

AVALIAÇÃO DE ESPAÇAMENTOS E POPULAÇÕES DE PLANTAS DE FEIJÃO VISANDO À COLHEITA MECANIZADA DIRETA¹

FERNANDO LUIZ HORN², LUIS OSMAR BRAGA SCHUCH³, EXPEDITO PAULO SILVEIRA⁴,
IRAJÁ FERREIRA ANTUNES⁵, JOSÉ CAVALCANTE VIEIRA⁵, GELSO MARCHIORO⁶,
DENER FÁBIO MEDEIROS⁷ e JOSÉ ERNANI SCHWENGBER⁸

RESUMO - O trabalho foi conduzido na safra 1992/93, no Centro Agropecuário Palma (CAP)/Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), objetivando avaliar o efeito da variação do espaçamento entre linhas e da população de plantas sobre características agrônomicas relacionadas com a colheita mecanizada de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Foram testados três espaçamentos entre linhas (25, 50 e 75 cm) e quatro populações de plantas/ha (100, 200, 350 e 500 mil), utilizando como reagente a cultivar Pampa, de hábito de crescimento indeterminado, tipo II. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições. Somente ocorreu interação entre os fatores para o índice de acamamento, onde o aumento da população tendeu a reduzi-lo. A combinação do maior espaçamento com a menor população provocou o maior acamamento. A redução no espaçamento entre linhas, apesar de reduzir a altura de plantas, a altura de inserção de vagens e o rendimento de grãos, provocou aumento na altura da ponta da vagem mais baixa até o solo, e redução na porcentagem de plantas com vagens encostando no solo. O aumento na população de plantas, apesar de não afetar a maioria das características agrônomicas das plantas, provocou redução na porcentagem de plantas com vagens encostando no solo, e não provocou modificações no rendimento de grãos.

Termos para indexação: *Phaseolus vulgaris*, acamamento, inserção de vagens.

SPACING AND PLANT POPULATION FOR DRY BEAN HARVEST MECHANIZATION

ABSTRACT - The experiment was conducted in 1992/93 season at Centro Agropecuário da Palma (CAP) of the Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), in Pelotas, Brazil, to evaluate the effect of spacing variations between rows and plant populations on agronomic characteristics related to mechanized harvest for dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Three different row spacing (25, 50 and 75 cm) and four different plant populations/ha (100, 200, 350 and 500 thousand) were used, utilizing the cultivar Pampa, indeterminate growth habit type II as reagent. The field trial was in randomized blocks, with four replications. Positive interaction between factors was observed for the lodging index, where the increase in the plant population tended to reduce it. The combination of larger spacing with smaller plant population resulted in a higher lodging index. The reduction in the row spacings, in spite of reducing the plant height, the pod insertion height and the grain yield, resulted in an increase of the lowest pod tip height and in a reduction of the percentage of plants with pods touching the soil surface. The increase in the plant population, despite of not affecting the majority of the agronomic characteristics of the plant, resulted in a reduction of the percentage of plants with pods touching the soil and did not cause any alteration in the grain yield.

Index terms: *Phaseolus vulgaris*, lodging index, pod insertion.

¹ Aceito para publicação em 11 de maio de 1999.

Extraído da Dissertação de Mestrado apresentada pelo primeiro autor à Universidade Federal de Pelotas.

² Eng. Agrôn., M.Sc., Dep. de Fitotecnia (DFT), Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel" (FAEM), Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Caixa Postal 354, CEP 96001-970 Pelotas, RS.

³ Eng. Agrôn., Dr., Prof. Adjunto, DFT-FAEM-UFPEL. E-mail: lobs@ufpel.tche.br

⁴ Eng. Agrôn., M.Sc., Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado (CPATB), Caixa Postal 403, CEP 96001-970 Pelotas, RS.

⁵ Eng. Agrôn., Dr., Embrapa-CPATB.

⁶ Eng. Agrôn., M.Sc., UFPEL.

⁷ Eng. Agrôn., UFPEL.

⁸ Eng. Agrôn., M.Sc., aluno do curso de Doutorado, DFT-FAEM-UFPEL. E-mail: jernani@ufpel.tche.br

INTRODUÇÃO

O maior problema para o cultivo do feijão, em lavouras empresariais, reside na dificuldade de mecanização da colheita, devido às elevadas perdas que ocorrem no processo. Isso acontece porque a maioria das cultivares de feijão existentes atualmente possuem baixa altura de inserção de vagens, concentradas nos 2/3 inferiores da planta, e também altos índices de acamamento (Silva & Bevitori, 1994). Isso impede a utilização de colheitadeiras tradicionais em face das elevadas perdas com a operação de colheita (Alcântara et al., 1991). Apesar disso, na atualidade, número significativo de produtores rurais demonstram grande interesse na implantação da cultura do feijão e no uso de novas tecnologias que viabilizem a produção em termos empresariais.

A planta ideal de feijão para colheita mecanizada, conforme Simone et al. (1992), é a que tem a altura superior a 50 cm; de porte ereto do tipo I ou II; resistência ao acamamento; ramificação compacta, com três ou quatro ramificações primárias, cujo ângulo de inserção seja agudo, positivo; vagens concentradas sobre o ramo principal e sobre os 2/3 superiores da planta; vagens indeiscentes com não mais de 6 a 8 cm de comprimento; maturação uniforme e boa desfolha natural por ocasião da colheita.

A pesquisa tem obtido alguns sucessos quanto à mecanização da colheita do feijoeiro, mediante a adaptação dos equipamentos e do melhoramento genético do feijoeiro. Outra alternativa seria provocar modificações na arquitetura da planta por meio de práticas de manejo da cultura. Na cultura da soja, que apresenta similaridades com o feijão quanto à arquitetura, manejo de cultivo e hábitos de crescimento, já está bem definido que altura de planta, altura de inserção das primeiras vagens e índice de acamamento, normalmente aumentam com o aumento na população de plantas (Costa Val et al., 1971; Queiroz, 1975; Espindola, 1978).

Pouca atenção tem sido dada à cultura do feijão quanto ao efeito de práticas de manejo sobre as características agrônômicas relacionadas à colheita mecanizada. Alcântara et al. (1991) observaram que o aumento da população de plantas aumentou a altura de inserção de vagens, enquanto Medina (1992) não observou efeito da população sobre a

altura de inserção da primeira vagem. Dutra et al. (1977) verificaram que o aumento do espaçamento reduziu a altura de inserção da primeira vagem e aumentou a altura das plantas. Cunha & Oliveira (1978) constataram que a variação na população de plantas não afetou a altura das plantas. Já Moura et al. (1977) verificaram que o espaçamento não afetou a altura das plantas. A cultura do feijão mostra-se tolerante a uma grande variação na população de plantas/ha sem sofrer alterações no rendimento de grãos. Dariva et al. (1975) não encontraram efeito de variação no espaçamento sobre o rendimento de grãos, enquanto Santa Cecília et al. (1974) e Rocha (1991) constataram que a redução do espaçamento aumentou o rendimento.

O presente estudo objetivou avaliar o efeito do espaçamento entre linhas e da população de plantas sobre as características agrônômicas relacionadas com a mecanização da colheita.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área experimental do Centro Agropecuário da Palma/UFPEL, Município de Capão do Leão, RS. Usou-se a cultivar de grão preto Pampa, que apresenta hábito de crescimento indeterminado, Tipo II (Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1981), em todas as combinações de três espaçamentos entre linhas (25, 50 e 75 cm) com quatro populações de plantas/ha (100, 200, 350 e 500 mil). O delineamento experimental foi um fatorial 3x4 distribuído em blocos casualizados, com quatro repetições. As parcelas foram compostas por 11, 6 e 5 linhas de 4 m de comprimento para os espaçamentos 25, 50 e 75 cm entre linhas, proporcionando áreas úteis de 5,25, 6,0 e 6,75 m², respectivamente.

A semeadura foi realizada no dia 24/10/1992, e as sementes foram distribuídas equidistantemente na linha de semeadura, de forma manual, nas proporções adequadas para a obtenção das populações desejadas. Os tratamentos culturais empregados na condução do experimento foram os normalmente recomendados para a cultura.

Por ocasião da maturação das plantas foi determinado, no campo, o índice de acamamento, utilizando-se uma escala visual de 1 a 9, em que: 1 - significava todas as plantas eretas; 2 - poucas plantas caídas ou todas as plantas levemente inclinadas; 3 - 25% das plantas caídas ou todas as plantas inclinadas em torno de 25 graus; 5 - 50% das plantas caídas ou todas as plantas inclinadas 45 graus; 7 - 75% das plantas caídas, ou todas inclinadas

em torno de 65 graus; 8 - poucas plantas não caídas ou todas as plantas quase tocando o solo; 9 - todas as plantas caídas (Antunes & Silveira, 1993). Também, nesse momento, foram determinados, em 20 plantas colhidas ao acaso em cada parcela, a porcentagem de plantas com vagens encostando no solo, e com o auxílio de uma régua graduada determinou-se a distância da ponta da vagem mais baixa até o solo (cm), a altura da planta (cm) e a altura de inserção da primeira vagem (cm). Nestas últimas determinações, usaram-se 10 plantas colhidas ao acaso na área útil de cada parcela. O rendimento de grãos foi padronizado para 13% de umidade e convertido em kg/ha.

Todas as variáveis foram submetidas à análise da variância e de regressão polinomial. As análises estatísticas foram realizadas através do Sistema de Análise Estatística para Microcomputadores (SANEST) (Zonta & Machado, 1986).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em nenhuma característica avaliada ocorreu interação significativa entre os fatores espaçamento entre linhas e população de plantas (Tabela 1), a não ser no índice de acamamento ($P < 0,05$).

Nota-se, pela Fig. 1, que houve uma tendência de redução no acamamento das plantas nos espaçamentos testados, fato mais visível no espaçamento de 75 cm. No espaçamento de 50 cm não houve efeito da variação na população de plantas. No

espaçamento de 25 cm, porém, observa-se que o índice de acamamento foi mais alto na população de 100 mil plantas/ha, não diferindo entre os outros níveis de população. Nas populações mais baixas observam-se diferenças nos índices de acamamento entre os espaçamentos, porém não ocorreu nas populações mais altas, e ocorreu maior acamamento na combinação do maior espaçamento com a menor população de plantas.

Quanto à altura das plantas, a análise de variância mostrou diferenças significativas apenas do efeito do espaçamento entre linhas (Tabela 1). Observa-se, na Fig. 2, que ocorreu aumento linear da altura das plantas com o aumento do espaçamento, fato também observado por Dutra et al. (1977). Já Moura et al. (1977) constataram que o espaçamento não afeta a altura de feijoeiros, enquanto Cunha & Oliveira (1978) não encontraram efeito de população.

Em relação à porcentagem de plantas que encostam as vagens no solo, a análise da variância mostrou efeito significativo do espaçamento entre linhas e da população de plantas (Tabela 1). O efeito do espaçamento foi linear, e cresceu com o efeito do espaçamento (Fig. 3). O aumento de 25 para 50 cm entre linhas provocou um acréscimo de 3,5%, ao passo que, quando passou para 75 cm entre linhas, o aumento foi de 28,4%. O aumento da população de plantas provocou uma redução linear na porcenta-

TABELA 1. Análise de variância do índice de acamamento (IA) (escala de notas: 1 - 9), altura da planta (AP) (cm), porcentagem de plantas que encostam as vagens no solo (PEVS) (%), altura da inserção da primeira vagem (AV) (cm), altura da ponta da vagem mais baixa até o solo (APS) (cm) e rendimento de grãos (RG) (kg/ha) em feijoeiros (cultivar Pampa) submetidos a variação no espaçamento entre linhas e na população de plantas. CAP/UFPel, Pelotas, RS, Safra 92/93.

Causa da variação	GL	Quadrado médio					
		IA	AP	PEVS	AV	APS	RG
Blocos	3	-	-	-	-	-	-
Espaçamento	2	6,5208**	145,7858*	1.953,64**	11,17**	16,83**	96.390,15*
População	3	4,8542**	8,9511 ^{ns}	150,00 ^{ns}	7,36*	0,45 ^{ns}	12.187,71 ^{ns}
Esp. x Pop.	6	1,4375*	67,2453 ^{ns}	93,23 ^{ns}	2,74 ^{ns}	0,97 ^{ns}	35.161,38 ^{ns}
Resíduo	33	0,4451	35,5696	66,04	1,73	0,42	24.907,52
Total	47	-	-	-	-	-	-
Média	-	2,15	47,09	15,83	15,87	3,60	1056,04
CV (%)	-	31,09	12,67	51,32	8,29	17,99	14,95

^{ns}, * e ** Não-significativo e significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

gem de plantas com vagens encostando no solo (Fig. 4).

Quanto à altura da inserção da primeira vagem, a análise de variância mostrou significância estatística quanto aos fatores espaçamento e população (Tabela 1). O aumento do espaçamento entre linhas aumentou linearmente a altura da inserção da primeira vagem (Fig. 5). Dutra et al. (1977) constataram o contrário. Para a população de plantas não se observa um efeito consistente sobre a altura da inserção da primeira vagem, apenas uma pequena tendência de acréscimo (Fig. 6). Também Moura et al. (1977) e Medina (1992) não encontraram efeito da variação na população de plantas sobre a altura da inserção das vagens. No entanto, outros trabalhos têm demonstrado tendência de acréscimo na altura da inserção das vagens, com o aumento na população de plantas (Alcântara et al., 1991).

Quanto à altura da ponta da vagem mais baixa até o solo, verifica-se, pela análise da variância, que houve efeito significativo apenas do espaçamento (Tabela 1). O aumento do espaçamento entre linhas provocou redução linear nesta variável, e o efeito foi mais acentuado nos espaçamentos mais largos (Fig. 7).

O rendimento de grãos foi afetado significativamente apenas pelo espaçamento (Tabela 1). Observa-se, na Fig. 8, que o aumento no espaçamento

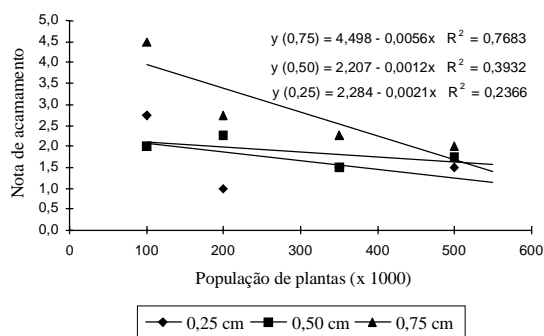


FIG. 1. Índice de acamamento (escala 1 a 9) em feijoeiro (cultivar Pampa) submetido à variação no espaçamento entre linhas e na população de plantas. CAP/UFPel, Pelotas, RS, Safra 92/93.

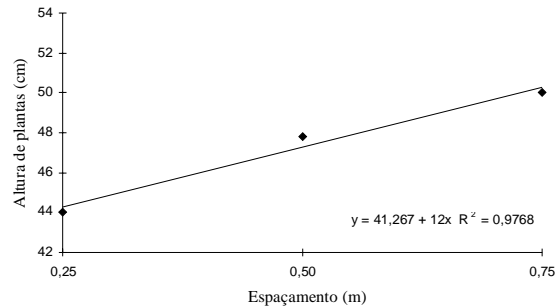


FIG. 2. Altura de plantas em feijoeiro (cultivar Pampa) submetido à variação no espaçamento entre linhas (médias de quatro populações de plantas). CAP/UFPel, Pelotas, RS, Safra 92/93.

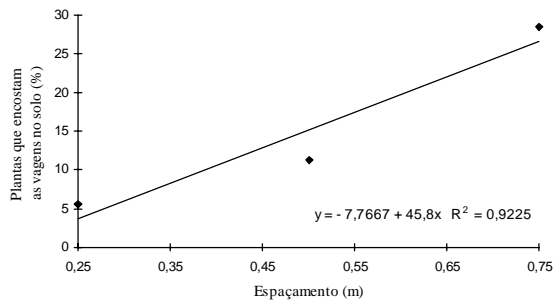


FIG. 3. Porcentagem de plantas encostando vagens no solo em feijoeiro (cultivar Pampa) submetido à variação no espaçamento entre linhas (médias de quatro populações de plantas). CAP/UFPel, Pelotas, RS, Safra 92/93.

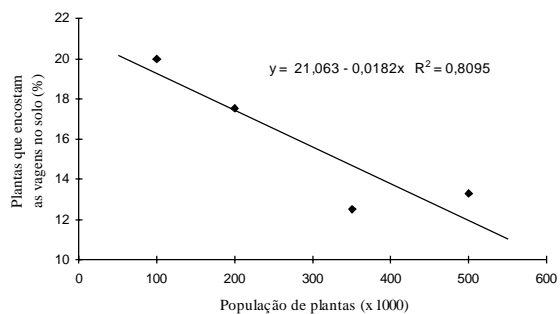


FIG. 4. Porcentagem de plantas encostando vagens no solo em feijoeiro (cultivar Pampa) submetido à variação na população de plantas (médias de três espaçamentos entre linhas). CAP/UFPel, Pelotas, RS, Safra 92/93.

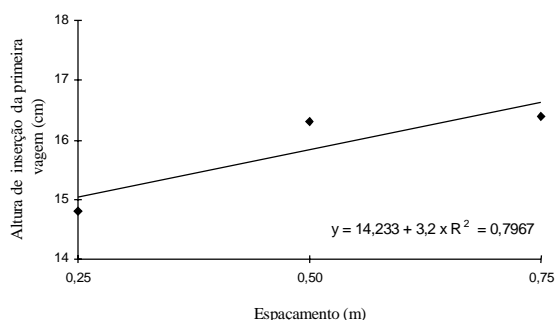


FIG. 5. Altura da inserção da primeira vagem em feijoeiro (cultivar Pampa) submetido à variação no espaçamento entre linhas (médias de quatro populações de plantas). CAP/UFPel, Pelotas, RS, Safra 92/93.

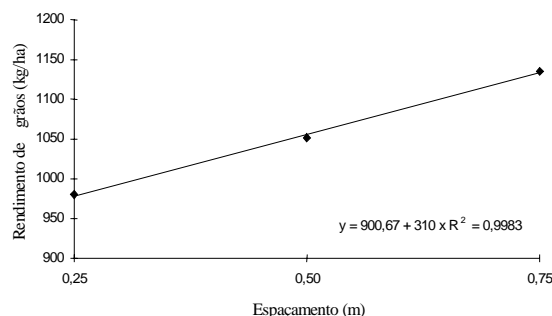


FIG. 8. Rendimento de grãos em feijoeiro (cultivar Pampa) submetido à variação no espaçamento entre linhas (médias de quatro populações de plantas). CAP/UFPel, Pelotas, RS, Safra 92/93.

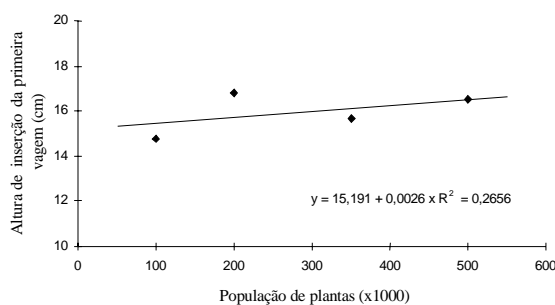


FIG. 6. Altura da inserção da primeira vagem em feijoeiro (cultivar Pampa) submetido à variação na população de plantas (médias de três espaçamentos entre linhas). CAP/UFPel, Pelotas, RS, Safra 92/93.

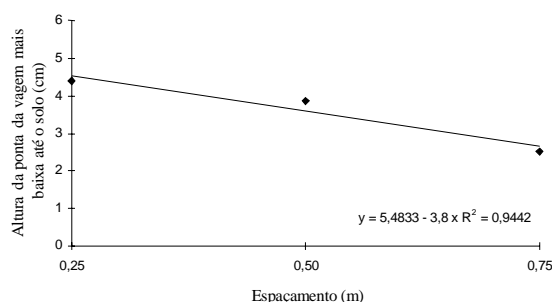


FIG. 7. Altura da ponta da vagem mais baixa até o solo em feijoeiro (cultivar Pampa) submetido à variação no espaçamento entre linhas (médias de quatro populações de plantas). CAP/UFPel, Pelotas, RS, Safra 92/93.

provocou aumento linear no rendimento de grãos, passando de 977 kg/ha para 1.132 kg/ha. Outros autores, porém, como Dariva et al. (1975), não encontraram efeito da variação no espaçamento entre linhas sobre o rendimento de grãos. Também Santa Cecilia et al. (1974) e Rocha (1991) constataram reduções nos rendimentos de grãos com o aumento do espaçamento entre linhas.

CONCLUSÕES

1. A combinação do maior espaçamento com a menor população provoca o maior índice de acamamento.
2. A redução no espaçamento entre linhas reduz a altura das plantas, a altura da inserção das vagens e o rendimento de grãos mas provoca aumento na altura da ponta da vagem mais baixa até o solo, e redução na porcentagem das plantas encostando vagens no solo.
3. O aumento na população de plantas não afeta a maioria das características agrônômicas das plantas, porém provoca redução na porcentagem de plantas encostando vagens no solo, não provocando modificações no rendimento de grãos.
4. A altura das plantas e a altura da inserção da primeira vagem, medida após a arranca das plantas, não servem como critérios para a avaliação da seleção de plantas para a colheita mecanizada.

REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, J.P.; RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.; SANTOS, J.B. Avaliação de cultivares de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em diferentes densidades de semeadura e condições de ambiente. **Ciência e Prática**, Lavras, v.15, n.4, p.331-428, 1991.
- ANTUNES, I.F.; SILVEIRA, E.P. **Feijão**: manual de campo. Pelotas : Embrapa-CPACT, 1993. 7p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. **Morfología de la planta del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)**: guia de estudio. Cali, 1981. 50p.
- COSTA VAL, N.M. da; BRANDÃO, S.S.; GALVÃO, J.D.; GOMES, F.R. Efeito do espaçamento entre fileiras e da densidade na fileira sobre a produção de grãos e outras características da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Experientiae**, Viçosa, v.12, n.12, p.431-476, 1971.
- CUNHA, J.M. da; OLIVEIRA, A.F.F. de. Estudo sobre fertilidade e densidade de semeio de feijão. In: EPAMIG. **Projeto feijão**: Relatório 73/75. Belo Horizonte, 1978. p.18-20.
- DARIVA, T.; JOBIM, J.D.C.; SILVA, M.D. da. Efeito do espaçamento e da densidade de plantio sobre o rendimento de grãos na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v.5, n.4, p.259-264, 1975.
- DUTRA, L.G.; RIBEIRO, M.J. del P.; MORAES, E.A.; BRAGA, T.M. Da resposta diferencial de duas variedades de feijão a interação entre níveis de fósforo, espaçamento entre fileiras e densidade nas fileiras sobre a produção de grãos e outras características agrônômicas da cultura. In: EMGOPA (Goiânia, GO). **Relatório técnico UEPAE-1**. Goiânia, 1977. p.44-45.
- ESPINDOLA, E.A. **Resposta de três cultivares de soja *Glycine max* (L.) Merrill à população de plantas, correção da acidez e adubação do solo**. Pelotas : UFPel, 1978. 105p. Dissertação de Mestrado.
- MEDINA, S.G. **Estudio de la densidad de siembra óptima para producción de semilla de poroto Alubia em primavera, bajo riego**. Salta : INTA, 1992. 30p.
- MOURA, R.L. de; COSTA, M.S.S.; ROMILDO, E.P.; MENDES, C.V. Efeitos da adubação nitrogenada, do espaçamento e densidade de semeadura sobre o rendimento do feijão. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO FEIJÃO, 14., 1977, Porto Alegre. **Ata**. Porto Alegre : IPAGRO, 1977. p.79-86.
- QUEIROZ, E.F. **Efeito da época de plantio e população sobre o rendimento e outras características agrônômicas de quatro cultivares de soja, *Glycine max* (L.) Merrill**. Porto Alegre : UFRGS, 1975. 108p. Dissertação de Mestrado.
- ROCHA, J.A.M. **Produção de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado em populações variáveis quanto ao número e ao arranjo de plantas**. Piracicaba : USP-ESALQ, 1991. 48p. Dissertação de Mestrado.
- SANTA CECILIA, F.C.; RAMALHO, M.A.P.; SOUZA, A.F. de. Efeitos do espaçamento de plantio na cultura do feijão. **Agros**, Lavras, v.4, n.1, p.11-21, 1974.
- SILVA, C.C. da; BEVITORI, R. Colheita e beneficiamento de feijão. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.17, n.178, p.54-63, 1994.
- SIMONE, M. de; FAILDE, V.; GARCIA, S.; PANADERO, P.C. **Adaptación de variedades y líneas de judías secas (*Phaseolus vulgaris* L.) a la recolección mecánica directa**. Salta : INTA, 1992. 5p.
- ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. **Sistema de análise estatística para microcomputadores "SANEST"**. Pelotas : UFPel, Instituto de Física e Matemática, 1986. 150p.