			Média
	Coleta 1	Coleta 2	Coleta 3	
TVu 1190	4,33 Ab	13,45 Ba	3,45 Bb	7,08 A
Pitiúba	6,33 Ab	20,44 Aa	1,00 Bc	9,26 A
CNC 0434	4,44 Ab	20,44 Aa	3,33 Bb	9,41 A
TVu 59	9,56 Aa	20,22 Aa	12,11 Aa	13,96 A
TVu 410	2,56 Ab	11,56 Ba	4,89 Bb	6,33 A
TVu 2331	5,22 Ab	36,11 Aa	3,34 Bb	14,89 A
TVx 289 4G	4,45 Ab	12,89 Ba	3,00 Bb	6,78 A
Alagoano	8,67 Ab	33,33 Aa	3,56 Bb	15,19 A
IT87D – 1627	6,78 Aa	10,78 Ba	6,11 Ba	7,89 A
Aparecido Moita	5,22 Ab	28,00 Aa	4,78 Bb	12,67 A
TVx 3777 – 04E	8,66 Aa	15,11 Ba	4,22 Ba	9,33 A
TVu 36	4,45 Ab	13,00 Ba	13,89 Aa	10,45 A
UCR – 194	2,22 Ab	8,55 Ba	2,89 Bb	4,51 A
Macaibo	13,45 Aa	26,00 Aa	10,67 Aa	16,70 A
TVu 408 – P2	2,67 Ab	9,00 Ba	3,78 Bb	5,15 A
TVx 4659 – 03E	6,89 Aa	11,55 Ba	5,00 Ba	7,82 A
CV 1 (%)	34,55	CV 2 (%)	26,64	
Massa de nódulos secos (mg planta ⁻¹)				
	Coleta 1	Coleta 2	Coleta 3	Média
TVu 1190	62,23 Ab	214,23 Aa	271,57 Aa	182,68 A
Pitiúba	115,57 Aa	185,00 Aa	148,67 Ba	149,74 B
CNC 0434	67,77 Ab	207,57 Aa	255,10 Aa	176,81 A
TVu 59	104,47 Ab	131,67 Ab	338,53 Aa	191,56 A
TVu 410	22,23 Aa	98,23 Aa	166,43 Ba	95,63 B
TVu 2331	66,67 Ac	230,00 Ab	357,87 Aa	218,18 A
TVx 289 4G	86,67 Aa	166,77 Aa	159,23 Ba	137,56 B
Alagoano	120,00 Ab	305,47 Aa	196,90 Bb	207,46 A
IT87D – 1627	123,33 Aa	124,17 Aa	67,47 Ba	104,99 B
Aparecido Moita	66,70 Aa	148,10 Aa	158,00 Ba	124,27 B
TVx 3777 – 04E	167,77 Aa	155,57 Aa	236,00 Aa	186,44 A
TVu 36	92,23 Aa	142,33 Aa	161,33 Ba	131,97 B
UCR – 194	20,00 Ab	139,23 Ab	294,03 Aa	151,09 B
Macaibo	122,33 Aa	138,20 Aa	227,23 Aa	162,59 A
TVu 408 – P2	31,10 Ab	134,23 Aa	231,00 Aa	132,11 B
TVx 4659 – 03E	127,80 Ab	267,23 Aa	334,10 Aa	243,04 A
CV 1 (%)	56,07	CV 2 (%)	44,82	
Massa seca parte aérea (g planta ⁻¹)				
	Coleta 1	Coleta 2	Coleta 3	Média
TVu 1190	2,64 Ac	31,67 Aa	11,45 Bb	15,25 A
Pitiúba	2,57 Ab	24,11 Aa	0,89 Cb	9,19 B
CNC 0434	3,13 Ab	30,22 Aa	4,89 Cb	12,75 B
TVu 59	2,53 Ab	32,22 Aa	20,11 Aa	18,29 A
TVu 410	1,08 Ac	18,89 Aa	5,78 Cb	8,58 B
TVu 2331	1,25 Ab	54,22 Aa	6,00 Cb	20,49 B
TVx 289 4G	5,14 Ab	20,22 Aa	5,89 Cb	10,42 B
Alagoano	2,04 Ab	25,00 Aa	5,00 Cb	10,68 B
IT87D – 1627	3,96 Ab	13,55 Aa	5,67 Cb	7,73 B
Aparecido Moita	2,13 Ac	42,45 Aa	7,98 Bb	17,52 A
TVx 3777 – 04E	2,35 Ac	31,22 Aa	8,89 Bb	14,15 A
TVu 36	1,73 Ab	20,44 Aa	23,45 Aa	15,21 A
UCR – 194	2,06 Ab	15,44 Aa	4,11 Cb	7,21 B
Macaibo	2,78 Ab	45,00 Aa	31,33 Aa	26,37 A
TVu 408 – P2	2,51 Ab	15,44 Aa	4,11 Cb	7,36 B
TVx 4659 – 03E	15,04 Ab	22,89 Aa	5,33 Cb	14,42 A
CV 1 (%)	26,53	CV 2 (%)	25,88	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade