

LIMITES DE COMPETIÇÃO DOS COMPONENTES DA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DO FEIJOEIRO-COMUM cv. PÉROLA

COMPETITION LIMITS OF GRAIN YIELD COMPONENTS OF COMMON BEAN CULTIVAR PÉROLA

Luis Fernando STONE¹; Pedro Marques da SILVEIRA¹

1. Pesquisador, Doutor, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, Brasil. stone@cnpaf.embrapa.br, pmarques@cnpaf.embrapa.br

RESUMO: Utilizaram-se dados de experimento conduzido na Embrapa Arroz e Feijão durante cinco anos para estabelecer limites de competição dos componentes da produtividade da cultivar de feijoeiro Pérola. A produtividade foi decomposta em três componentes, número de plantas ha⁻¹ (NP) e de grãos por planta (NGP) e massa dos grãos (MG). O valor máximo de cada componente (M), sob condições locais, é definido pelos valores dos componentes antecedentes. Estes valores estabelecem o nível de competição pelos recursos a que um componente é submetido. A competição começa além de um valor crítico (L) de NP. Uma curva limite superior, formada por uma reta horizontal e uma hipérbole, foi definida para cada componente em função de NP. Os valores máximos do número de vagens por planta (NVP), NGP, MG e produtividade foram, respectivamente, 21; 62,2; 0,303 g, e 3.483 kg ha⁻¹. O limite de competição L de um componente foi mais baixo quanto mais tarde no ciclo ele foi determinado, sendo igual a 240.000, 225.000 e 185.000 plantas ha⁻¹, respectivamente para NVP, NGP e MG. A produtividade máxima possível (Y_{M/NP}) aumentou com NP até o primeiro limite de competição. Subseqüentemente, ocorreram ajustamentos entre componentes sucessivos, estabilizando Y_{M/NP} ao longo de níveis de NP.

PALAVRAS-CHAVE: *Phaseolus vulgaris*. População de plantas. Vagens por planta. Grãos por planta. Massa dos grãos.

INTRODUÇÃO

O máximo valor que um componente da produtividade de grãos do feijoeiro pode alcançar, na ausência de fatores limitantes que não sejam a radiação e a temperatura prevalentes na região, é assumido ser uma característica varietal para a região em estudo.

Os componentes da produtividade podem, entretanto, ser limitados pelas densidades populacionais, isto é, número de plantas ou de grãos por hectare, se estas são suficientemente altas para causar competição por recursos. Por causa disto, o valor do primeiro componente, número de plantas por hectare, freqüentemente determina o valor máximo do componente seguinte e, finalmente, a máxima produtividade possível (WEY et al., 1998; SIBAND et al., 1999).

Quando ocorre a competição, os assimilados por unidade de área que contribuem para a formação de um componente da produtividade são divididos entre os elementos deste componente, isto é, entre plantas e entre grãos por planta. O nível de competição entre estes elementos depende da sua população. A competição exercida entre plantas para estabelecer seu número de vagens por planta ou seu número de grãos por planta é função do número de plantas por área. Para a massa dos grãos, a

competição é exercida em dois níveis: entre plantas, o indicador é sempre o número de plantas por área, e intra plantas, competição entre os grãos que estão enchendo pela divisão da energia capturada por esta planta, que é dependente do número de grãos por planta. Um indicador do nível de competição total entre os grãos que estão enchendo é o produto dos dois termos, ou seja, o número de grãos por área.

Sob competição, pode ocorrer correlação negativa entre um componente da produtividade e aquele formado previamente. Wey et al. (1998) testou um método para determinar os limites de competição dos componentes da produtividade que não exclui os efeitos de compensação entre esses componentes, mas eles não podem exceder a estrita compensação.

O conhecimento dos limites de competição dos componentes da produtividade é importante em estudos de modelagem, na comparação de cultivares quanto à sua produtividade potencial, na determinação da população ideal de plantas, entre outros.

O objetivo deste trabalho foi, utilizando o método apresentado em Wey et al. (1998), determinar os limites de competição dos componentes da produtividade de grãos da cultivar de feijoeiro comum Pérola.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados relativos à produtividade do feijoeiro e seus componentes foram obtidos ao longo de cinco anos em um experimento sobre preparo do solo e rotação de culturas, conduzido em Latossolo Vermelho distrófico, na Fazenda Capivara, da Embrapa Arroz e Feijão, localizada no município de Santo Antônio de Goiás, GO. Neste experimento, a cultivar utilizada foi a Pérola, semeada no mês de junho, no espaçamento entre linhas de 0,45 m. Maiores detalhes do experimento podem ser vistos em Silveira Neto (2004).

Durante os cinco anos foram amostradas 382 parcelas, sendo feita em cada uma a contagem do número de plantas (NP) e do número de vagens (NV) na colheita e a determinação direta da produtividade (PROD) e do teor de umidade dos grãos. A massa unitária média do grão (MG) foi obtida de um lote de 1000 grãos. As massas foram corrigidas para 13% de umidade. O número de grãos por hectare (NG) foi obtido pela divisão de PROD por MG, o número médio de vagens por planta (NVP), pela divisão de NV por NP e o número médio de grãos por planta (NGP), pela divisão de NG por NP.

Para se ter certeza que as amostras (parcelas) incluíam produtividades de grãos próximas da produtividade máxima possível para as condições prevalentes de radiação e temperatura (Y_{RAD}), as produtividades observadas foram comparadas com as produtividades potenciais determinadas por Meireles et al. (2003) com a aplicação do modelo CROPGRO-Dry Bean para o município de Santo Antônio de Goiás, GO.

A produtividade foi expressa por:

$$PROD = NP \times NGP \times MG \quad (1)$$

sendo cada componente representante da fase em que é estabelecido. Assim, NP é representante da fase vegetativa, NGP da floração e MG da maturação.

As relações entre os seguintes pares de variáveis x e y foram examinadas: NP x NVP, NP x NGP e NG x MG.

As linhas limites destas relações consistem de uma linha horizontal seguida de uma hipérbole, formando uma curva envoltória. As correspondentes equações foram calculadas após ajuste das linhas limite aos dados. A linha horizontal foi ajustada pelo ponto de maior valor do eixo das ordenadas (y_{max}). A hipérbole foi ajustada pelo ponto em que o produto das coordenadas xy foi máximo (xy_{max}).

Para cada componente, foi determinado o limite de competição (L):

$$L \cong xy_{max}/y_{max} \quad (2)$$

que é o ponto da abscissa correspondente à interseção entre a linha e a hipérbole. L foi calculado usando o conjunto de equações obtidas para os dois componentes da linha limite.

Foi assumido que o máximo valor de um componente é determinado pelos valores dos componentes estabelecidos previamente. O valor do primeiro componente (NP), portanto, estabeleceu o limite superior para o segundo e assim por diante. NP determinou NGP e estes determinaram MG. O produto destes valores sucessivos determinou a produtividade de grãos máxima para cada valor de NP (Y_{MNP}). A maior produtividade máxima obtida (Y_{MAX}) foi considerada uma estimativa de Y_{RAD} .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produtividade de grãos máxima observada, 3.483 kg ha⁻¹, ficou próxima da produtividade potencial determinada por Meireles et al. (2003) para o município de Santo Antônio de Goiás, para semeaduras no 2º e 3º decêndios de junho, que se situou ao redor de 3.340 kg ha⁻¹. Assim, a representação gráfica das relações entre os componentes da produtividade incluem situações com produtividades próximas da máxima, o que permite posicionar com acuracidade as linhas limites para a nuvem de pontos.

Podem ser observadas na Figura 1 as curvas envoltórias dos pares de componentes da produtividade e os limites de competição estabelecidos para o número de vagens por planta (LNVP), número de grãos por planta (LNGP) e massa dos grãos (LMG).

O número máximo de vagens por planta, 21 (Figura 1a), é constante abaixo da população de 240.000 plantas ha⁻¹ (LNVP). De acordo com o modelo, NVP não pode exceder este valor se a população de plantas aumentar mais. Da mesma maneira, o número máximo de grãos por planta, 62,2 (Figura 1b), é constante abaixo da população de 225.000 plantas ha⁻¹ (LNGP). A máxima massa do grão foi igual a 0,303 g (Figura 1c), sendo constante abaixo de 115 x 10⁵ grãos ha⁻¹. O valor mínimo da massa do grão foi de 0,249 g, para uma população máxima de 140 x 10⁵ grãos ha⁻¹.

A partir destas relações, outras foram derivadas para descrever a relação de competição com NP. A relação de NG com NP na Figura 2a foi derivada da Figura 1b. Para um dado valor de NP, há um único valor máximo de NG correspondente. Baseado nisto, a relação do limite de competição LMG com NP foi calculada. O valor de NG no qual LMG é alcançado é indicado na Figura 1c; o valor

de NP correspondente à este valor de LMG é calculado da Figura 2a. Assim, o limite de competição entre os grãos LMG pode ser expresso não somente como uma função de NG mas também

como uma função de NP (Figura 2b), sendo a massa do grão máxima e constante abaixo da população de 185.000 plantas ha⁻¹ (LMG).

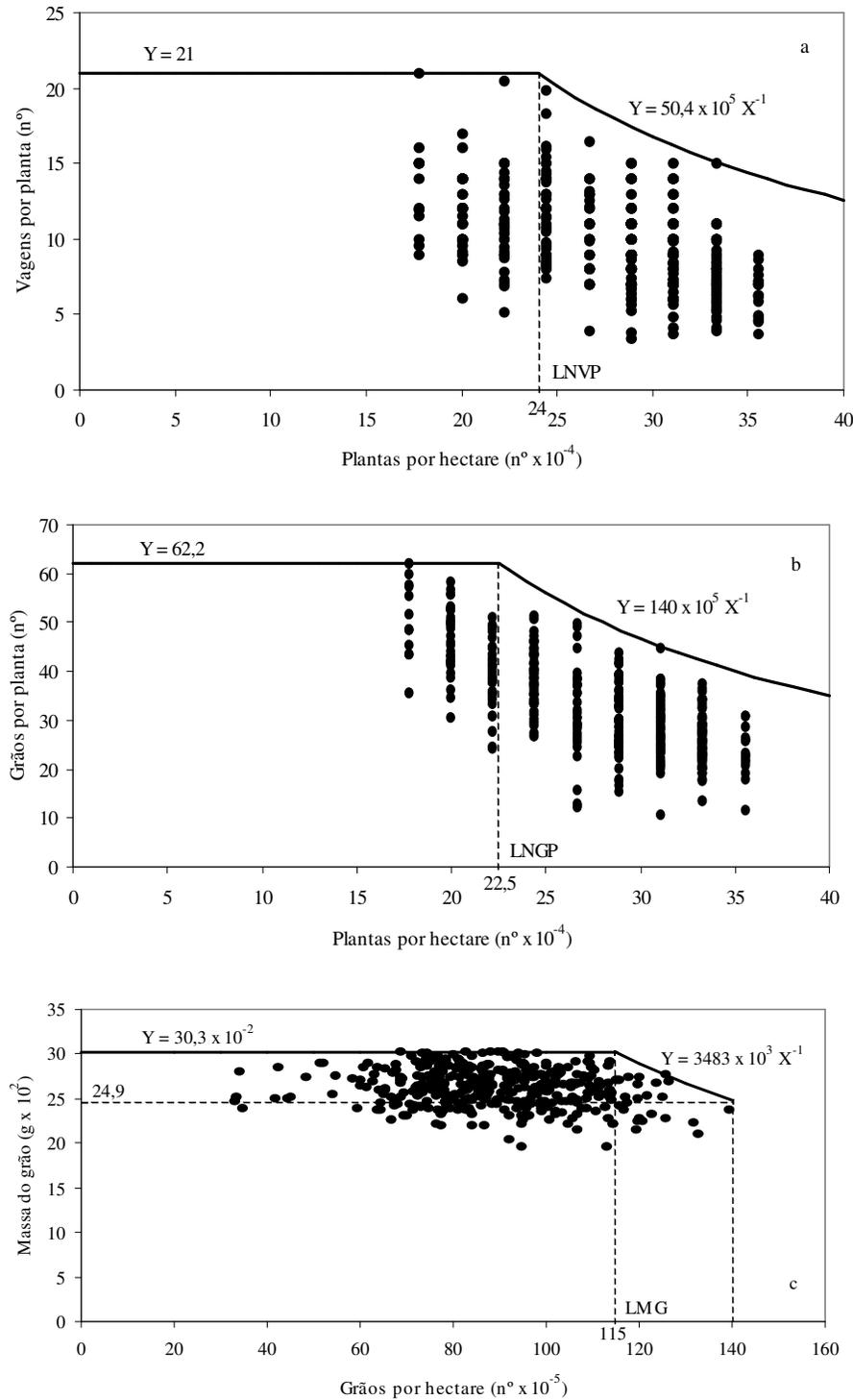


Figura 1. Linhas limites das relações entre componentes da produtividade de grãos do feijoeiro comum. LNVP - limite de competição para o número de vagens por planta, LNGP - limite de competição para o número de grãos por planta e LMG - limite de competição para a massa dos grãos.

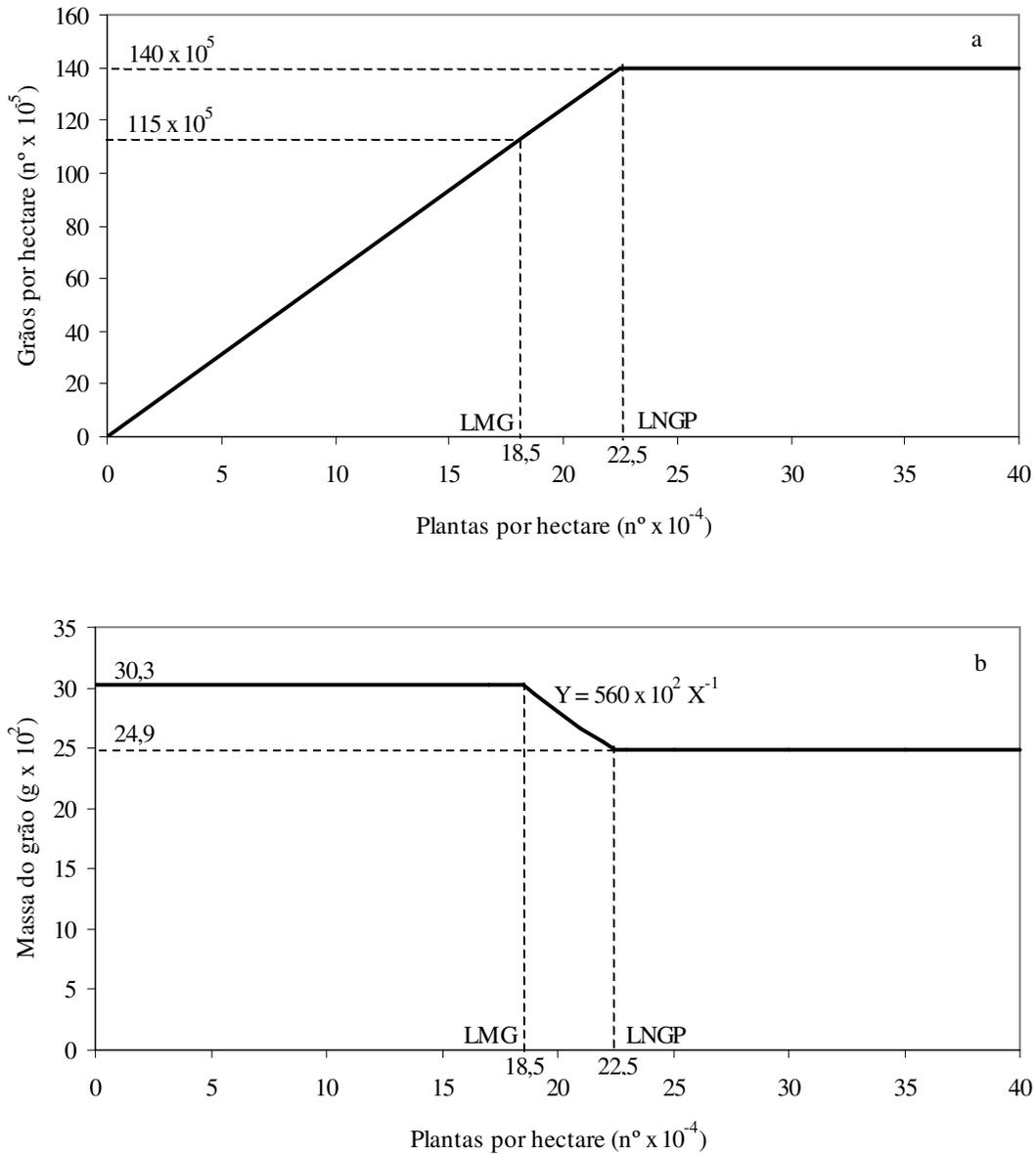


Figura 2. Expressão do limite de competição para o número de grãos por planta (LNGP) e para a massa do grão (LMG), e do número de grãos por hectare e da massa dos grãos, como função da população de plantas de feijoeiro.

As populações limites estão relacionadas com o estágio de desenvolvimento no qual o componente da produtividade é estabelecido. O número de vagens por planta é determinado entre a pré-floração e o início da floração, quando o dossel ainda não está completamente fechado. O número de grãos por planta, por sua vez, é determinado quando o dossel está fechado e a demanda da planta por recursos externos é alta. O limite de competição para a massa dos grãos é ainda menor, indicando competição mais intensa. Isto pode ser devido à

senescência progressiva da folhagem, que reduz a eficiência de utilização da radiação interceptada, causando aumento da competição por assimilados entre os grãos, devido à limitação do suprimento.

Verifica-se que abaixo de LMG não há competição entre plantas (Figura 2b). O número de grãos por planta e a sua massa unitária são independentes da população de plantas, com a qual a produtividade está relacionada linearmente. Entre LMG e LNGP, o número de vagens por planta e o número de grãos por planta permanecem constantes

(Figuras 1a e 1b), mas o número de grãos por hectare aumenta com a população de plantas (Figura 2a), enquanto a massa do grão decresce (Figura 2b). A produtividade máxima não aumenta mais (Figura 3). Acima de LNGP, o número de grãos por planta decresce com o aumento da população de plantas (Figura 1b), a massa do grão e o número de grãos por hectare se estabilizam (Figuras 2a e 2b), e a produtividade é constante (Figura 3). Acima de LNVP, o número de vagens por planta decresce com o aumento da população de plantas (Figura 1a), mas sem afetar a produtividade (Figura 3). O platô da curva de produtividade (Figura 3) corresponde ao maior valor máximo da produtividade, o qual teoricamente é igual a produtividade devida à radiação.

Existe grande plasticidade entre os componentes da produtividade de grãos do feijoeiro, resultando em capacidade de compensação, o que faz com que a produtividade de grãos mantenha-se estável em uma ampla faixa de população de plantas

(SOUZA et al., 2002), como observado nesse trabalho. Esse resultado está de acordo com os obtidos por Valério et al. (1999) e Souza et al. (2002), que verificaram que a produtividade de grãos da cultivar Pérola manteve-se estável em uma faixa de população de plantas variando, respectivamente, de 180.000 a 300.000 plantas ha⁻¹ e de 100.000 a 400.000 plantas ha⁻¹.

A curva calculada para a produtividade máxima a partir da população de plantas foi comparada com a produtividade observada (Figura 3). A nuvem de dados foi subdividida em setores de acordo com a redução relativa da produtividade em relação ao máximo (<1,0; <0,8; <0,6 de Y_{MAX}) e os limites de competição. As cinco maiores produtividades foram observadas em populações de plantas entre 240.000 (LNVP) e 330.000 plantas ha⁻¹. Com duas exceções, o valor de 0,8Y_{MAX} só foi excedido acima de LMG. Em somente 17,8% das parcelas a produtividade superou 0,8Y_{MAX} e, em 51,3%, situou-se entre 0,6 e 0,8Y_{MAX}.

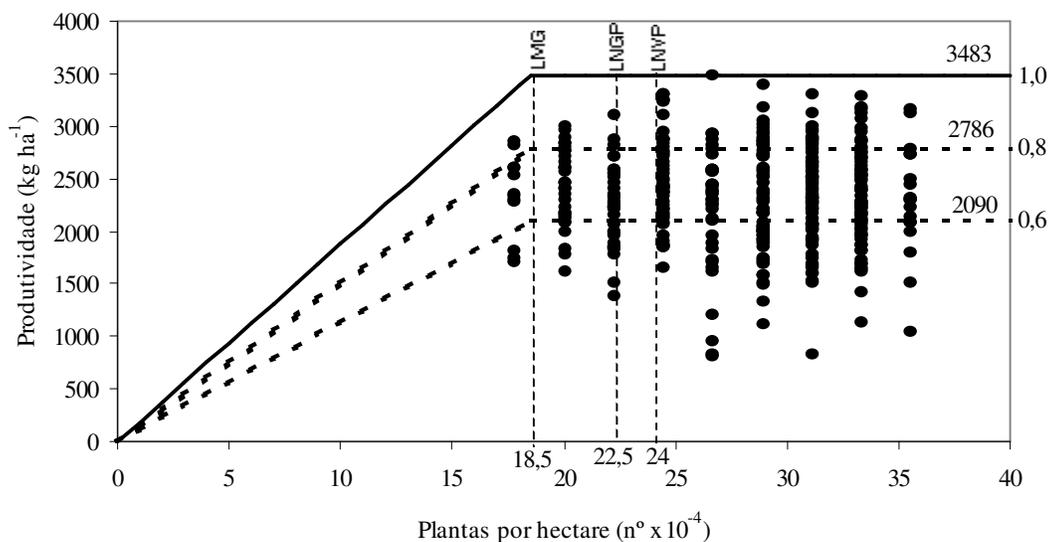


Figura 3. Produtividades de grãos do feijoeiro comum medidas e máxima calculada. Distribuição em relação aos limites de competição e à porcentagem de atingimento da produtividade teórica. LMG - limite de competição para a massa dos grãos, LNGP - limite de competição para o número de grãos por planta e LNVP - limite de competição para o número de vagens por planta.

CONCLUSÕES

Quanto mais tarde no ciclo for o período de formação do componente da produtividade do feijoeiro, mais baixa é a população de plantas na qual ele é submetido à competição.

As populações de plantas limites para número de vagens e de grãos por planta, e massa

dos grãos da cultivar Pérola são, respectivamente, 240.000, 225.000 e 185.000 plantas ha⁻¹.

A produtividade máxima do feijoeiro pode ser alcançada em uma ampla faixa de populações de plantas a partir de 185.000 plantas ha⁻¹, devido a capacidade compensatória dos componentes da produtividade. Abaixo desse valor, a produtividade correlaciona-se positivamente com a população de plantas, sem a possibilidade de compensação.

ABSTRACT: Data of an experiment conducted at Embrapa Rice & Beans during five years were used to establish the competition limits of grain yield components of common bean cultivar Pérola. Yield was broken down into three components, number of plants ha^{-1} (NP) and of grains per plant (NGP), and grain weight (GW). The maximum value for each component (M), under local conditions, is defined from the values that the previous components have reached. These values establish the competition level for resources that a growing component undergoes. Competition begins beyond a critical value (L) of NP. An upper boundary line was defined on the base of NP for each component. It was formed by an horizontal line and an hyperbola. The maximum values of number of pods per plant (NPP), NGP, GW and grain yield were, respectively, 21, 62.2, 0.303 g, and 3,483 kg ha^{-1} . The latter in the cycle a component was determined, the lower the competition limit L, that was equal to 240,000; 225,000; and 185,000 plants ha^{-1} , respectively for NPP, NGP, and GW. The maximum grain yield ($Y_{M/NP}$) increased with NP up to a first competition limit. Subsequently, adjustments occurred between successive components, stabilizing $Y_{M/NP}$ across levels of NP.

KEYWORDS: *Phaseolus vulgaris*. Plant population. Pods per plant. Grains per plant. Grain weight.

REFERÊNCIAS

- MEIRELES, E. J. L.; PEREIRA, A. R.; SENTELHAS, P. C.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, F. J. P. Risco climático de quebra de produtividade da cultura do feijoeiro em Santo Antônio de Goiás, GO. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 1, p. 163-171, 2003.
- SIBAND, P.; WEY, J.; OLIVER, R.; LETOURMY, P.; MANICHON, H. Analysis of the yield of two groups of tropical maize cultivars. Varietal characteristics, yield potentials, optimum densities. **Agronomie**, Paris, v. 19, n. 5, p. 379-394, 1999.
- SILVEIRA NETO, A. N. da. **Efeitos de preparo e rotação de culturas em atributos do solo e na produtividade do feijoeiro irrigado**. 2004. 77p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2004.
- SOUZA, A. B. de; ANDRADE, M. J. B. de; MUNIZ, J. A.; REIS, R. P. Populações de plantas e níveis de adubação e calagem para o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em um solo de baixa fertilidade. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 1, p. 87-98, 2002.
- VALÉRIO, C. R.; ANDRADE, M. J. B de; FERREIRA, D. F. Comportamento das cultivares de feijão Aporé, Carioca e Pérola em diferentes populações de plantas e espaçamento entre linhas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 3, p. 515-528, 1999.
- WEY, J.; OLIVER, R.; MANICHON, H.; SIBAND, P. Analysis of local limitations to maize yield under tropical conditions. **Agronomie**, Paris, v. 18, n. 8/9, p. 545-561, 1998.