INFLUÊNCIA DA DENSIDADE DE POPULAÇÃO SOBRE A PRODUÇÃO
EM VARIEDADES DE FEIJÃO DE VAGEM (*Phaseolus vulgaris* L.)
DE PORTE BAIXO

JOSÉ MILTON VILLAMIL LUCAS
Engenheiro Agrônomo

Orientador. Prof. Dr. KEIGO MINAMI LAM

Dissertação apresentada à Escola
Superior de Agricultura "Luiz de
Queiroz", da Universidade de São
Paulo, para obtenção do título
de Mestre em Agronomia, Área de
Concentração: Fitotecnia.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Maio / 1987

-
- V715i Villamil Lucas, José Milton.
Influência da densidade de população sobre a produção em variedades de feijão de vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) de porte baixo. Piracicaba, 1987.
69p. ilus.
- Diss. (Mestre) - ESALQ
Bibliografia.
1. Feijão - Densidade Populacional 2. Feijão - Produção. 3. Feijão - variedade. 4. Dissertação.
I. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

CDD 635.652

INFLUENCIA DA DENSIDADE DE POPULAÇÃO SOBRE A PRODUÇÃO
EM VARIEDADES DE FEIJÃO DE VAGEM (*Phaseolus vulgaris* L.)
DE PORTE BAIXO

José Milton Villamil Lucas

Aprovada em 02.07.1987

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Antonio Augusto Luccheci	ESALQ/USP
Prof. Dr. Keigo Minami	ESALQ/USP
Prof. Dr. Edmar Furquim Cabral de Vasconcellos	ESALQ/USP

Prof. Dr. Keigo Minami
Orientador

A minha esposa Amália,
e aos meus filhos
Maria José e Andrê

DEDICO.

A memória de Santiago

minha homenagem.

AGRADECIMENTOS

- Ao Prof. Dr. Keigo Minami pela orientação da dissertação.
- Aos Professores: Dr. Edmar Furquim Cabral de Vasconcellos e Dr. Antonio Augusto Lucchesi pelas sugestões durante os trabalhos de campo e laboratório.
- Aos colegas do Setor de Horticultura pelos incentivos.
- A José Baraibar Lucas e Lindolfo V. Ferreira Filho pela ajuda na instalação e condução do experimento de campo.
- Aos colegas da Est. Exp. Las Brujas, pelos incentivos.
- Ao Departamento Técnico de CALAGUA, pelo fornecimento das sementes das variedades.
- Ao CNPq e OEA pelo apoio financeiro.
- A todos que direta ou indiretamente contribuíram para que o presente trabalho fosse realizado.

SUMÁRIO

Página

RESUMO	ix
SUMMARY	x
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DA LITERATURA	03
2.1. Competição	03
2.2. Influência da densidade de população sobre o rendimento	05
2.3. Influência da densidade de população sobre a qualidade de produção	09
2.4. Influência da densidade de população sobre o rendimento e a qualidade de feijão de va gem	13
3. MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1. Características da área experimental	16
3.2. Variedades, época de plantio e colheita ..	17
3.3. Tratos culturais	17
3.4. Delineamento, tratamentos e parâmetros ...	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1. Comportamento das variedades	23
4.2. Efeito da densidade	40
5. CONCLUSÕES	56
LITERATURA CITADA	58

LISTA DE FIGURAS

FIGURA Nº		Página
01	Esquema de um delineamento sistemático semelhante ao usado no experimento	19
02	Escala para a ponderação da forma seção transversal e cor das vagens	21
03	Distribuição do rendimento, como percentagem, da variedade Tendercrop, em função do tempo transcorrido após sementeira, e para cada densidade	26
04	Distribuição do rendimento, como percentagem da variedade Contender, em função do tempo transcorrido após sementeira, e para cada densidade	27
05	Distribuição do rendimento, como percentagem da variedade Gallatin 50, em função do tempo transcorrido após sementeira, e para cada densidade	28
06	Distribuição do rendimento, como percentagem, da variedade Early Gallatin, em função do tempo transcorrido após sementeira, e para cada densidade	29
07	Distribuição do rendimento, como percentagem, da variedade Harvester, em função do tempo transcorrido após sementeira e para cada densidade	30

FIGURA Nº

Página

08	Distribuição do rendimento, como percentagem, da variedade Eagle, em função do tempo transcorrido após sementeira e para cada densidade	31
09	Distribuição do rendimento, como percentagem acumulado aos 48, 58, 68 e 78 dias após sementeira em uma densidade de população de 5 plantas/m ²	52
10	Distribuição do rendimento como percentagem acumulado aos 48, 58, 68 e 78 dias após sementeira em uma densidade de população de 28 plantas/m ²	53

LISTA DE TABELAS

TABELA Nº		Página
01	Rendimento (t/ha), número médio de vagens por hectare, número médio de vagens por planta e número médio de sementes por vagem de seis variedades de feijão de vagem. Piracicaba, 1985.	24
02	Altura média da planta, número médio de dias da primeira flor, altura média da primeira vagem, número médio de dias de colheita e índice de área foliar na última colheita de seis variedades de feijão de vagem. Piracicaba, 1985	33
03	Diâmetro e comprimento médio de vagem, e percentagem de vagens retas de seis variedades de feijão de vagem, Piracicaba, 1985.	36
04	Peso médio, forma e cor das vagens e cor das sementes de 6 variedades de feijão de vagem. Piracicaba, 1985	39
05	Efeito da densidade de população sobre o rendimento (t/ha), número médio de vagens por hectare, número médio de vagens por planta e número médio de sementes por vagem. Piracicaba, 1985	41

TABELA Nº

Página

06	Efeito da densidade de população sobre a altura média da planta, número médio de dias da primeira flor, altura média da primeira vagem, número médio de dias da colheita e índice de área foliar na última colheita de feijão de vagem. Piracicaba, 1985	43
07	Efeito da densidade de população sobre o diâmetro e comprimento médio de vagem e percentagem de vagens retas de feijão de vagem. Piracicaba, 1985	47
08	Efeito da densidade de população sobre o rendimento (t/ha) de seis variedades de feijão de vagem. Piracicaba, 1985	48

INFLUÊNCIA DA DENSIDADE DE POPULAÇÃO SOBRE A PRODUÇÃO EM
VARIEDADES DE FEIJÃO DE VAGEM (*Phaseolus vulgaris* L.)
DE PORTE BAIXO

Autor: JOSÉ MILTON VILLAMIL LUCAS

Orientador: Prof. Dr. KEIGO MINAMI

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo estudar o comportamento de um grupo de variedades de feijão de vagem de crescimento determinado, assim como a influência da densidade de população sobre a produção das mesmas, visando a promoção desta cultura como alimento in natura ou industrializado.

As variedades usadas foram: Contender, Tendercrop, Gallatin 50, Early Gallatin, Harvester e Eagle.

Utilizou-se o delineamento sistemático de NELDER (1962), modificado, blocos casualizados, 3 repetições e 11 plantas por parcela.

As melhores variedades foram: Contender, Early Gallatin e Tendercrop. Destacou-se a precocidade de Contender.

A produção de vagens por planta diminuiu com o aumento da população, porém, o rendimento por área aumentou com a densidade.

INFLUENCE OF PLANT POPULATION ON YIELD OF BUSH SNAP BEANS (*Phaseolus vulgaris* L.)

Author: JOSÉ MILTON VILLAMIL LUCAS

Adviser: Prof. Dr. KEIGO MINAMI

SUMMARY

The present work was done in order to study the behavior of a group of varieties of bush snap beans and the influence of population density on yield, with the goal of promote this vegetable crop for in natura or processing.

The varieties used were: Contender, Tendercrop, Gallatin 50, Early Gallatin, Harvester and Eagle.

It was used the NELDER'S (1962) systematic designs, randomized block, 3 replications and 11 plants per plot.

The best varieties were: Contender, Early Gallatin and Tendercrop. It was remarkable the earliness of Contender.

As the density increased the number of pods per plant decreased progressively, but the yield of pods increased.

1. INTRODUÇÃO

O feijoeiro é chamado de feijão-de-vagem quando sua cultura se destina ao consumo do fruto ainda verde. No Brasil, um dos países de maior consumo de feijão seco do mundo, o feijão-de-vagem tem relativamente, pouca importância econômica. Porém, destaca-se entre as hortaliças mais populares constituindo uma cultura bastante difundida em algumas regiões brasileiras (GOMES COELHO et alii, 1974).

A expressão da capacidade de produção de uma planta depende fundamentalmente, da interação entre seu potencial genético e o ambiente a que está submetida.

O aumento de produção pode ser conseguido aumentando-se o rendimento por unidade de área ou expandindo a área cultivada. A densidade de população é um dos fatores importantes para atingir altos rendimentos nas diversas culturas hortícolas. O uso de maiores populações de plantas tem sido estimulado por diversos fatores, tais como: uso de herbicidas, mecanização da produção e da colheita e desenvolvimento de variedades que toleram altas densidades de população.

A melhor densidade de população para as diversas hortaliças está em função da qualidade a ser obtida

e em resposta as exigências do mercado ou da indústria.

Em geral, a baixa produtividade pode ser relacionada com a baixa população de plantas por hectare usada pelos produtores.

Desde que a maioria das variedades são selecionadas pelos fitotecnistas com os tratamentos culturais e os espaçamentos mais frequentemente usados, torna-se importante o planejamento da produção na medida que mudem estes fatores, de modo a conhecer quais genótipos respondem favoravelmente.

As variedades de feijão de vagem utilizadas no Brasil são em quase sua totalidade, de porte alto e crescimento indeterminado, sendo que são empregados diferentes métodos de estaqueamento de vagem com a finalidade de aumentar o rendimento por planta e de facilitar os tratamentos culturais (LEAL et alii, 1979). As variedades de feijão-de-vagem de porte baixo (determinado) apresentam novas perspectivas para o desenvolvimento da cultura, pelo uso mais racional da área e possibilitando a mecanização da mesma. Além de ser melhor aproveitado para fins industriais.

O objetivo do presente trabalho é estudar o comportamento de um grupo de variedades de feijão-de-vagem de crescimento determinado, assim como a influência da densidade de população sobre a produção das mesmas, visando a promoção desta cultura como alimento, seja *in natura* ou industrializado.

2. REVISAO DE LITERATURA

2.1. COMPETIÇÃO

Se a água e os nutrientes são fornecidos em níveis adequados, de forma que a competição por esses fatores seja reduzida ao mínimo, a luz torna-se praticamente o único fator limitante para a produção das hortaliças e outras culturas. Portanto, a máxima captação de luz através do maior número de indivíduos por unidade de área tem sido a meta dos pesquisadores (MITCHEL, 1970). Porém, a pesquisa tem mostrado resultados contraditórios a respeito, desde que o incremento na população não signifique um aumento automático nos rendimentos.

Além de altas populações, tem que se considerar a distribuição das plantas como uma forma de maior aproveitamento da luz.

De acordo com Sanchez, citado por FERNANDES (1981), uma planta ou espécie pode sofrer interferência de plantas ou espécies vizinhas de três formas: competitiva, não competitiva e complementar.

A interferência competitiva, ou competição, ocorre

re quando um ou mais fatores de crescimento são limitantes, e em consequência as plantas ou espécies mais competitivas incrementam o seu rendimento às custas de outra espécie ou planta, a qual sofre um decréscimo em seu rendimento.

Donald (1963), citado por MINAMI (1977), diz que "a competição ocorre quando cada um dos dois ou mais organismos procura a porção de um fator em particular de que eles necessitam e quando o suprimento imediato desse fator está abaixo da necessidade combinada dos organismos".

As plantas necessitam de luz, água, nutrientes e espaço para o seu crescimento e desenvolvimento.

Com relação à cobertura pelas folhas, aquela cuja arquitetura permite uma maior penetração e aproveitamento de luz na cultura de modo a evitar o auto-sombreamento, aumenta a produção.

Segundo DONALD (1962), o sucesso dos pesquisadores no incremento da produção agrícola, através da adubação e irrigação, tem sido tão grande, que frequentemente se ignora o fato de que, aproximadamente 90% do peso da matéria seca da planta, é produto da fotossíntese. Fatores ambientais tais como água, luz, nutrientes, oxigênio, dióxido de carbono e temperatura, incidem no rendimento através de sua influência direta ou indireta na taxa e na duração da fotossíntese.

Para DUNCAN (1958), o aumento no nível de nutrientes no solo implica numa mudança do número de plantas por área para ser atingida a máxima produção. Assim, aumentando-se o nível de nitrogênio, deve-se aumentar a densidade

de plantio para elevar ao máximo o rendimento da cultura.

JANICK (1968) afirma que a competição provocada pela densidade é chamada de competição inter-planta, e quando a população se encontra abaixo do nível no qual ocorre a competição entre plantas, o seu aumento não produzirá efeito sobre o comportamento das plantas individualmente, mas, logo que ocorre a competição entre plantas, o rendimento de cada uma delas diminui.

MINAMI (1977) considera a competição benéfica, dentro de certos limites, pois é, em geral, aproveitada pela agricultura para aumento de rendimento e conseqüentemente, aumento de toda a produção.

2.2. INFLUÊNCIA DA DENSIDADE DE POPULAÇÃO SOBRE O RENDIMENTO

A competição só ocorre, quando o número de plantas por unidade de área atinge um certo limite, sendo neste caso semelhante a diluição, desde que cada fator parece diluir-se cada vez mais a medida que a população aumenta (MINAMI, 1977).

O rendimento, seja ele de folhas, caules, flores ou sementes, geralmente é expresso na base de unidades de área, devendo ser interpretado tanto em termos quantitativos como qualitativos, desde que em horticultura o rendimento não

é apenas o volume total, mas também a sua qualidade (cor, aparência, tamanho, sabor, propriedades culinárias, etc.).

Segundo MINAMI (1977), o rendimento é uma expressão quantitativa de um produto final e refere-se a uma propriedade de uma determinada cultura sendo que pode ser biológico ou econômico. O rendimento biológico refere-se principalmente à matéria seca total, ao passo que o rendimento econômico refere-se a parte da planta que é comercializada.

O rendimento por unidade de área Y é igual ao rendimento e produção por planta y vezes o numero de plantas n , ou seja:

$$Y = ny.$$

Segundo JANICK (1968), em populações que se encontram abaixo do nível ao qual ocorre a competição entre plantas, o seu aumento não afeta o comportamento individual. O rendimento por unidade de área aumenta em relação direta do aumento de população n . Porém, a partir de um certo número de plantas inicia-se a competição e o rendimento de cada uma delas diminui. Uma vez iniciada a competição, o rendimento por unidade de área torna-se função das modificações no rendimento por planta.

HOLLIDAY (1960a,b) assinala que há dois tipos de interações entre a população e o rendimento, quando se incrementa a densidade, e essa diferença depende se o rendimento é produto do crescimento da planta na fase reprodutiva ou vegetativa. Este autor sugere que uma curva de tipo parabólica

co é a que melhor descreve o rendimento produto do estado reprodutivo. Em situações em que o rendimento é produto do crescimento vegetativo, a resposta a aumento de densidade de plantas é assintótica, sendo que a produção constante por plantas é maior em densidades altas que em baixas.

Diversos autores tem estudado os efeitos da densidade de população sobre diferentes características de rendimento na cultura de feijão de hábito indeterminado e determinado, sendo que a densidade apropriada está determinada pelo hábito de crescimento da variedade, fertilidade do solo e disponibilidade de água durante o ciclo vegetativo (CARDENAS, 1961). BRANDES et alii (1972) verificaram que o feijoeiro é capaz de compensar, pelo crescimento individual, a maior ou menor densidade de plantio. O número de folhas e de vagens por planta cresceu com a diminuição da densidade, enquanto que o inverso ocorreu em relação ao número de vagens por área plantada.

O número de vagens e o rendimento por planta foi menor nas maiores densidades de população (RAMOS e CAMARGO, 1969; AGUDELO et alii, 1972; EDJE et alii, 1974; EDJE et alii, 1975). Porém, os maiores rendimentos por área foram alcançados com as maiores densidades (CARDENAS, 1961; RAMOS e CAMACHO, 1969; AGUDELO, 1972; EDJE et alii, 1974; EDJE et alii, 1975; DIAZ e AGUILAR, 1984 e VALDES et alii, 1985).

Segundo EDJE et alii (1974), o fato do maior rendimento (kg/ha) ser atingido com as densidades de população mais altas, e de os maiores rendimentos por planta (g/pl)

serem obtidos a baixas densidades, indicariam que o máximo rendimento por área foi obtido em densidades de populações onde o máximo potencial por indivíduo não foi atingido.

Outros autores não obtiveram respostas ao aumento da população de plantas, sendo consequência provavelmente do hábito de crescimento indeterminado da variedade empregada (PINCHINAT, 1974) ou do fato de trabalhar com densidades de população consideradas ótimas (CHAGAS e VIEIRA, 1975).

BRANDES et alii (1973a,b), em experimentos realizados em Viçosa (MG), estudaram o crescimento, a interceptação da luz e a eficiência de conversão da energia solar para o feijoeiro cultivado em quatro densidades nas épocas das "águas" e na "seca".

Os autores encontraram que: a) na época das águas, o IAF (Índice de Área Foliar) aumentava, com valores de $4,5 \text{ dm}^2/\text{m}^2$ como resultado do maior número de plantas e da maior AF (Área Foliar) por planta; b) a AF por planta variou inversamente com a densidade de população; c) a interceptação da luz cresceu continuamente na época das águas e nos 40 dias atingiu 80% nas maiores densidades; d) a eficiência de conversão da energia solar na época das "águas" chegou perto de 2%, não passando de 0,6% na época da "seca".

Segundo HAYNES e SAYRE (1956), a produção máxima de milho ocorreu em espaçamentos mais fechados dentro da linha do que na entrelinha.

Em tomate de crescimento determinado, o espaçamento equidistante também é superior (SAYRE, 1959), embo-

ra na prática seja melhor um maior número de plantas na linha e aumentar o espaçamento entre as linhas. A variação na densidade de plantio pode acarretar diversas mudanças no comportamento da população e no hábito da planta (MINAMI, 1973).

A densidade é definida não só em termos de plantas por unidade de área, mas também em termos de arranjo dessas plantas no solo (WILLEY e HEATH, 1969). A competição inter-planta tem influência sobre o rendimento e qualidade da produção. Assim, a produção total de bulbos de cebola, incrementa-se a medida que a população aumenta até um máximo, após o qual começa a cair (BLEASDALE, 1966).

Em cultura de ervilha, a produção por planta se reduz com o aumento da população, porém, o rendimento por área quase não se altera (SALTER e WILLIAMS, 1967). A disposição da planta que permite maior aproximação na linha, embora ocupando a mesma área por planta, desfavorece o rendimento por área e o número de vagens por planta (VINCENT, 1958). Segundo PINCHINAT (1974), a iguais densidades, o arranjo em quadrado deu maior rendimento provavelmente pelo maior aproveitamento da luz pela cultura.

2.3. INFLUÊNCIA DA DENSIDADE DE POPULAÇÃO SOBRE A QUALIDADE DE PRODUÇÃO

Em geral, a densidade é usada para se referir ao número de plantas por área, sem considerar o tamanho, idade da planta ou idade da população.

Ségundo Cain (1970), citado por MINAMI (1980), a densidade deve ser definida como a porcentagem do solo coberto pela planta. Assim, a densidade máxima atingir-se-ia quando houver cobertura total da área.

Muitos pesquisadores vêm se preocupando em determinar a densidade ótima, isto é, a densidade em que o rendimento é máximo e o produto de melhor qualidade. Na competição, a planta tende a reduzir o tamanho de seus órgãos, sem reduzir o número deles, ou reduz o número sem reduzir o tamanho, porém, em plantas mais sensíveis a competição, há tanto redução no número como no tamanho de seus órgãos.

Em tomate, o peso do fruto diminui com o aumento da densidade de população (VITTUM e TAPLEY, 1953, 1956), há redução no tamanho da planta (FERRI e JANICK, 1970) e no número de frutos por planta.

Diversos autores tem estudado os efeitos da competição de plantas em diferentes culturas hortícolas, assim para a cultura da alcachofra (IBRAHIM et alii, 1981; BAGGET et alii, 1986); alface (SALE, 1966; NELDER e MOSS, 1966; FERNANDES CARNEIRO, 1981); alho (MENEZES SOBRINHO et alii, 1974; SATURNINO et alii, 1976 e 1981); beterraba (ODLAND e PORTER, 1942; WARNE (1951a,b,c; 1952; 1953a,b; MACK, 1979; CERNE, 1981); cebola (BLEASDALE, 1966; LUCAS, 1972; FRAPPEL, 1973; KOMOCHI, 1974; ROGERS, 1977; SOUZA et alii, 1981; MAESO e VILLAMIL, 1981); cenoura (ROBINSON, 1969; MINAMI e DEMETRIO, 1978); rabanete (LUCCHESI et alii, 1976), repolho (MINAMI e VICTÓRIA FILHO, 1980; MINAMI, 1980) e couve-flor (MINAMI, 1980; MINAMI e VICTÓRIA FILHO, 1981).

MENEZES SOBRINHO et alii (1974) e SATURNINO et alii (1981) acharam que há uma relação inversa entre espaçamentos e produção, e direta entre espaçamentos e o peso médio dos bulbos de alho.

Diversos trabalhos de pesquisa tem mostrado que o aumento de populações de plantas, por área, tem proporcionado aumentos consideráveis na produção de cebola; embora provoquem a redução no peso médio de cada bulbo (BLEASDALE, 1966; LUCAS, 1972; FRAPPEL, 1973; KOMOCHI, 1974; ROGERS, 1977; SOUZA et alii, 1981 e MAESO e VILLAMIL, 1981).

MACK (1979) estudou diferentes espaçamentos entre sulcos de beterraba, achando que na medida que diminuía o espaçamento de 60 até 15 cm, incrementava-se o número de raízes de tamanho 25 mm e entre 25-51 mm, exigidas pelas indústrias processadoras de plantas nos USA, porém os rendimentos das raízes maiores e os rendimentos totais reduziram-se na medida que o espaçamento foi menor. Entretanto, CERNE (1981) achou que o rendimento e a qualidade das raízes foi maior em sulcos duplos (40 a 60 x 20 cm) que em sulcos simples distanciados 20 cm.

LUCCHESI et alii (1976) obtiveram a melhor produção de raízes comerciais de rabanete no espaçamento de 15 x 8 cm, enquanto que a relação raiz/parte aérea aumenta com a diminuição da densidade, evidenciando a redução na competição entre plantas.

WARNE (1951a,b; 1952 e 1953a) achou que o peso médio da raiz e da parte aérea de cenoura foi menor quanto

menor o espaçamento, embora o rendimento total tenha sido maior maiores densidades. MINAMI e DEMETRIO (1978) concluem que a produção de raízes não comercializáveis aumenta com o aumento da densidade e que não há necessidade de se fazer o desbaste em semeadura normal de cenoura, desde que o espaçamento entre linhas não seja muito pequeno.

Para alface, FERNANDES (1981) verificou para esta espécie uma superioridade da cultura exclusiva sobre a cultura mista com repolho, no valor comercial, peso médio por cabeça e produção. Porém, SALE (1966) obteve plantas de alface de boa qualidade comercial com baixas densidades de população e sem irrigação.

MINAMI e VICTÓRIA FILHO (1980) e MINAMI (1980) acharam que a medida que se aumentou o número de plantas nas maiores densidades não houve aumento de produção em repolho, porque houve redução no tamanho das "cabeças" e maior porcentagem de plantas que não formaram cabeça.

Na cultura de alcachofra, embora os rendimentos por planta sejam menores com o aumento da população não têm sido observados efeitos nos tamanhos dos botões florais (IBRAHIM *et alii*, 1981 e BAGGET *et alii*, 1982).

Os efeitos da competição sobre a couve-flor seguem os padrões relativos ao repolho, sendo a planta muito afetada em sua qualidade ou seja no seu tamanho (MINAMI, 1980 e MINAMI e VICTÓRIA FILHO, 1981).

2.4. INFLUÊNCIA DA DENSIDADE DE POPULAÇÃO SOBRE O RENDIMENTO E A QUALIDADE DE FEIJÃO-DE-VAGEM

As altas populações de plantas e os arranjos em espaçamentos mais equidistantes tem incrementado substancialmente os rendimentos por área em comparação com o espaçamento convencional (ROGERS, 1976; STANG *et alii*, 1979).

Segundo MAUK *et alii* (1983) o conhecimento da floração e produção das inflorescências tem importância na compreensão da resposta do rendimento às condições ambientais e de manejo da cultura, assim como no desenvolvimento de genótipos adaptados a determinadas práticas culturais.

Diversos autores tem achado uma tendência ao aumento dos rendimentos a medida que se incrementa a densidade de população (CUTCLIFFE, 1967; MACK, 1969; CHUNG e GOULDEN, 1971; TOMPKINS *et alii*, 1972; SMITTLE, 1976; ROGERS, 1976; MANGUAL-CRESPO e TORRES, 1978; DURANTI e LANZA, 1978; SILVESTRI E SIVIERO, 1981; MACK e VARSEVELD, 1982; WAHAB *et alii*, 1986).

MACK (1969), trabalhando com diferentes distâncias entre sulcos verificou uma diminuição marcante nos rendimentos ao aumentar a distância; no entanto, considerando o número de plantas observou um rápido incremento até um máximo próximo a 70 pl/m², com tamanho de vagem de ótima qualidade, o que coincide com os resultados obtidos por ROGERS (1976), que não achou diferença no tamanho das vagens entre 2,8 e 58 pl/m². Similarmente, MACK e HATCH (1968) verifi-

caram que até 60 pl/m² a densidade de população não incide no tamanho da vagem, porém, com 97 pl/m², o tamanho diminui.

DURANTI e LANZA (1978) estudaram 4 espaçamentos entre filas e 4 na fila para avaliar a performance de uma colhedeira mecânica. Verificaram que a maior densidade, independente do arranjo das plantas, incrementava o rendimento; o número de vagens por planta e o peso médio de cada vagem diminuía, não afetando a qualidade. Entretanto, WAHAB et alii (1986) destacaram as vantagens observadas na obtenção dos máximos rendimentos quando usou-se arranjos de plantas nos quais usa-se a mesma distância em todas as direções.

TOMPKINS e HORTON (1973) verificaram maior porcentagem de fibra e sementes quanto maior o espaçamento entre plantas. Segundo STANG et alii (1979), a maior porcentagem de vagem pequena foi consequência do maior período de pegamento.

DURANTI e LANZA (1978) concluem que o rendimento e seus componentes são mais afetados pela distância na fila. Entretanto, SILVESTRI e SIVIERO (1981) acharam que na maior densidade aumentava a porcentagem de vagem imatura, o que incidia no menor peso das vagens, mas não no comprimento.

Foi verificada ainda uma tendência a uma correlação inversa entre o número de plantas por área e a precocidade, sendo que o arranjo quadrado (13,5 x 13,5 cm ou 50 pl/m²) e menos precoce que o tradicional (45 x 5 cm ou 50 pl/m²).

STANG et alii (1979) e MACK (1983) avaliaram os efeitos da adubação e espaçamento entre plantas. A medida

que se incrementaram a adubação e a população, eram maiores os rendimentos, entretanto, não há interação entre espaçamento e adubação (MACK, 1983). A densidade ótima está diretamente relacionada com o nível de N até os 100 kg/ha, que foi o máximo estudado, isto indicando que altas taxas de N podem ser benéficas a altas densidades e que o uso mais efetivo pode ser esperado com o acréscimo de mais N se se empregam maiores densidades (STANG et alii, 1979).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. CARACTERÍSTICAS DA ÁREA EXPERIMENTAL

Este experimento foi realizado na área experimental do Setor de Horticultura do Departamento de Agricultura e Horticultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" em Piracicaba, São Paulo, Brasil, cujas coordenadas geográficas são: latitude 22°42' Sul e longitude 47°58' Oeste com altitude média de 576 m.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Escuro - Orto, Série Luiz de Queiroz. A análise de solo feita no laboratório do Departamento de Química da ESALQ, apresentou os seguintes resultados:

pH = 6,3

%C = 1,25

P = 230 ppm

K = 399 ppm

Ca = 6,64 meq/100g

Mg = 2,08 meq/100g

Al = traços

Portanto, o solo poder ser considerado fértil.

O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen é: Cwa - tropical úmido com inverno seco, e temperatura do mês mais quente superior a 22,5°C.

3.2. VARIEDADES, ÉPOCA DE PLANTIO E COLHEITA

As variedades de feijão-de-vagem testadas no experimento foram: Tendercrop; Gallatin 50 e Early Gallatin produzidas por Bakker Brother's Co; Contender e Processor produzidas por Clause e Harvester, Eagle e Bush Blue Lake 47 produzidas por Asgrow Seed Co. As variedades Processor e Bush-Blue Lake 47 foram eliminadas após a semeadura pela baixa taxa de emergência. Todas as variedades são de hábito de crescimento determinado (tipo I).

A semeadura foi feita em 9/9/85. Para a obtenção do número desejado de plantas em cada tratamento, foram feitos desbastes em distâncias pré-determinadas para cada um.

As colheitas começaram aos 48 dias e se prolongaram até os 82 dias a intervalos de 3-4 dias. Entre a sétima e oitava colheita deixou-se um intervalo de duas semanas com o objetivo de observar os efeitos sobre os diferentes parâmetros.

3.3. TRATOS CULTURAIS

Antes da semeadura e no fundo do sulco foi mis

turado aldicarb na dose de 2,5 kg/ha de ingrediente ativo. Durante o ciclo da cultura e quando necessário, foram feitas pulverizações com dinocap para o controle de ácaros.

Não foi feita adubação de plantio, pois o solo da área experimental é bastante fértil e muito cultivado com hortaliças, que, geralmente recebem adubações pesadas. Aos 30 dias após a semeadura, aplicou-se 50 g por metro linear de sulfato de amônia.

Foram feitas irrigações por aspersão, quando necessárias.

3.4. DELINEAMENTO, TRATAMENTOS E PARAMETROS

O delineamento experimental usado foi o sistemático, proposto por NELDER (1962) e modificado por MINAMI (1977), mostrado em esquema pela Figura 1. Foram feitos seis conjuntos de 5 círculos com o mesmo espaçamento entre linhas, isto é, entre as respectivas circunferências, mas variando o espaçamento entre plantas nas linhas e circunferências. Cada conjunto foi dividido em quadrantes que corresponderam a quatro variedades para cada conjunto. Foram utilizados onze plantas por parcela e três repetições.

As densidades de plantio para cada uma das variedades, foram as seguintes:

1. 285720 plantas/ha (0,5m x 0,07m);
2. 142860 plantas/ha (0,5m x 0,14m);

Legenda

- A - ESPAÇAMENTO ENTRE PLANTAS
- B - ESPAÇAMENTO ENTRE LINHAS
- C - POSIÇÃO DA PLANTA

FIGURA 1. Esquema de um delineamento sistemático semelhante ao usado no experimento.

3. 95240 plantas/ha (0,5m x 0,21m);

4. 71420 plantas/ha (0,5m x 0,28m);

5. 57140 plantas/ha (0,5m x 0,35m).

O delineamento foi em bloco casualizado com 3 repetições e 11 plantas por parcela.

Os parâmetros analisados foram os seguintes:

a) Produção em toneladas de vagem por hectare;

b) comprimento das plantas: foi determinado pela medida do caule principal, desde o nível de solo até o topo da planta;

c) número de dias da primeira flor: foi definido como o dia da antese do par de flores situados na axila da folha trifoliada superior (sexto nó);

d) altura da primeira vagem: foi determinada pela medida desde o nível do solo até o ponto de sua inserção.

e) número de dias da primeira colheita;

f) número de vagens por planta;

g) número de vagens por hectare;

h) comprimento médio das vagens;

i) seção transversal das vagens foi determinada pelo corte transversal das vagens e classificada segundo o esquema da Figura 2b: 1 e 2 seção elíptica; 3 e 4 circular e 5 com forma de rim;

j) forma das vagens: foram separadas em retas e tortas, segundo o esquema da Figura 2a. As formas 1 a 4 = tortas e 5 = reta;

a) FORMA DA VAGEM

b) SEÇÃO TRANSVERSAL

c) COR DE VAGEM

Verde claro

Nº HCC

Escala

061/3

1

061/2

2

061/1

3

061

4

Verde escuro

861/3

5

FIGURA 2. Escalas para a ponderação da forma, seção transversal e cor das vagens.

k) cor foi feita uma escala baseada nas pranchas do British Colour Council e que é apresentada na Figura 2c;

l) diâmetro das vagens em milímetros: foi medida com um paquímetro, na região mediana da vagem.

m) número de sementes por vagens;

n) índice de área foliar: foi avaliada na última colheita, retirando-se uma amostra de discos de área conhecida do limbo foliar; por meio do peso da matéria seca desses discos e das folhas, foi calculada a área foliar para cada tratamento, relacionando-se com área de solo disponível da planta.

Os parâmetros b, c, d, e, f foram avaliados sobre uma amostra de 5 plantas por tratamento.

Os parâmetros h, i, j, k, l e m foram avaliados sobre uma amostra de 10 vagens por tratamento.

O parâmetro n foi avaliado sobre uma amostra de 3 plantas por parcela.

A análise estatística foi feita conforme GOMES (1982). Os dados expressos em porcentagem e do número de contagem foram transformados em $Y = \arcsin \sqrt{x}$ e $Y = \sqrt{x}$ respectivamente, para maior aproximação da distribuição normal e obter maior sensibilidade das variações entre os tratamentos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. COMPORTAMENTO DAS VARIEDADES

Na Tabela 1 são apresentados os dados relativos ao rendimento em toneladas por hectare, número de vagens por hectare, número de vagens por planta e número de sementes por vagem, das seis variedades estudadas.

Verifica-se que a variedade Contender apresenta os maiores rendimentos (4614 kg/ha), seguida por Early Gallatin e Gallatin 50, e Tendercrop, com rendimentos de 1100 a 1600 kg menos por hectare. As variedades Eagle e Harvester foram as menos produtivas com 2500 e 3000 kg respectivamente, menos que Contender. O número de vagens por área e por planta e em menor grau o número de sementes por vagem aparecem associados a estes resultados. O número de vagens por hectare da variedade Contender é significativamente superior às variedades Gallatin 50, Early Gallatin e Tendercrop com 28%, 29% e 35% mais vagens por área respectivamente. Harvester apresentou por sua vez, o menor número de vagens por hectare. O mesmo acontece para o número de vagens por planta, onde a variedade Contender é superior às outras variedades e a varie-

TABELA 1. Rendimento (t/ha), número médio de vagens por hectare, número médio de vagens por planta e número médio de sementes por vagem de seis variedades de feijão-de-vagem. Piracicaba, 1985.

Variedades	Rendimento	Número médio de vagens/ha (x 10 ³) (1)	Número médio de vagem/planta (1)	Número médio de sementes/vagem (1)
Tendercrop	3063,65 bc	795,06 b	6,43 bc	2,75 c
Contender	4614,46 a	1393,60 a	12,47 a	3,60 a
Gallatin 50	3054,54 bc	886,13 b	6,87 b	3,25 ab
Early Gallatin	3472,70 b	935,53 b	7,00 b	3,61 a
Harvester	1568,47 d	476,06 c	4,49 c	3,13 abc
Eagle	2167,16 cd	673,26 bc	6,09 bc	3,01 bc
C.V. (%)	28,318	16,374	16,693	7,118

(1) Dados analisados como $\sqrt{x}$.

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

dade Harvester com valores significativamente inferiores. Entretanto, o número de sementes por vagem não é significativamente diferente para as variedades Contender, Gallatin 50 e Early Gallatin.

Resultados semelhantes foram obtidos por CHUNG e GOULDEN (1971), AGUILAR et alii (1984) e SALUZZO et alii (1986). Através de uma análise de regressão, CHUNG e GOULDEN (1971) indicaram que o número de vagens por planta é um dos principais componentes do rendimento. Os mesmos resultados foram obtidos por SALUZZO et alii (1986) que indicam que o componente vagem/planta apresentou os maiores efeitos diretos sobre os rendimentos. AGUILAR et alii (1984) acharam que os fatores que mais influíram no rendimento foram: número de vagens por m^2 , tamanho e número de sementes por m^2 .

Nas Figuras 3, 4, 5, 6, 7 e 8 apresentam-se a distribuição dos rendimentos das seis variedades em função do tempo transcorrido após a semeadura e para cada densidade de população. Verifica-se uma uniformidade na produção através do período de colheita para a variedade Contender, o que indicaria uma boa adaptação ao sistema de colheitas múltiplas. As restantes variedades concentram a produção no final do período, observando-se a tendência de Gallatin 50, Harvester e, em menor grau, Eagle e Early Gallatin a um acréscimo no meio do período produtivo, que se situa entre 50 e 60 dias, em função da densidade de população.

FIGURA 3. Distribuição do rendimento, como percentagem, da variedade Tendercrop, em função do tempo transcorrido após sementeira, e para cada densidade.

FIGURA 4. Distribuição do rendimento, como percentagem, da variedade Contender, em função do tempo transcorrido após sementeira, e para cada densidade.

FIGURA 5. Distribuição do rendimento, como percentagem, da variedade Gallatin 50, em função do tempo transcorrido após sementeira, e para cada densidade.

FIGURA 6. Distribuição do rendimento, como porcentagem, da variedade Early Gallatin, em função do tempo transcorrido após sementeira, e para cada densidade.

FIGURA 7. Distribuição do rendimento, como percentagem, da variedade Harvester, em função do tempo transcorrido após sementeira, e para cada densidade.

FIGURA 8. Distribuição do rendimento, como percentagem, da variedade Eagle, em função do tempo transcorrido após sementeira, e para cada densidade.

As colheitas feitas a intervalos regulares significam uma maior dependência das condições climáticas e da disponibilidade de mão-de-obra durante um período considerável, entretanto um intervalo dilatado entre as colheitas, afeta adversamente a qualidade do produto, sendo necessário, para isto, a seleção de variedades que concentrem sua produção num momento definido do ciclo.

Com relação ao sistema de colheitas múltiplas, MANGUAL-CRESPO (1977) destaca que, dependendo da variedade, há colheitas que os rendimentos são tão baixos que não justificam a mesma. Neste trabalho, observa-se principalmente para a variedade Tendercrop, um baixo rendimento nas colheitas realizadas, até 60 dias, o que não justificaria economicamente sua realização.

Na Tabela 2 são apresentados os dados relativos a altura média da planta no início da floração, número de dias da primeira flor, altura da primeira vagem, número de dias da colheita e índice de área foliar na última colheita, para as seis variedades consideradas neste estudo.

A altura média da planta para cada variedade tem pouca variação não observando-se diferenças estatisticamente significativas entre as variedades Tendercrop, Gallatin 50, Harvester e Eagle e sim, entre este grupo e as variedades Contender e Early Gallatin. Estas últimas apresentaram um porte mais baixo.

TABELA 2. Altura média da planta, número médio de dias da 1ª flor, altura média da 1ª vagem, número médio de dias da colheita e índice de área foliar na última colheita de seis variedades de feijão-de-vagem, Piracicaba, 1985.

Variedades	Altura média da planta (cm)	Número médio de dias da 1ª flor(1)	Altura da 1ª vagem (cm)	Número médio de dias de colheita(1)	IAF na última colheita
Tendercrop	36,00 a	39,13 a	25,73 a	58,26 a	2,30 abc
Contender	29,26 b	31,60 b	22,60 ab	48,00 b	1,14 c
Gallatin 50	34,93 a	36,20 a	23,06 a	52,80 ab	2,15 abc
Early Gallatin	31,20 b	36,60 a	19,33 b	54,73 a	3,04 a
Harvester	34,60 a	38,26 a	25,40 a	55,60 a	2,64 ab
Eagle	37,40 a	35,00 ab	25,33 a	55,20 a	1,74 bc
C.V. (%)	7,99	5,907	13,141	5,697	53,630

(1) Dados analisados como $\sqrt{x}$.

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Ainda na Tabela 2, verifica-se a precocidade da variedade Contender para todos os parâmetros avaliados. Na variedade Contender a primeira flor foi observada uma semana antes que para as variedades Tendercrop e Harvester, cinco dias antes que para Early Gallatin e Gallatin 50 e três dias antes que a variedade Eagle. Estes resultados concordam com os observados por GOMES COELHO et alii (1974), que acharam que entre um grupo de oito variedades, Contender foi a mais precoce.

A altura da primeira vagem apresenta pouca variação entre as seis variedades, com Early Gallatin apresentando a menor altura, com 19 cm, o que a separa estatisticamente das outras cinco variedades. Este parâmetro é considerado uma característica desejável quando se colhe mecanicamente, além de promover o menor contato da vagem e o solo, que aumenta de manchas provocadas por fungos e bactérias, diminuindo a qualidade. O hábito da planta no campo é um fator importante desde que as plantas eretas e com as vagens dispostas numa altura razoável sobre o solo, serão mais facilmente colhidas mecanicamente. As vagens em contato com o solo sofrem mais facilmente os danos mecânicos.

O número de dias para a colheita é significativamente menor para a variedade Contender em relação a Tendercrop (58 dias), Harvester (55 dias), Eagle (55 dias), e Early Gallatin (54 dias). Gallatin 50 (52 dias) não difere estatisticamente de Contender (48 dias).

O índice de área foliar (IAF), conjuntamente com a altura e porte das plantas, coincide com a apreciação visual da cultura que indicava um menor desenvolvimento da variedade Contender em relação às restantes. Neste sentido, esta variedade tem um IAF entre 53% e 166% menor que as variedades Eagle e Early Gallatin respectivamente. Também, foram observados o maior crescimento das variedades Tendercrop, Harvester e Early Gallatin, com as vagens bem cobertas pela folhagem, ao invés da variedade Contender que destacou-se pelos pequenos folíolos e forma da planta compacta e pouco desenvolvida. O baixo IAF na variedade Contender (Tabela 2) é uma característica desejável, já que provavelmente valores de IAF elevados aumentam o auto-sombreamento entre as plantas e, portanto, diminuindo a taxa fotossintética e os rendimentos.

Na Tabela 3 são apresentados os dados relativos ao comprimento e diâmetro das vagens e percentagem de vagens retas.

O diâmetro médio por vagem para todas as variedades é inferior a 9 mm. Isso constitui um fator de qualidade industrial importante, segundo DURANTI e PROTO (1981). Embora houvesse diferenças estatisticamente significativas entre as variedades, com Eagle apresentando os valores mais baixos, a variação no diâmetro não é grande situando-se num intervalo entre 7 e 8 mm para todas as colheitas realizadas. ROBINSON et alii (1964) e RODRIGUEZ et alii (1978) destacam a importância do intervalo entre as colheitas e a idade das vagens no momento da mesma. ROBINSON et alii (1964) observaram

TABELA 3. Diâmetro e comprimento médio de vagem, e percentagem de vagens retas, de seis variedades de feijão de vagem. Piracicaba, 1985.

Variedades	Diâmetro médio de vagem (mm)	Comprimento médio de vagem (cm)	Porcentagem de vagens retas (%) (1)
Tendercrop	7,95 a	8,98 d	84,13 abc
Contender	7,83 ab	10,09 a	79,40 bc
Gallatin 50	7,92 a	9,14 cd	82,20 abc
Early Gallatin	7,57 ab	9,35 bcd	69,80 c
Harvester	7,89 a	9,75 abc	96,93 a
Eagle	7,36 b	9,94 ab	94,66 ab
C.V. (%)	5,760	6,265	20,432

(1) Dados analisados como arc sen $\sqrt{x}$.

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de de significância de 5% pelo teste de Tukey.

que a percentagem de vagens menores a 7 mm de diâmetro diminuía a medida que a cultura envelhecia, entretanto, que os diâmetros entre 9 e 11 mm se incrementavam. Os resultados observados por RODRIGUEZ et alii (1978) indicam que as máximas percentagens de vagens de maior qualidade, foram colhidas entre os 45 e 54 dias após a sementeira.

Através da análise do comprimento médio das vagens, verifica-se que houve diferenças entre as variedades, embora todas estiveram num intervalo entre 9 e 10 cm com exceção da variedade Tendercrop.

Não houve diferenças estatisticamente significativas entre as variedades Contender, Harvester e Eagle.

Em geral, o comprimento médio das vagens é de 15% a 20% inferior ao que é indicado para as mesmas, pelas firmas produtoras de sementes.

Em relação a percentagem de vagens retas, que é uma característica varietal, destacam-se as variedades Harvester e Eagle com valores significativamente superiores, 85% e 82%, respectivamente. As menores percentagens foram observadas nas variedades Early Gallatin e Contender, 59% e 67%, respectivamente, enquanto que Gallatin 50 e Tendercrop aparecem numa posição intermediária, com 69% e 72%, respectivamente.

BEDFORD (1976) comenta que as variedades com vagens maiores de 15 cm de comprimento, geralmente estão associadas a hábitos de crescimento semi-ereto (tipo II), enquanto que para as vagens retas, comenta que é uma caracterís

tica que permite um fatiado mais fácil quando usadas para enlatado.

Na Tabela 4 apresentam-se as características de peso médio, forma e cor das vagens e cor das sementes, para as seis variedades estudadas.

Os valores de peso médio das vagens deste experimento tiveram diferenças entre as variedades com Harvester e Eagle, apresentando as vagens mais pesadas, com 4,32g e 5,28 g respectivamente, enquanto as outras variedades não atingiram 4,0 g. Dados similares foram observados por DURANTI et alii (1982) para a variedade Eagle, que apresentou o peso médio mais elevado (5,45 g) entre as cinquenta variedades testadas.

Com relação a forma da seção transversal, para vagens destinadas para fins de processamento, estas devem ter seção arredondada, segundo NETTO (1970). Neste sentido, os resultados deste estudo indicam que, com exceção da variedade Contender, que é elíptica, as demais variedades apresentam forma circular.

Com respeito à cor das vagens, não há diferenças entre as variedades, com exceção de Eagle que apresenta um verde mais claro. A cor das sementes para vagens destinadas ao processamento industrial tem que ser branco, segundo NETTO (1970). Dos resultados obtidos observa-se que somente as variedades Contender e Gallatin 50 não se ajustaram a este critério, embora apresentem sementes de cor clara.

TABELA 4. Peso médio, forma e cor das vagens e cor das sementes de 6 variedades de feijão-de-vagem. Piracicaba, 1985.

Variedades	Vagens			Cor da semente
	Peso médio (g)	Forma da Seção transversal	Cor 1-5(1)	
Tendercrop	3,85	Circular	3,7	Branco
Contender	3,31	Elíptica	3,7	Creme
Gallatin 50	3,41	Circular	3,5	Creme
Early Gallatin	3,71	Circular	3,2	Branco
Harvester	4,32	Circular	3,5	Branco
Eagle	5,28	Circular	2,4	Branco

(1) Escala baseada nos valores da BBC apresentados na Figura 2c.

4.2. EFEITO DA DENSIDADE

As diferenças no padrão de rendimento varietal achados neste trabalho podem ser atribuídas as respostas individuais ao ambiente.

Na Tabela 5, são apresentados os resultados de rendimento por hectare, número de vagens por hectare e por planta e número de sementes por vagens para as diferentes densidades em estudo.

Os rendimentos em toneladas por hectare aumentam significativamente com o aumento na densidade de população e o incremento da maior população (28 plantas/m²) sobre as subseqüentes é de 134,5%; 195,7%; 213,7% e 296,2%, respectivamente. A mesma tendência foi obtida por diversos autores: CUTCLIFFE (1967); MACK (1969); SMITTLE (1976); DURANTI e LANZA (1978); MACK et alii (1982), MAUK et alii (1983) e NIENHUIS e SINGH (1985).

O número de vagens por hectare aumenta com as densidades em estudo. Da análise entre as diferentes densidades, observa-se que os incrementos no rendimento com 28 plantas/m², quando comparada com as restantes populações são 49%; 57%; 65% e 87%, de crescente significância estatística e apresentando a mesma tendência achada para rendimento. Estes resultados concordam com os obtidos por WAHAB et alii (1986). Estes autores indicam que até 116 plantas/m² não se conseguiu atingir o ponto máximo. Porém, MACK e HATCH (1968) e ROGERS (1976) obtiveram os máximos a 65 e 47 plantas/m² res-

TABELA 5. Efeito da densidade de população sobre o rendimento (t/ha), número médio de vagens por hectare, número médio de vagens por planta e número médio de sementes por vagem. Piracicaba, 1985.

Densidade (plantas/ha)	Rendimento (t/ha)	Número médio de vagens/ha (x 10 ³) (1)	Número médio de vagens/planta (1)	Número médio de sementes/vagem (1)
57.140	1615,77 c	479,11 c	8,38 a	3,46 a
71.430	2039,92 bc	605,72 bc	8,48 a	3,33 ab
92.240	2164,49 bc	684,72 bc	7,42 ab	3,10 ab
142.860	2729,63 b	856,77 b	5,99 b	3,20 ab
285.720	6400,99 a	1673,38 a	5,85 b	3,04 b
C.V. (%)	28,318	16,374	16,693	7,118

(1) Dados analisados como $\sqrt{x}$.

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

pectivamente, com diferentes variedades. Esperar-se-ia, por tanto, que ocorressem incrementos maiores, com densidades superiores à máxima, incluída no presente estudo (28 plantas/ m^2). O aumento da densidade determina uma tendência, a um me nor número de vagens por planta o que poderia explicar-se pela maior competição entre plantas. De fato, o maior número de vagens observa-se nas densidades de 5, 7 e 9 plantas / m^2 , com aproximadamente 40% a mais de vagens que a altas densidades. Resultados similares foram obtidos por EDJE et alii (1974 e 1975); STANG et alii (1979); MACK (1983) e SILVESTRI e SIVIERO (1981). Estes autores destacam que há um aumento constante de vagens não formadas, com o aumento da densidade, atingindo 90% de vagens não formadas a uma densidade de 105 plantas/ m^2 , em relação a 50 plantas/ m^2 .

O número de sementes por vagem diminui com a densidade obtendo-se 15% a mais de sementes por vagem a 5 que a 28 plantas/ m^2 . Estes dados concordam com HODGSON e BLACKMAN (1956) e SILVESTRI e SIVIERO (1981). Para estes autores o número de plantas por área está inversamente correlacio nado com a quantidade de sementes por vagem e por planta.

Na Tabela 6 são apresentados os resultados relativos a altura da planta no início da floração, número de dias a primeira flor, altura da primeira vagem, número de dias da colheita e índice de área foliar na última colheita (IAF), para as 5 densidades de população utilizadas.

TABELA 6. Efeito da densidade de população sobre a altura média da planta, número médio de dias da 1ª flor, altura média da 1ª vagem, número médio de dias da colheita e índice de área foliar na última colheita de feijão-de-vagem. Piracicaba, 1985.

Densidade (plantas/ha)	Altura média da planta (cm)	Número médio de dias da 1ª flor (1)	Altura média da 1ª vagem (cm)	Número médio de dias da colheita(1)	IAF da última colheita
57.140	32,38 b	33,72 b	22,05 b	50,83 b	1,20 c
71.430	33,11 b	35,05 ab	22,27 b	51,88 ab	1,08 c
92.240	33,22 b	36,27 ab	22,94 c	54,27 ab	1,71 bc
142.860	34,88 ab	37,55 ab	24,50 ab	55,72 ab	2,69 b
285.720	35,88 a	38,05 a	26,11 a	57,77 a	4,16 a
C.V. (%)	7,99	5,907	13,141	5,697	53,628

(1) Dados analisados como $\sqrt{x}$.

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Com relação aos dados da altura das plantas, há um aumento a medida que se eleva o número de plantas por metro quadrado, significativo quando passa de 9 para 28 plantas/m², o que poderia ser explicado através da elongação dos caules pela maior competição. A maior altura das plantas com o aumento da densidade foi igualmente observada para fava italiana (HODGSON e BLACKMAN, 1956), para soja (JOHNSON e HARRIS, 1967) e para feijão-de-vagem (TOMPKINS e HORTON, 1973; MANGUAL-CRESPO e TORRES, 1978).

Verifica-se que o número de dias para o aparecimento da primeira flor apresenta uma relação direta com a densidade, observando-se que com o aumento do número de plantas por área ocorre um atraso na floração. Há um atraso de 4 dias para 28 plantas/m² em relação a 5 plantas/m².

Com relação a altura da primeira vagem, JOHNSON e HARRIS (1967) indicam que as perdas na colheita relacionadas com as vagens localizadas na parte inferior da planta foram maiores com densidades de semeadura abaixo de 26 plantas/m². Neste trabalho, a altura da primeira vagem aumenta no mesmo sentido que a densidade da população. A altura média na densidade de 28 plantas/m² é 18% superior que a 5 plantas por metro quadrado. Como já foi dito, a maior altura da planta e da primeira vagem com o aumento da densidade poderia ser explicado pelo sombreamento que, dentro de certos limites, incrementaria a elongação dos internódios, como consequência da competição pela luz, que se estabeleceria pelo maior número de plantas por metro quadrado. Há um estiolamento parcial, devido a menor fotooxidação de hormônios sintetizados na planta,

O número de dias da colheita aumenta igualmente com a densidade, e se apresenta associado linearmente com o número de dias da primeira flor ($r = 0,98$).

SILVESTRI e SIVIERO (1981) e MAUK et alii (1983) obtiveram resultados similares, no sentido de atraso na colheita com o aumento da densidade.

Com relação ao IAF na última colheita, verifica-se um incremento marcante neste parâmetro, com o aumento da densidade, o que é lógico dado o maior número de plantas e, portanto, há maior cobertura da superfície do solo. No experimento foram observados diferenças no porte das diferentes variedades. Como já foi dito, a variedade Contender caracterizou-se por plantas compactas e pouco desenvolvidas, inclusive a 28 plantas/m², aparentando não mudar a forma a essa densidade em relação à apresentada com 5 plantas/m². Em variedades como Gallatin 50, observou-se uma mudança na forma da planta; a medida que se aumentava a densidade a planta aparentava uma maior altura e menor número de ramos. Evidentemente, as plantas com maior número de ramos vegetativos conseguem um maior desenvolvimento a baixas que a altas densidades, logrando-se desta forma uma melhor distribuição dos produtos de fotossíntese, conseguindo atingir até as flores nos nós inferiores. Neste sentido, MAUK et alii (1983) verificaram que o número de vagens formadas na altura do segundo nó, a baixas populações, foi 70% superior que a altas populações. Enquanto que Stang, citado por AGUILAR et alii (1984), indica que as plantas de feijão com maior área foliar no

período reprodutivo, tiveram sempre menores rendimentos.

A Tabela 7 apresenta os parâmetros morfológicos que definem as vagens em função das densidades estudadas. Com relação ao diâmetro das vagens, verifica-se um leve aumento com o incremento do número de plantas por metro quadrado, estatisticamente significativa só para as densidades extremas (0,5 mm). Isto se deve, provavelmente, a um menor número de vagens por planta e/ou a uma menor competição intra-planta, concordando com os resultados obtidos por TOMPKINS et alii (1972) e MACK e VARSEVELD (1982). O comprimento das vagens mostra uma tendência a incrementar com a menor densidade porém não em forma significativa. Neste sentido, SILVESTRI e SIVIERO (1981) obtiveram resultados semelhantes. Da análise conjunta destes dois parâmetros, pode-se observar que é uma vagem mais fina e comprida e de menor peso médio a baixas densidades, discordando do observado por ROGERS (1976). Este autor indica a inexistência de variação no tamanho das vagens entre 2,8 e 58 plantas/m². Neste trabalho, as vagens desenvolvidas sobre plantas em densidades de 28 plantas/m², foram 62% mais pesadas que a 5 plantas/m².

Na Tabela 8, apresentam-se os resultados do rendimento de cada variedade em função da densidade de população. Em primeiro lugar, verifica-se o aumento da produção só quando se passa de 14 para 28 plantas/m², para todas as variedades, com exceção de Hasvester que não incrementou seu rendimento com um maior número de plantas por hectare. Harves-

TABELA 7. Efeito da densidade de população sobre o diâmetro e comprimento médio de vagem e percentagem de vagens retas de feijão-de-vagem. Piracicaba, 1985.

Densidade (plantas/ha)	Diâmetro médio de vagem (mm)	Comprimento médio de vagem (cm)	Percentagem de vagens retas (%) (1)
57.140	7,55 b	9,73	79,50
71.430	7,72 ab	9,70	83,38
92.240	7,66 ab	9,39	85,77
142.860	7,77 ab	9,51	86,05
285.720	8,05 a	9,38	87,88
C.V. (%)	5,76	6,265	20,432

(1) Dados analisados como $\arcsen \sqrt{x}$.

As médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

TABELA 8. Efeito da densidade de população sobre o rendimento (t/ha) de seis variedades de feijão-de-vagem. Piracicaba, 1985.

Variedades	Número de plantas por hectare				
	57.140	71.430	92.240	142.860	285.720
Tendercrop	1428,65 Bab	2276,01 Bab	2422,96 Bab	2850,55 Bab	6340,06 Ab
Contender	3376,30 Ba	3510,91 Ba	3574,97 Ba	4752,33 Ba	7857,78 Aab
Gallatin 50	1126,20 Bb	1335,70 Bb	1802,51 Bab	2604,06 Bb	8404,25 Aa
Early Gallatin	1368,27 Bab	1903,08 Bab	2179,59 Bab	2521,90 Bb	9390,65 Aa
Harvester	1059,06 Ab	1331,76 Ab	1331,30 Ab	1685,49 Ab	2434,72 Ac
Eagle	1336,15 Bb	1882,04 Bab	1675,63 Bab	1963,45 Bb	3978,50 Ac
C.V. (%)	28,318				

- As médias seguidas por letras minúsculas (variedades) e capitais (densidades), distintas diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

ter apresentou problemas de baixa produtividade independente das densidades de população. Da observação das variedades, através de cada uma das cinco densidades, observa-se que há um comportamento diferente para algumas variedades, como é o caso de Contender que manteve-se como a de maior rendimento, até 14 plantas/m², sendo superada em parte por Early Gallatin e Gallatin 50 a densidade de 28 plantas/m².

Neste sentido, a percentagem de produção da variedade Contender acima de Early Gallatin, a variedade de maior rendimento a altas densidades, vai diminuindo com o aumento da densidade a razão de 147%; 84,5%; 64%; 88% e -20%, para 5, 7, 9, 14 e 28 plantas/m² respectivamente. Harvester e em menor grau Eagle, foram inferiores para todas as densidades estudadas. Seria interessante conhecer o comportamento varietal através de densidades, superiores como as adotadas por outros autores (ROGERS, 1976; SILVESTRI e SIVIERO, 1981 e WAHAB et alii, 1986).

O objetivo deste trabalho não é discutir em profundidade a natureza dos fatores fisiológicos e ambientais, que governam as relações entre a densidade de população e as mudanças no padrão morfológico, desde que isso deveria ser feito num trabalho posterior e como resultado de outros experimentos. Porém, há alguns pontos em que deveriam ser feitos e, neste sentido, segundo MAUK et alii (1983), o segundo e o sexto nó do caule principal são os maiores responsáveis pela carga produtiva; a altas densidades os efeitos depressivos sobre o rendimento de cada planta são principalmente, sobre aquelas flores dos nós inferiores.

Neste experimento verifica-se que há variedades que tenderiam a comportar-se melhor a baixas densidades, como Contender, enquanto acontece o contrário para variedades como Early Gallatin que produziram melhor a altas densidades. Isso poderia ser relacionado com as observações de MAUK et alii (1983), no sentido de que em altas densidades de população (45 ou 54 plantas/m²) e atingido um patamar nos rendimentos, que teria sua explicação através do menor número de ramos, flores/ramo e pelo aumento da abscisão de vagens nos nós inferiores. Aquelas variedades que genotipicamente tem uma alta percentagem de pegamento das vagens sobre o caule principal, adaptariam-se melhor para competir a altas densidades. Isto teria implicações diretas com a forma em que são selecionadas as variedades, desde que a seleção a baixas densidades usadas convencionalmente, não estariam indicando o rendimento potencial de alguns genótipos a altas densidades.

Estes fatos são reafirmados pela observação feita por NIENHUIS e SINGH (1985) em relação à existência de uma interação significativa entre o genótipo e a densidade de população.

A inclusão de densidades maiores que 28 plantas/m² permitirá conhecer a que nível as variedades em estudo atingem esse patamar nos rendimentos.

Nas Figuras 3, 4, 5, 6, 7 e 8, observa-se que durante o período de colheita para todas as variedades há uma tendência de se concentrar a produção após transcorridos 65 dias, quando cultivadas a densidades de população mais eleva-

das. Como já foi dito, destacou-se a distribuição quase uniforme da variedade Contender.

A distribuição a baixa e a alta densidade, Figuras 9 e 10, respectivamente, denota um comportamento diferente para as variedades nas duas situações.

Assim, pela resposta a baixas densidades é possível observar dois grupos, um deles constituído pelas variedades Eagle, Contender e Gallatin 50 com uma máxima percentagem de colheita aos 58 dias e outro formado pelo grupo das variedades Tendercrop, Harvester e Early Gallatin com um máximo de colheita aos 68 dias. No fim do período, a percentagem do rendimento foi similar para todas as variedades, excetuando Contender, embora os volumes tenham sido significativamente diferentes.

Devido aos baixos rendimentos obtidos, a densidade de 5 plantas/m² só se reveste de interesse em termos comparativos, quando se pretende estudar a evolução da produção nas sucessivas colheitas para cada variedade, daí a justificativa da sua inclusão neste estudo. Porém, de interesse prático relevante, são os dados apresentados na Figura 10 para a densidade de 28 plantas/m².

Em relação ao que acontece na densidade de população mais elevada, e por sua vez, com maior produtividade, o padrão de distribuição é diferente com todas as variedades exceto Contender e Gallatin 50, mostrando uma tendência a concentrar a produção no fim do período, o que indicaria um atraso na precocidade, também observado por SILVESTRI e SIVIERO (1981).

FIGURA 9. Distribuição dos rendimentos como porcentagem acumulada aos 48, 58, 68 e 78 dias após semeadura em uma densidade de população de 5 plantas/m².

FIGURA 10. Distribuição do rendimento como porcentagem acumulada aos 48, 58, 68 e 78 dias após semeadura em uma densidade de população de 28 plantas/m².

Neste ponto, é importante a análise segundo o sistema produtivo na área e o destino final da produção.

Considerando que o destino final da produção seja processamento industrial, é evidente que o número de colheitas tem que ser diminuído em relação ao sistema tradicional em que o destino da produção é o consumo *in natura*. Na cultura com destino a indústria é importante o abatimento dos custos de produção e a tendência a mecanização de todas as etapas, inclusive a colheita. Dos resultados da Tabela 8 e da Figura 10 como já foi dito, observa-se que a maior produtividade obteve-se a maior densidade (28 plantas/m²) e com as variedades separadas em dois grupos: Tendercrop, Eagle, Early Gallatin e Harvester concentrando a produção na última parte do ciclo e um segundo grupo com as variedades Gallatin 50 e Contender em que a produção divide-se através do período de colheita deste estudo.

Considerando a colheita mecânica e numa única vez, as variedades que melhor se adaptam são Early Gallatin e Tendercrop que concentram acima de 80% da produção num período de 10 dias (68 a 78 dias após a semeadura), enquanto que as outras duas do primeiro grupo, Eagle e Harvester, são descartadas pelos seus baixos rendimentos, isso para a densidade de 28 plantas/m². Entretanto, as variedades do segundo grupo, Gallatin 50 e Contender, se adaptariam melhor a 2 ou 3 colheitas manuais entre os 58 e 78 dias após a semeadura. Cabe-ria perguntar se se manteriam as tendências observadas na me-

dida que se incrementa a densidade ou se as variedades deste segundo grupo modificariam seu padrão de comportamento em condições de competição mais acentuada.

5. CONCLUSÕES

Para as condições deste experimento e com base nos resultados obtidos, conclui-se que:

1. A produção de vagens por planta diminui com o aumento da população, porém, o rendimento por área aumenta com a elevação da densidade. A redução na produção por planta em altas densidades se deve ao menor número de vagens por planta. Isto poderia ser explicado pelo maior sombreamento entre as plantas como consequência da maior competição.
2. As melhores variedades para consumo in natura ou industrializado foram Contender, Early Gallatin e Tendercrop, destacando-se as duas últimas por concentrar a produção num curto período de tempo.
3. Há aumento no número de dias da colheita com a elevação da densidade.
4. Para uma eventual colheita mecânica, as variedades de melhor comportamento foram Early Gallatin e Tendercrop.

5. A variedade Contender foi a mais precoce pa
ra todos os parâmetros avaliados.

LITERATURA CITADA

AGUILAR, E.F.; F. DIAZ e D.R. LAING. Efecto de la densidad de siembra sobre algunas características morfológicas y el rendimiento en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Turrialba, Costa Rica, 34(1): 55-61, 1984.

AGUDELO, D.O.; L.A. HERNANDEZ e A.G. BASTIDAS. Efecto de la densidad de población en el rendimiento y otras características del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) de crecimiento voluble y arbustivo. Acta Agronomica, Palmira, 22(2): 39-50, 1972.

BAGGET, J.R.; H.J. MACK e D. KEAN. Annual culture of globe artichoke from seed. HortScience, Alexandria, 17(5): 766-68, 1982.

BEDFORD, L.V. Variety performance trials of dwarf french beans (*Phaseolus vulgaris* L.). J. Nat. Inst. Agric. Bot., 14: 86-92, 1976.

BLEASDALE, J.K.A. The effects of plant spacing on the yield of bulb onions (*Allium cepa* L.) grown from seed. Journal of Horticultural Science, London, 41: 145-52.

- BRANDES, D.; C. VIEIRA; M. MAESTRI e F.R. GOMES. Efeitos da população de plantas e da época de plantio no crescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). I. Mudanças morfológicas e produção de matéria seca. Experientiae, Viçosa, 14(1): 1-49, 1972.
- BRANDES, D.; M. MAESTRI; C. VIEIRA e F.R. GOMES. Efeitos da população de plantas e da época do plantio no crescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). II. Análise de crescimento. Experientiae, Viçosa, 15(1): 1-21, 1973a.
- BRANDES, D.; M. MAESTRI; C. VIEIRA e F.R. GOMES. Efeitos da população de plantas e da época de plantio no crescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). III. Intercção de luz e eficiência de conversão da energia solar. Experientiae, Viçosa, 15(1): 23-30, 1973b.
- CARDENAS, F.R. La densidad de siembra influye en el rendimiento del frijol. Agricultura en Mexico, Chapingo, 1(12): 6-8, 1961.
- CERNE, M. The quantity and quality of red beet (*Beta vulgaris* L. var. rubra) for processing influenced by timing and density of sowing. Acta Horticulturae, The Hague, 122: 141-50, 1981.
- COUNCIL, B.C. Horticultura Colour Chart I. 99p., 1938.
- COUNCIL, B.C. Horticultural Colour Chart II. 100p, 1941.
- CUTCLIFFE, J.A. Effect of seed spacing on yield and size distribution of snap beans. Can. J. Plant Sci., Ottawa, 47: 519-22, 1967.

CHAGAS, M.C. e C. VIEIRA. Efeitos de intervalo de plantio e de níveis de adubação sobre o rendimento e seus componentes, em algumas variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Revista Ceres, Viçosa, 22(122): 244-63, 1975.

CHUNG, J.H. e D.S. GOULDEN. Yield components of haricots beans (*Phaseolus vulgaris* L.) grown at different plant densities. N.Z. Journal of Agricultural Research, Wellington, 14: 227-34, 1971.

DIAZ, F.M. e E. AGUILAR. Efecto de la densidad de siembra en la distribución de materia seca en la planta de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Turrialba, Costa Rica, 34 (1): 63-76, 1984.

DONALD, C.M. In search of yield. The J. of the Australian of Inst. Agric. Sci., Melbourne, 28: 171-78, 1962.

DUNCAN, W.G. The relationships between corn population and yield. Agronomy Journal, Madison, 50: 82-84, 1958.

DURANTI, A. e A.M.R. LANZA. La raccolta meccanica del fagiolo nano mangiatutto. 2. Ricerca sulla densità di semina quale funzione della capacità operativa della macchina raccoglitrice. Annali Della Facoltà di Scienza Agrarie della Università degli Studi di Napoli Portici, Napoli, 12: 52-61, 1978.

DURANTI, A. e D. PROTO. Studio sugli indici di maturità del fagiolino. Rev. della Ortoflorofrutticoltura Italiana, Bologna, 65: 433-46, 1981.

DURANTI, A.; F. CARONE e A.M.R. LANZA. Esame comparativo di cultivar di fagiolino nano da industria nella Piana del Sele. Semente elette, Bologna, 28(3): 3-29, 1982.

EDJE, O.T.; U.W.U. AYONOADU e L.K. MUGHOGHO. Response of indeterminate beans to varying plant population. Turrialba, Costa Rica, 24(1): 100-03, 1974.

EDJE, O.T.; L.K. MUGHOGHO e U.W.U. AYONOADU. Bean yield and yield components as affected by fertilizer and plant population. Turrialba, Costa Rica, 25(1): 79-84, 1975.

FERNANDES, C. I. Competição entre a cultura do repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) e a cultura da alface (*Lactuca sativa* L.) em cultivo misto e em diferentes densidades de população. 69p. Piracicaba, ESALQ/USP, 1981. (Dissertação de Mestrado).

FERRY, R.L. e J. JANICK. Response of the tomato to population pressure. J. Amer. Soc. Hort. Sci., Michigan, 95: 614-24, 1970.

FRAPPEL, B.P. Plant spacings of onions. Journal of Horticultural Science, London, 48: 119-28, 1973.

GOMES COELHO, R.; N.R. LEAL; M.T. LIBERAL; L.A.B. DE CASTRO. Produtividade de alguns cultivares de feijão de vagem. Revista Ceres, Viçosa, 21(118): 518-21, 1974.

GOMES, F.P. Curso de Estatística Experimental, 10ª Ed., Piracicaba, Livraria Nobel S/A, 1982. 430p.

HAYNES, J.L. e J.D. SAYRE. Response of corn to within row competition. Agronomy Journal, Madison, 48(8): 362 - 64, 1956.

HODGSON, G.L. e G.E. BLACKMAN. An analysis of the influence of plant density on the growth of *Vicia faba*. I. The influence of density on the pattern of development. Jour. of Experimental Botany, Oxford, 7: 147-65, 1956.

HOLLIDAY, R. Plant population and crop yield. Part I. Field Crop Abstr., Aberystwith, 13: 159-67, 1960a.

HOLLIDAY, R.. Plant population and crop yield. Part II. Field Crop Abstr., Aberystwith, 13: 247-54, 1960b.

IBRAHIM, A.M.; E.J. RYDER e V.E. RUBATZKY. Off-shots vs. stumps as planting materials for globe artichokes. J. Amer. Soc. Hort. Sci., Michigan, 106: 728-31, 1981.

JANICK, J. A ciência da horticultura. São Paulo. Livraria Freitas Bastos, 1968. 485p.

JOHNSON, B.J. e H.B. HARRIS. Influence of plant population on yield and other characteristics of soybeans. Agronomy Journal, Madison, 59: 447-49, 1967.

KOMOCHI, S. Studies of onion density. Annual Meeting Report of Agric. Experimentation in Hokkaido, Japan, 1974.

LEAL, N.R.; A. ARUME e C.M. MENDONÇA. Influência do espaçamento na produção do feijão de vagem. Revista Ceres, Viçosa, 20(111): 399-01, 1973.

LUCAS, R.E. Onion spacing and population studies. East Lansing. M.S.U. Agric. Exp. Sta. Bull. Farm Science, 115: 7p., 1972.

LUCCHESI, A.A.; K. MINAMI; A.N. KALIL F.; J.N. KYRIU e J.P. JUNIOR. Produtividade do rabanete (*Rhapanus sativus* L.) relacionado com a densidade de população. Anais da ESALQ, Piracicaba, 33: 577-82, 1976.

MACK, H.J. e D.L. HATCH. Effects of plant arrangements and population density on yield of bush snap bean. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., Michigan, 92: 418-25, 1968.

- MACK, H.J. High populations boost snap bean and sweet corn yields. Bett. Crops, New York, 53(1): 30-32, 1969.
- MACK, H.J. Effects of row spacings, fertilizer, and harvest dates on table beets. J. Amer. Soc. Hort. Sci., Michigan, 104 (5): 717-20, 1979.
- MACK, H.J. e G.W. VARSEVELD. Response of bush snap beans (*Phaseolus vulgaris* L.) to irrigation and plant density. J. Amer. Soc. Hort. Sci., Michigan, 107(2): 286-90, 1982.
- MACK, H.J. Fertilizer and plant density effects on yield performance and leaf nutrient concentration of bush snap bean. J. Amer. Soc. Hort. Sci., Michigan, 108(4): 574-78, 1983.
- MAESO, C. e J. VILLAMIL. Efecto de la distancia de plantación en la fila sobre el rendimiento de cultivares de cebolla tipo Valenciano. Investigaciones Agronómicas, Montevideo, 2(1): 82-85, 1981.
- MANGUAL-CRESPO, G. Effect of two harvesting system on the yield and seed percentage of snap beans (*Phaseolus vulgaris* L.) in the Isabela area. J. Agric. University of Puerto Rico, Rio Piedras, 61(3): 275-78, 1977.
- MANGUAL-CRESPO, G. e C.J. TORRES. Response of snap beans to increasing plant density. J. Agric. University of Puerto Rico, Rio Piedras, 62(4): 399-403, 1978.
- MAUCK, C.S.; P.J. BREEN e H.J. MACK. Yield response of major pod bearing nodes in bush snap beans to irrigation and plant population. J. Amer. Soc. Hort. Sci., Michigan, 108 (3): 935-39, 1983.

MENEZES SOBRINHO, J.A.; R.F. NOVAIS; H.L. dos SANTOS e L.M.A. SANS. Efeito da adubação nitrogenada, de diferentes espaçamentos entre plantas e da cobertura morta do solo sobre a produção do alho 'Amarante'. Revista Ceres, Viçosa, 21 (115): 203-12, 1974.

MINAMI, K. A densidade e a competição em hortaliças. Atualidades Agronomicas, São Paulo, 1: 38-43, 1973.

MINAMI, K. Análise de crescimento e densidade de população de *Solanum melongena* L. berinjela, cultivada em delineamento sistemático e convencional. 81p. Piracicaba, ESALQ/USP, 1977. (Tese de Doutorado).

MINAMI, K. e C.G.B. DEMETRIO. Efeito da densidade de população sobre a produção de cenoura (*Daucus carota* L.). cv. 'Nantes'. Anais da ESALQ, Piracicaba, 35: 483-90, 1978.

MINAMI, K. Relação entre sistema de plantio e densidade de população de couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) e repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.). 80p. Piracicaba, ESALQ/USP, 1980. (Tese de Livre Docência).

MINAMI, K. e R. VICTORIA FILHO. Efeito da densidade de população de plantas sobre a cultura do repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.). Anais da ESALQ, Piracicaba, 37: 517-26, 1980.

MINAMI, K. e R. VICTORIA FILHO. Efeitos da densidade de população de plantas sobre a cultura de couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.). Anais da ESALQ, Piracicaba, 38: 1-10, 1981.

- MITCHEL, R.E. Stand density, plant distribution, and crop yield. In: The Iowa State University Press, Ed. Crop Growth and Culture. Ames. p.103-24, 1970.
- NELDER, J.A. e A.M. MOSS. The spacing of lettuce in heated glasshouse. Journal of Horticultural Science, London, 31: 177-87, 1956.
- NELDER, J.A. New kinds of systematic design for spacing experiments. Biometrics, Tallahassee, 18: 283-307, 1962.
- NETTO, A.G. Método para avaliação de novas variedades de vagem para industrialização. Bol. do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, 23: 23-33, 1970.
- NIENHUIS, J. e S.P. SINGH. Effects of location and plant density on yield and architectural traits in dry beans. Crop Science, Madison, 25(4): 579-84, 1985.
- ODLAND, M.L. e A.M. PORTER. A study of methods of planting beets. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., Michigan, 41: 255 - 58, 1942.
- PINCHINAT, A.M. Rendimiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) según la densidad y la distribución espacial de siembra. Turrialba, Costa Rica, 24(2): 173-75, 1974.
- RAMOS, G.B. e L.H. CAMACHO. Competencia entre plantas y su efecto en el rendimiento y otras características del frijol 'Caraota' (*Phaseolus vulgaris* L.). Acta Agronomica, Palмира, 19(2): 69-88, 1969.
- ROBINSON, W.B.; D.E. WILSON; J.C. MOYER; J.D. ATKIN e D. B. HAND. Quality versus yield of snap beans for processing. American Society for Horticultural Science, Michigan, 84: 339-47, 1964.

- ROBINSON, F.E. Carrot population density and yield in an arid environment. Agronomy Journal, Madison, 61: 499-500, 1969.
- RODRIGUEZ, A.J.; R. GUADALUPE e J.R. CRUZ. Quality grading of locally grown snap beans for the fresh market. J. Agric. University of Puerto Rico, Rio Piedras, 62(3): 223 - 28, 1978.
- ROGERS, I.S. The effect of plant density on the yield of three varieties of french beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Journal of Horticultural Science, London, 51: 481-88, 1976.
- SALE, P.J. The response of summer lettuce to irrigation and plant spacing. Journal of Horticultural Sciences, London, 41: 31-42, 1966.
- SALTER, P.J. e J.B. WILLIAMS. The effect of irrigation on pea crops grown at different plant densities. Journal of Horticultural Sciences, London, 42: 59-66, 1967.
- SALUZZO, J.A.; H.M. FONTAN e M.I. BUTELER. Efecto de la distribución espacial de las plantas sobre los componentes del rendimiento en poroto pallar (*Phaseolus coccineus* L.). 9ª Reunión Anual de la Asociacion Argentina de Horticultura y 2ª Reunión Latinoamericana de Horticultura, La Plata, Argentina, 11p., 1986.
- SATURNINO, H.M.; M.H.T. MASCARENHAS; P.C.R. FONTES e R.I. SOUZA. Uso de diferentes arranjos de plantas em dois tipos de canteiros de alho (*Allium sativum* L.). Revista de Oleicultura, Lavras, 16: 41-44, 1976.

SAYRE, C.B. Spacing of cannery tomatoes. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., Michigan, 73: 305-11, 1959.

SILVESTRI, G.P. e P. SIVIERO. Effetti di elevate densità di popolazione sul fagiolino per industria. Informatore Agrario, Parma, 37(48): 18307-09, 1981.

SMITTLE, D.A. Response of snap bean to irrigation, nitrogen fertilization, and plant population. J. Amer. Soc. Hort. Sci., Michigan, 101(1): 37-40, 1976.

SOUZA, R.J.; J.P. CAMPOS; H.M. SATURNINO e M.H.T. MASCARENHAS. Efeitos da densidade de plantio e adubação sobre a produção da cultivar de cebola 'Baia Periforme' em Prudente de Merais (MG). Projeto Olericultura, Relatório Anual, 77/78, Belo Horizonte, 1981. p.207-13.

STANG, J.R.; H.J. MACK e K.E. ROWE. Quantitative relation of bush snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.) yield to plant population density. J. Amer. Soc. Hort. Sci., Michigan, 104(6): 872-75, 1979.

TOMPKINS, D.R.; W.A. SISTRUNK e R.D. HORTON. Snap bean yields and quality as influenced by high plant populations. Arkansas Farm Research, Fayetteville, 21(1): 4, 1972.

TOMPKINS, D.R. e R.D. HORTON. Growing snap beans in narrow rows. Arkansas Farm. Research, Fayetteville, 22(3): 15, 1973.

VALDES, J.L.; M.A. VALDES-SAEZ e M.J. GARCIA. Influencia de la densidad de población sobre los rendimientos y sus principales componentes en el cultivo del frijol negro (variedad IAC-Pijao linea 32). Centro Agrícola, Santa Clara, 12(1): 117-126, 1985.

X VINCENT, CH.L. Pea plant population and spacing. Bull. 594, Washington Agric. Exp. Sta. State College of Washington, 9p., 1958.

VITTUM, M.T. e W.T. TAPLEY. Spacing and fertility levels studies with determinate type tomato. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., Michigan, 66: 339-48, 1953.

VITTUM, M.T. e W.T. TAPLEY. Spacing and fertility levels studies with a paste-type tomato. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., Michigan, 69: 323-26, 1956.

WAHAB, M.N.I.; D.H. DABBS e R.J. BAKER. Effects of planting density and design on pod yield of bush snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Can J. Plant Sci., Ottawa, 66: 669-75, 1986.

WARNE, L.G.G. Spacing experiments on vegetables. I. The effect of thinning distance on earliness in globe beet and carrots in Cheshire, 1948. Journal of Horticultural Science, London, 26: 79-83, 1951a.

WARNE, L.G.G. Spacing experiments on vegetables. II. The effect of the thinning distance on the yields of globe beet, long beet, carrots and parsnips grown at a standard inter-row distance in Cheshire, 1948. Journal of Horticultural Science, London, 26: 84-97, 1951b.

WARNE, L.G.G. Spacing experiments on vegetables. IV. The yield of globe beet grown at twelve spacings and two manual levels, in Cheshire, 1948. Journal of Horticultural Science, London, 26: 296-303, 1951c.

WARNE, L.G.G. Spacing experiments on vegetables. VI. A comparison of the results obtained on 1948 and 1949 in experiments on thinning with root crops in Cheshire, with suggestions as to desirable plant populations for these crops. Journal of Horticultural Science, London, 27: 100 - 16, 1952.

WARNE, L.G.G. Spacing experiments on vegetables. VII. The growth and yield of globe beet, parsnips and carrots grown at several spacings in two adjacent fields of different fertility. Journal of Horticultural Science, London, 28: 114-20, 1953a.

WARNE, L.G.G. Spacing experiments on vegetables. VIII. The responses of several varieties of globe beet, long beet and parsnips to changes in the thinning distance. Journal of Horticultural Science, London, 28: 152-53, 1953b.

WILLEY, R.W. e S.B. HEATH. The qualitative relationship between plant population and crop yield. Advances in Agronomy, New York, 21: 281-321, 1969.