

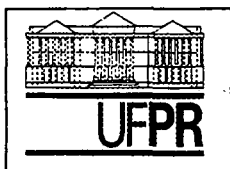
**JOSÉ ANTONIO SCHAMNE**

**ARRANJOS ESPACIAIS INFLUENCIANDO A CULTURA DO  
FEIJOEIRO EM SISTEMA DE SEMEADURA CONVENCIONAL**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do grau de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Edelclaiton Daros

**CURITIBA  
2001**



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E FITOSSANITARISMO  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
PRODUÇÃO VEGETAL

**PARECER**

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, reuniram-se para realizar a arguição da Dissertação de MESTRADO, apresentada pelo candidato **JOSÉ ANTONIO SCHAMNE**, sob o título "**Arranjos Espaciais Influenciando a Cultura do Feijoeiro em Sistema de Semeadura Convencional**", para obtenção do grau de Mestre em Ciências do Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Após haver analisado o referido trabalho e argüido o candidato são de parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação.

Curitiba, 20 de Fevereiro de 2001.



Professor Dr. Jefferson Zagonei  
Primeiro Examinador



Professor Dr. Pedro Ronzelli Júnior  
Segundo Examinador



Professor Dr. Edelclaiton Daros  
Presidente da Banca e Orientador

**Aos meus pais Antonio e Noeli**  
**A meus avós**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pela vida e lHE peço que abençoe todos aqueles que contribuíram na realização do curso e/ou no desenvolvimento deste trabalho, quer seja por meio de esforço braçal, intelectual ou mesmo pelo apoio moral.

Não é possível fazer distinção entre o tamanho da semente de uma erva anual e o de uma árvore centenária. Assim, as contribuições que me foram dadas também não podem ser separadas como sendo de maior ou menor importância. Ao citar nomes, correria o risco de esquecer alguém. Por isso, prefiro dizer a todos muito obrigado.

## **BIOGRAFIA DO AUTOR**

**JOSÉ ANTONIO SCHAMNE**, filho de Antonio Schamne e Noeli do Rocio Fontana Schamne, nasceu em Palmeira, estado do Paraná, em 25 de março de 1977.

Cursou o Ensino Fundamental na Escola Estadual Imaculada Conceição e no Colégio Estadual Dom Alberto Gonçalves, em Palmeira, PR. Concluiu dois cursos técnicos no Ensino Médio, obtendo em ambos a classificação de primeiro lugar: Auxiliar de Contabilidade, no Colégio Estadual Dom Alberto Gonçalves; e Técnico em Agropecuária, no Colégio Agrícola Estadual Getúlio Vargas, em 1994, no município de Palmeira, PR. Ingressou na Universidade Federal do Paraná, no curso de Agronomia, no ano de 1995, da qual recebeu o grau de Engenheiro Agrônomo no ano de 2000, ganhando o Prêmio Professora Regina Maria Moreira, pela classificação de primeiro lugar da turma.

No ano de 1994, fez estágio no Instituto Agrônomo do Paraná, na área de Melhoramento e Genética Vegetal. Em 1996, realizou estágio na Empresa Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural e, em seguida, no Departamento de Bioquímica da Universidade Federal do Paraná. De 1997 a 1999, foi estagiário do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo da Universidade Federal do Paraná. Ainda em 1999, foi monitor da disciplina de Controle de Plantas Daninhas nesta mesma instituição e, em seguida, bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica até o ano de 2000. Em março de 2000 iniciou o Curso de Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal, no Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo da Universidade Federal do Paraná.

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	iv
BIOGRAFIA DO AUTOR.....	v
LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE ANEXOS.....	ix
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xi
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
3 METODOLOGIA.....	10
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
4.1 CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS.....	15
4.2 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS AVALIADAS NO CAULE.....	16
4.2.1 Estatura, diâmetro e número de nós.....	16
4.2.2 Nó do primeiro rácimo, da primeira vagem e nós com rácimos.....	17
4.2.3 Nós com vagens e número de vagens.....	18
4.3 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS AVALIADAS NOS RAMOS.....	19
4.3.1 Número de ramos, de nós por ramo e comprimento de ramos.....	19
4.3.2 Nós com vagens e número de vagens.....	20
4.4 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS AVALIADAS NA PLANTA.....	21
4.4.1 Número de folhas e área foliar.....	21
4.4.2 Nós com vagens e número de vagens.....	22
4.5 MASSA SECA.....	23
4.6 RENDIMENTO, COMPONENTES DE RENDIMENTO E ÍNDICE DE COLHEITA APARENTE.....	24
5 CONCLUSÕES.....	26
6 REFERÊNCIAS.....	27

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Resultados da análise das características químicas do solo da área experimental, em camadas de 0-10 cm e 10-30 cm. EEC/UFPR, Pinhais, PR, 2000. ....	10
TABELA 2 – Resultados da análise das características granulométricas do solo da área experimental, em camadas de 0-10 cm e 10-30 cm. EEC/UFPR, Pinhais, PR, 2000. ....	10
TABELA 3 – Descrição dos estádios em que foram realizadas as avaliações no experimento, no “cultivo das secas”. EEC/UFPR, Pinhais, PR, 2000. ....	11
TABELA 4 – Estatura, diâmetro e número de nós no caule do feijoeiro, variedade ‘FT BIONOBRE’, em quatro espaçamentos e diferentes estádios de desenvolvimento. EEC/UFPR, Pinhais, PR, 2000. ....	17
TABELA 5 – Nó do primeiro rácimo no caule do feijoeiro, variedade ‘FT BIONOBRE’, em quatro espaçamentos e diferentes estádios de desenvolvimento. EEC/UFPR, Pinhais, PR, 2000. ....	18
TABELA 6 – Nó da primeira vagem no caule do feijoeiro, variedade ‘FT BIONOBRE’, em quatro espaçamentos e diferentes estádios de desenvolvimento. EEC/UFPR, Pinhais, PR, 2000. ....	18
TABELA 7 – Número de nós com rácimos no caule do feijoeiro, variedade ‘FT BIONOBRE’, em quatro espaçamentos e diferentes estádios de desenvolvimento. EEC/UFPR, Pinhais, PR, 2000. ....	18
TABELA 8 – Número de nós com vagens e número de vagens no caule do feijoeiro, variedade ‘FT BIONOBRE’, em quatro espaçamentos e diferentes estádios de desenvolvimento. EEC/UFPR, Pinhais, PR, 2000. ....	19
TABELA 9 – Número de ramos, número médio de nós por ramo e comprimento médio de ramos do feijoeiro, variedade ‘FT BIONOBRE’, em quatro espaçamentos e diferentes estádios de desenvolvimento. EEC/UFPR, Pinhais, PR, 2000. ....	20
TABELA 10 – Número de nós com vagens e número de vagens nos ramos do feijoeiro, variedade ‘FT BIONOBRE’, em quatro espaçamentos e diferentes estádios de desenvolvimento. EEC/UFPR, Pinhais, PR, 2000. ....	20
TABELA 11 – Número de folhas e área foliar do feijoeiro, variedade ‘FT BIONOBRE’, em quatro espaçamentos e diferentes estádios de desenvolvimento. EEC/UFPR, Pinhais, PR, 2000. ....	21

- TABELA 12 – Número de nós com vagens e número de vagens do feijoeiro, variedade 'FT BIONOBRE', em quatro espaçamentos e diferentes estádios de desenvolvimento. EEC/UFPR, Pinhais, PR, 2000. .... 22**
- TABELA 13 – Massa seca, em gramas, do caule, ramos, pecíolos, folhas, vagens e total do feijoeiro, variedade 'FT BIONOBRE', em quatro espaçamentos e diferentes estádios de desenvolvimento. EEC/UFPR, Pinhais, PR, 2000. . 24**
- TABELA 14 – Características avaliadas no feijoeiro, variedade 'FT BIONOBRE', no estádio R<sub>9</sub>, no momento da colheita. EEC/UFPR, Pinhais, PR, 2000. .... 25**

## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 – Representação da parcela e avaliações realizadas. .... 13
- FIGURA 2 – Temperatura máxima, mínima e precipitação nos meses de janeiro a abril de 2000. EEC/UFPR, Pinhais, PR. .... 15

## LISTA DE ANEXOS

- ANEXO 1 – Avaliações realizadas no feijoeiro, variedade 'FT BIONOBRE', nos espaçamentos de 0,30 m, 0,40 m, 0,50 m e 0,60 m nos estádios V<sub>4</sub>, R<sub>6</sub>, R<sub>7</sub>, R<sub>8</sub> e R<sub>9</sub>. EEC/UFPR, Pinhais, PR, 2000. .... 31
- ANEXO 2 – Avaliações realizadas no feijoeiro, variedade 'FT BIONOBRE', nos espaçamentos de 0,30 m, 0,40 m, 0,50 m e 0,60 m em dois estádios de desenvolvimento fisiológico. EEC/UFPR, Pinhais, PR, 2000. .... 31
- ANEXO 3 - Avaliações realizadas no feijoeiro, variedade 'FT BIONOBRE', nos espaçamentos de 0,30 m, 0,40 m, 0,50 m e 0,60 m nos estádios R<sub>7</sub>, R<sub>8</sub> e R<sub>9</sub>. EEC/UFPR, Pinhais, PR, 2000. .... 32
- ANEXO 4 - Avaliações realizadas no feijoeiro, variedade 'FT BIONOBRE', nos espaçamentos de 0,30 m, 0,40 m, 0,50 m e 0,60 m nos estádios V<sub>4</sub>, R<sub>6</sub>, R<sub>7</sub> e R<sub>8</sub>. EEC/UFPR, Pinhais, PR, 2000. .... 32
- ANEXO 5 - Análise de variância das avaliações realizadas no feijoeiro, variedade 'FT BIONOBRE', nos espaçamentos de 0,30 m, 0,40 m, 0,50 m e 0,60 m no estádio R<sub>9</sub>. EEC/UFPR, Pinhais, PR, 2000. .... 33

## RESUMO

Com objetivo de determinar o arranjo espacial mais adequado para o feijoeiro, em sistema de semeadura convencional, realizou-se um experimento na Estação Experimental do Cangüiri – UFPR, no período de 13/01 a 18/04/2000 (cultivo das secas), utilizando a variedade 'FT BIONOBRE'. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com quatro tratamentos (espaçamentos de 0,30 m, 0,40 m, 0,50 m e 0,60 m entre fileiras) arranjados em faixas e seis repetições para avaliação do rendimento e seus componentes, bem como do índice de colheita aparente. Para as avaliações das características morfológicas, os tratamentos foram formados por parcelas subdivididas nos estádios de desenvolvimento fisiológico V<sub>4</sub>, R<sub>6</sub>, R<sub>7</sub>, R<sub>8</sub> e R<sub>9</sub>. Cada parcela foi composta de dez fileiras de semeadura com 5,0 m de comprimento. A população foi padronizada nos quatro espaçamentos, pelo desbaste, ficando com média de 8,1; 10,8; 13,5 e 16,2 plantas.m<sup>-1</sup>. Verificou-se que, com o aumento do espaçamento entre fileiras, houve tendência de redução do índice de colheita aparente e de aumento na área foliar. A maior área foliar contribuiu para a redução do rendimento em razão da baixa disponibilidade hídrica. O rendimento das plantas, no espaçamento de 0,30 m, foi superior ao do espaçamento de 0,60 m.

## **ABSTRACT**

A field trial was carried out at Cangüiri Experimental Station of Paraná Federal University from January, 13<sup>th</sup> till April, 18<sup>th</sup> 2000. The objective was to determine the most adequate spatial arrangement for bean in tillage system. The variety used was 'FT BIONOBRE'. The experimental design used to analyse yield, grain weight, seeds per pod and apparent harvest index was a randomized complete block, with four treatments (0.30 m, 0.40 m, 0.50 m and 0.60 m row width) arranged in strips and six replications. In order to evaluate the morphological characteristics, a randomized complete block for width row, with developmental stages V<sub>4</sub>, R<sub>6</sub>, R<sub>7</sub>, R<sub>8</sub> and R<sub>9</sub> split plot on it, was used. Plots were formed by ten rows with 5.0 m length. Population was standardized by thinning in the four width rows, in which remained about 8.1; 10.8; 13.5; and 16.2 plants.m<sup>-1</sup>. Tendency of leaf area increasing and apparent harvest index decreasing was observed when row width was increased. Greater leaf area associated with low water availability contributed to diminish the yield. Yield in 0.30 m row width was greater than the yield in 0.60 m.

## 1 INTRODUÇÃO

A cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) é de grande importância econômica e social. Os grãos constituem fonte de proteína, carboidrato e ferro na dieta das populações de países em desenvolvimento das regiões tropicais e subtropicais, particularmente nas Américas e no leste e sul da África. Em razão da boa adaptação do feijoeiro às mais variadas condições edafometeorológicas do Brasil, este faz parte da maioria dos sistemas produtivos de pequenos e médios produtores, cuja produção destina-se ao consumo familiar e à comercialização do excedente. Mais recentemente, passou a ser cultivado também na época de inverno (período seco), sob irrigação, atraindo médios e grandes produtores, geralmente usuários de tecnologias mais avançadas (6, 26, 46).

Cerca de 65% da produção mundial de feijão se concentra em apenas cinco países: Índia, Brasil, China, Estados Unidos e México. Quando se considera apenas o gênero *Phaseolus*, o Brasil é o maior produtor mundial. No entanto, o rendimento médio nacional é ainda muito baixo, ficando em 679 kg.ha<sup>-1</sup> na safra 1999/2000, mesmo considerando áreas irrigadas, nas quais o rendimento médio chegou a 1.595 kg.ha<sup>-1</sup>. Dentro do contexto nacional, o Paraná situa-se como o maior produtor, atingindo 494.345 t na safra 1999/2000 para uma área colhida de 544.614 ha, representando rendimento médio de 908 kg.ha<sup>-1</sup>. Do total produzido nesse Estado, nessa mesma safra, cerca de 80% resultou da semeadura no cultivo das águas (24, 31, 34, 35, 46).

A competição interespecífica, principalmente entre plantas daninhas e de valor econômico, é muito estudada. Não menos importante, porém pouco conhecida, é a competição intraespecífica, ou seja, entre plantas da mesma espécie, organizadas e manejadas com fins econômicos. Esta competição determina, para cada variedade, a população com maior rendimento e melhor aproveitamento dos recursos e insumos disponíveis, bem como seu arranjo mais adequado.

Quando uma cultura é implantada, o espaçamento entre plantas permite que estas se desenvolvam adequadamente até o momento em que, com o crescimento, começam a competir entre si, ocorrendo alterações morfológicas e fisiológicas. Há remanejamento de fotoassimilados e alteração do surgimento e da senescência de folhas, flores e ramos, bem como influência no rendimento, que é resultado do número de plantas existentes na área pela produção individual destas. A produção por planta depende do arranjo de sua

população no campo e da plasticidade morfológica da espécie, que é fortemente influenciada pelo clima e genótipo.

Se uma população de plantas pode apresentar vários arranjos espaciais e estas podem diferir entre si em seu desenvolvimento morfológico, o que refletirá no rendimento, então haverá um arranjo mais adequado no qual o feijoeiro apresente desenvolvimento morfológico que lhe assegure maior rendimento. Assim, o objetivo geral do trabalho foi determinar o arranjo espacial mais adequado para o feijoeiro, variedade 'FT BIONOBRE', em sistema de semeadura convencional e os objetivos específicos foram analisar o rendimento do feijoeiro e seus componentes, bem como as características morfológicas. Avaliadas as diferenças existentes na cultura que ocorrem em razão dos diferentes arranjos espaciais, espera-se que tais informações sejam levadas em consideração na recomendação do arranjo espacial a ser utilizado nos diferentes sistemas de produção.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

O arranjo espacial das plantas na área de cultivo constitui fator preponderante na definição das relações de competição entre estas, influenciando a produtividade do feijoeiro. Com o aumento do número de plantas por área, existe distribuição diferenciada de luminosidade nos vários estratos do dossel vegetativo da cultura, proporcionando, assim, alteração na utilização da energia solar. Sendo planta  $C_3$ , o feijoeiro satura-se fotossinteticamente em intensidades de luz relativamente baixas. A melhor distribuição da luz pode ser obtida mediante adequado arranjo das plantas, no qual as folhas inferiores recebam maiores taxas de iluminação, aumentando sua contribuição no processo fotossintético. Sendo assim, pode-se buscar maior produtividade por meio da utilização de arranjo espacial mais eqüidistante entre as plantas, fechando os espaçamentos entre as fileiras de semeadura e compensando com menor densidade na fileira. Esta modificação no modelo de semeadura pode resultar na obtenção de altas populações com menor número de plantas nas fileiras (9, 12, 28, 29).

A importância do arranjo espacial pôde ser verificada pelo aumento no rendimento da cultura que ocorreu desde o momento em que os agricultores deixaram de semear em covas e passaram a distribuir o mesmo número de plantas em fileiras, de forma mais eqüidistante. Esta modificação no modelo de semeadura reduziu a competição entre plantas, principalmente quando havia estresse ambiental, fazendo com que fossem obtidos maiores rendimentos (5, 29, 40, 44).

A plasticidade de uma planta refere-se às características morfológicas individuais que os órgãos em desenvolvimento assumem, adaptando-se às condições do ambiente específico de cultivo. A plasticidade dos componentes de rendimento pode facilitar a manutenção de nível de produção estável quando, no desenvolvimento, a variação de um componente compensa a variação de outro (1, 11).

O feijoeiro é formado pela haste principal, denominada de caule, a partir do qual se desenvolvem ramos laterais, que se originam das axilas das folhas. Na haste principal e nos ramos estão os nós dos quais emergem folhas, ramos e estruturas florais. Pode ter hábito de crescimento determinado, em que a emissão e alongação de folhas e ramos cessam no momento do florescimento, ou hábito de crescimento indeterminado, no qual há processo de crescimento mesmo após o florescimento, apresentando desenvolvimento por

maior tempo. As plantas, além de hábito de crescimento diferenciado, podem apresentar relativa desigualdade quanto ao porte, à distribuição de flores e vagens, ao número e tipo de ramificações e à tendência a prostrar-se, necessitando ou não de tutoramento. Assim, as variedades são organizadas em quatro diferentes grupos: tipo I – hábito de crescimento determinado arbustivo, com ramificações eretas e fechadas; tipo II – hábito de crescimento indeterminado arbustivo, com ramificações eretas e fechadas; tipo III – hábito de crescimento indeterminado prostrado, com ramificações abertas; e tipo IV – hábito de crescimento indeterminado trepador (13, 28, 42, 43).

Os estádios de desenvolvimento fisiológico do feijoeiro são:  $V_0$  = germinação;  $V_1$  = emergência;  $V_2$  = folhas primárias abertas;  $V_3$  = primeira folha trifoliolada aberta e plana;  $V_4$  = terceira folha trifoliolada aberta e plana;  $R_5$  = primeiro rácimo floral nos nós inferiores (pré-florescimento);  $R_6$  = primeira flor aberta (florescimento);  $R_7$  = primeira vagem com a corola murcha ainda ligada ou caída (formação de vagens);  $R_8$  = início do enchimento da primeira vagem (enchimento de grãos); e  $R_9$  = maturação fisiológica. Estes estádios são definidos quando 50% ou mais das plantas consideradas apresentam as características descritas (16).

A estatura da planta varia de acordo com as variedades utilizadas (17), podendo também ocorrer variações causadas pelo espaçamento. Assim, esta pode aumentar ou diminuir conforme o espaçamento é, respectivamente, aumentado ou reduzido (23, 33). Quanto ao diâmetro do caule, geralmente há tendência de redução com o aumento da população (33).

As variedades com hábito de crescimento indeterminado prostrado, tipo III, apresentam geneticamente maior potencial de crescimento vegetativo e maior propensão para emitir ramificações, possibilitando rápida cobertura do solo. O mesmo não ocorre com as variedades com hábito de crescimento indeterminado arbustivo, tipo II, as quais apresentam menor número de ramificações laterais e plantas mais eretas (2, 22). As variedades com hábito de crescimento determinado, arbustivas, tipo I, e as com hábito de crescimento indeterminado, com hastes curtas e eretas, tipo II, mostram menor plasticidade do que as variedades com hábito de crescimento indeterminado trepador, tipo IV (11).

Maior desenvolvimento de ramificações laterais das plantas pode ocorrer nas menores densidades, quando há maior espaço dentro da fileira para desenvolvimento de tais estruturas, as quais estão correlacionadas positivamente com a produção de vagens por planta (5, 11, 29). Entretanto, quando ocorre o crescimento de plantas em altas populações, o número de ramos é reduzido. Isto ocorre porque maior população de plantas significa maior índice de área foliar e menor luminosidade disponível para cada planta, condição que

reduz a formação de ramos axilares. As variedades com hábito de crescimento indeterminado produzem menos ramos do que as variedades com hábito de crescimento determinado nesta condição (5, 11, 12, 28).

A interceptação da luz depende da área foliar disponível nas plantas. Maior área foliar significa maior interceptação e, quando as condições meteorológicas são favoráveis ao desenvolvimento da cultura, maior produção de massa verde e de grãos. Não somente a magnitude da área foliar é importante para o aproveitamento adequado da luz solar, mas também a distribuição espacial das plantas, devendo-se sempre procurar reduzir o sombreamento de uma folha pela outra (11, 28).

A área foliar por planta varia inversamente com a população, apresentando seus maiores valores nas menores populações. Este comportamento do feijoeiro indica que a espécie tem alta plasticidade (7, 38). No entanto, há diferenças no comportamento entre as variedades. As com hábito de crescimento indeterminado, tipo ereto, sofrem maior redução na área foliar total por planta do que as com hábito determinado (11).

O índice de área foliar (IAF) representa a extensão da superfície fotossintetizante em relação à área de terreno. Este índice é, portanto, função do número de plantas por área e da área foliar por planta, sendo esta influenciada pelo número de folhas por planta e pela área média de folhas. Além disso, o IAF varia com o desenvolvimento da cultura. Os maiores índices são obtidos nas maiores populações de plantas, o que proporciona maior interceptação da luz e, por conseqüência, maior disponibilidade de fotoassimilados no período de florescimento e formação de vagens. O arranjo de plantas tem efeito significativo no índice de área foliar, que aumenta com a redução do espaçamento. Além disso, em espaçamentos menores, os valores máximos de IAF são mais rapidamente atingidos. De um modo geral, as variedades mais produtivas apresentam maior área foliar. Entretanto, manejos que conduzam a aumento de área foliar em dada variedade devem ser criteriosamente analisados, uma vez que em determinadas condições a distribuição adequada de fotoassimilados entre as diferentes estruturas da planta é mais importante do que a produção total destes (7, 22, 29, 30, 38).

O número de ramos é um componente que está positivamente correlacionado com a produção de vagens por planta e pode ser reduzido pelo cultivo do feijoeiro em altas populações. Essa redução ocorre em razão do decréscimo do número de nós com inflorescências. Conseqüentemente, o número de nós com vagens também é reduzido, não sendo influenciado, no entanto, o número de vagens por ramo (5, 11).

A altura de inserção da primeira vagem é característica de especial interesse para os grandes produtores que realizam colheita mecanizada. Há interesse de que a inserção

da primeira vagem ocorra nos nós mais altos, facilitando a colheita e reduzindo perdas (13, 14). Nos menores espaçamentos entre fileiras, geralmente ocorre aumento na altura de inserção da primeira vagem (22), o mesmo ocorrendo quando se aumenta a população de plantas (2, 22, 29). No entanto, há controvérsias entre resultados, uma vez que tanto existem relatos de aumento na altura de inserção da primeira vagem com o aumento do espaçamento (23) quanto de inserção mais baixa em espaçamentos menores (33).

O número de nós por planta tende a reduzir à medida que se aumenta a população de plantas. Esta diferença ocorre principalmente pela alteração no número de ramos, uma vez que o número de nós por ramo e o de nós na haste não são influenciados pela população. Embora o número de vagens por rácimo e o de nós por ramo não sejam influenciados por altas densidades, a combinação de ambos com o número de nós com rácimos resulta em significativa redução na produção de vagens por ramo. Com o aumento da população, as variedades com hábito de crescimento determinado apresentam menor redução no número total de nós por planta do que as com hábito indeterminado (5, 11).

A produção por planta é função dos componentes que a formam. No feijoeiro, os componentes de rendimento são o número médio de vagens por planta, o número médio de grãos por vagem e a massa média dos grãos (1). As diferenças observadas entre as variedades, com relação aos componentes de rendimento, são de origem genética, podendo-se observar segregação na geração F2 quando são realizados cruzamentos (1, 37). De modo geral, a redução em um ou mais componentes de rendimento leva ao incremento de outros (1, 12, 37). No entanto, quando o feijoeiro é cultivado em condições de baixa competitividade ou estresse, a correlação dos componentes de rendimento geralmente aproxima-se de zero. Assim, acredita-se que os genes que controlam os componentes de rendimento no feijoeiro sejam independentes (1).

Com a redução da população, há decréscimo de produtividade nas variedades com hábito de crescimento determinado, bem como nas de ciclo curto, em virtude de os componentes de rendimento serem pouco alterados. Estas variedades, portanto, apresentam baixa plasticidade. No entanto, altas populações e menores espaçamentos podem representar altas produtividades para estes genótipos, que ficam sujeitos a menor estresse competitivo (11, 12, 21, 29, 45). Já nas variedades com hábito de crescimento indeterminado, a produtividade mantém-se constante em populações menores, por ocorrer aumento no número de vagens por planta e no de grãos por vagem, bem como na massa de grãos (12, 21, 45).

A produtividade da cultura do feijoeiro, algumas vezes, é indiferente à variação da população de plantas, sendo, no entanto, observados efeitos nos componentes de

rendimento. Geralmente, quando a cultura é submetida a maiores densidades, observa-se menor número de vagens e de grãos por planta, bem como redução na massa dos grãos; mas, apesar da redução nos componentes de rendimento, pode ocorrer compensação pelo aumento do número de plantas por área, não sendo influenciada a produtividade final da cultura (2, 3, 4, 27, 29). Entretanto, pode ocorrer aumento no rendimento quando a redução na produção por planta é proporcionalmente menor do que o aumento na população de plantas (4, 17). Há, ainda, possibilidade de não haver influência do aumento da população de plantas na maioria das características agrônômicas e no rendimento (23).

De um modo geral, a produtividade aumenta com a redução do espaçamento dentro da mesma população, o que indica a existência de correlação negativa entre espaçamento e rendimento (18, 21, 29, 30, 40). As diferenças nas produtividades, entre os espaçamentos, são explicadas com base nas diferenças que ocorrem no número de grãos por vagem e na massa de grãos (45).

O número de vagens por planta apresenta correlação significativa e positiva com a produtividade das variedades, sendo o componente de rendimento mais influenciado pelo espaçamento entre fileiras e pelas densidades de semeadura, seguido pelo número de grãos por vagem e pela massa média dos grãos (5, 29, 37, 45). A redução no número de vagens por planta é inversamente proporcional à população de plantas, em razão da maior competição existente nas maiores populações, com grande efeito na produção por planta. A maior variação no número de vagens por planta é induzida pelo estresse populacional, podendo ser atribuída à mudança no número de ramos e ráculos desenvolvidos, uma vez que o número de vagens por ramo não é influenciado pela população (2, 3, 4, 5, 21, 22, 29, 44, 45). Com relação à influência do espaçamento neste componente de rendimento, pode haver efeito tanto positivo quanto negativo, com aumento (3, 4, 21, 27, 37) ou redução (29), respectivamente.

O número de vagens por unidade de área, ao contrário do que ocorre com o número de vagens por planta, aumenta quando se eleva a população. Este fato pode ser resultado do maior índice de área foliar obtido nas maiores populações (12, 22, 44). Quanto aos diferentes arranjos de plantas, observa-se maior produção de vagens por unidade de área em arranjo triangular, provavelmente em razão da utilização de espaçamentos equidistantes em todas as direções (44).

O número de grãos por vagem, outro importante componente de rendimento, geralmente não é influenciado pelo espaçamento e pela densidade de semeadura (4, 22, 27), por apresentar alta herdabilidade, sendo mais relacionado com a variedade utilizada e com o clima (4, 27). Entretanto, há possibilidade de aumento deste componente mediante

redução da densidade de plantas na fileira, bem como pelo aumento do espaçamento entre fileiras (3, 21, 37, 45). Quanto ao número de grãos por planta, há tendência de redução no número de grãos por planta à medida que a densidade na fileira aumenta e/ou o espaçamento entre estas diminui (3, 11, 45).

A massa dos grãos tende a se manter estável em diferentes espaçamentos e densidades de semeadura, por ser característica varietal pouco influenciada pelo meio (4, 21, 27), ainda que tal comportamento tenha sido observado apenas em variedades com hábito de crescimento determinado (45) ou em um dos espaçamentos testados (22). Tem-se observado, ainda, tendência de redução da massa dos grãos à medida que se reduz o espaçamento ou se aumenta a densidade, fato que pode ser justificado em função da maior competição entre plantas nas maiores populações, com conseqüente redução da quantidade de fotoassimilados produzidos por planta destinados ao enchimento das vagens (3, 17, 18, 22, 29, 37, 41, 45).

A compensação entre os componentes de rendimento pelo aumento do número de vagens por planta, de grãos por vagem e da massa de grãos com a redução no número final de plantas por metro quadrado é comum no feijoeiro e em outras espécies de fabáceas (1, 37). Assim, o aumento do número de vagens por planta pode causar redução no de grãos por vagem e na massa dos grãos, resultando em inalterabilidade da produtividade (12).

O arranjo de plantas pode ter efeito significativo no acúmulo de massa seca total (30). As maiores densidades na fileira causam redução na produção de massa seca por planta, em razão da maior competição por água, luz, nutrientes e espaço físico (4).

O estande final, importante para a produtividade de uma cultura, pode ser prejudicado quando se eleva a densidade de plantas na fileira, em razão do provável aumento da incidência de fungos de solo causadores de podridão na raiz (8, 12, 32), além de que, em períodos de restrição de umidade no solo, há maior ocorrência de morte de plantas pouco vigorosas (41).

Existem índices utilizados para determinar a eficiência de uma cultura. O índice de produção é um deles, sendo determinado dividindo-se a produção de grãos na área cultivada pela quantidade de sementes semeada. Este índice tende a aumentar com a redução da população (12). Outro índice é o índice de colheita, que é obtido dividindo-se a massa seca dos grãos pela massa seca total da planta (2, 45). Atualmente, tem-se dado preferência à utilização do termo índice de colheita aparente, que é obtido pela divisão da massa seca dos grãos pelo rendimento biológico aparente, sendo que este último representa a massa seca total da planta, desconsiderando, porém, a massa seca das raízes, dos pecíolos e das folhas, os dois últimos ausentes no estágio  $R_0$  (39). O fator mais

importante na queda do índice de colheita aparente nas maiores densidades é a competição por luz que provoca redução dos componentes primários da produção de grãos (3).

Com o aumento da população, há redução do índice de colheita aparente para variedades com crescimento prostrado, mas este se mantém relativamente constante para variedades de porte ereto. Isto indica que, proporcionalmente, nas variedades de porte ereto, mais fotoassimilados são destinados à produção de grãos quando se reduz a população (12, 45). A relação entre fotoassimilados destinados ao crescimento e desenvolvimento vegetativos e fotoassimilados destinados ao desenvolvimento reprodutivo é mais dependente da população nas variedades com hábito de crescimento indeterminado do que nas com hábito determinado (12).

O ideótipo de planta para altas populações é aquela com menor número de ramos e maior número de vagens por ramos. Isto significa maior número de vagens por unidade de área e, conseqüentemente, maior produtividade (5).

Embora os maiores índices de produtividade venham sendo obtidos nos espaçamentos menores, estes não têm sido recomendados, principalmente pelas dificuldades na realização dos tratos culturais (29). Outro fator a ser considerado nestes espaçamentos é o maior gasto de sementes por área, quando se mantém a densidade de plantas por metro. Muitas vezes, apesar do incremento na produtividade, a adoção desta tecnologia não é viável quando se faz a análise econômica (3, 21).

### 3 METODOLOGIA

O experimento foi instalado a campo e conduzido no período do “cultivo das secas”, de 13/01 a 18/04/2000, na área da Estação Experimental do Cangüiri (EEC), de propriedade da Universidade Federal do Paraná (UFPR), localizada no Município de Pinhais, Região Sudeste do Paraná, ao norte da Região Metropolitana de Curitiba, com altitude média de 925 m e coordenadas de 25° 25' de latitude Sul e 49° 10' de longitude Oeste.

A região está localizada no Primeiro Planalto Paranaense e, segundo classificação de Köepen, apresenta clima tipo Cfb – temperado propriamente dito, com temperatura média no mês mais frio abaixo de 18° C e do mês mais quente abaixo de 22° C (mesotérmico), verões frescos, média anual de precipitação pluvial total e de umidade relativa do ar, respectivamente, de 1.500 mm e de 80%, sem estação seca definida e 10 a 25 dias com geadas por ano (25).

O solo é pertencente à unidade de mapeamento LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, A proeminente, textura argilosa, fase campo subtropical e relevo suave ondulado (15). Os resultados da análise de suas características químicas e granulométricas encontram-se nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

TABELA 1 – Resultados da análise das características químicas do solo da área experimental, em camadas de 0-10 cm e 10-30 cm. EEC/UFPR, Pinhais, PR, 2000.<sup>1</sup>

Amostra	pH CaCl <sub>2</sub>	Al <sup>+3</sup>	H+Al	Ca <sup>+2</sup> +Mg <sup>+2</sup>	Ca <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	T	P mg/dm <sup>3</sup>	C g/dm <sup>3</sup>	pH SMP	V %
		cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>									
0-10	5,10	0,00	6,70	16,40	11,10	0,44	23,54	26,0	29,3	5,60	71,54
10-30	5,10	0,00	6,70	15,90	10,90	0,24	22,84	18,0	26,3	5,60	70,67

<sup>1</sup>Análise realizada no laboratório de Análises de Solos do Departamento de Solos – UFPR.

TABELA 2 – Resultados da análise das características granulométricas do solo da área experimental, em camadas de 0-10 cm e 10-30 cm. EEC/UFPR, Pinhais, PR, 2000.<sup>1</sup>

Amostra	Areia Fina	Areia Grossa	Silte	Argila
	g/kg			
0-10	80	100	440	380
10-30	80	100	400	420

<sup>1</sup>Análise realizada no laboratório de Análises de Solos do Departamento de Solos – UFPR.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro

tratamentos (espaçamentos de 0,30 m, 0,40 m, 0,50 m e 0,60 m entre fileiras) arranjados em faixas e seis repetições para avaliação do rendimento, da massa média de 100 grãos, do número médio de grãos por vagem e do índice de colheita aparente. Para as demais avaliações, os tratamentos foram formados por parcelas subdivididas nos estádios de desenvolvimento fisiológico V<sub>4</sub>, R<sub>6</sub>, R<sub>7</sub>, R<sub>8</sub> e R<sub>9</sub>, sendo o número de subparcelas variável, conforme pode ser observado na Tabela 3. Cada parcela foi composta por dez fileiras de semeadura, tendo 5,0 m de comprimento e largura de 3,0 m, 4,0 m, 5,0 m e 6,0 m, de acordo com os espaçamentos utilizados. A área total do experimento foi de 630 m<sup>2</sup> (18,0 m x 35,0 m), sendo os blocos separados por ruas de 1,0 m.

TABELA 3 – Descrição dos estádios em que foram realizadas as avaliações no experimento, no “cultivo das secas”. EEC/UFPR, Pinhais, PR, 2000.

Avaliações	Estádios					Número de subparcelas	
	V4	R6	R7	R8	R9		
Caule	Estatuta	X	X	X	X	X	5
	Diâmetro	X	X	X	X	X	
	Número de nós	X	X	X	X	X	
	Massa seca	X	X	X	X	X	
Ramos	Número	X	X	X	X	X	5
	Número de nós	X	X	X	X	X	
	Comprimento	X	X	X	X	X	
	Massa seca	X	X	X	X	X	
Folha	Número	X	X	X	X	-	4
	Área	X	X	X	X	-	
	Massa seca	X	X	X	X	-	
Pecíolo	Massa seca	X	X	X	X	-	4
Caule	Nº de nós com vagens	-	-	X	X	X	3
	Número de vagens	-	-	X	X	X	
Ramos	Nº de nós com vagens	-	-	X	X	X	3
	Número de vagens	-	-	X	X	X	
Vagens	Massa seca	-	-	X	X	X	
Caule	Nó do 1º rácimo	-	X	X	-	-	2
	Nó da 1ª vagem	-	-	-	X	X	
	Nº de nós com rácimos	-	X	X	-	-	
Ramos	Nº de nós com rácimos	-	X	X	-	-	

O experimento foi instalado em sistema de semeadura convencional, tendo como antecessora a cultura do milho, no verão e pousio, no inverno. Foi utilizada a variedade 'FT BIONOBRE' Tipo II, porte ereto, que possui sementes com tegumento de cor preta fosca e destaca-se pela produtividade e qualidade de grãos, bem como pela possibilidade da realização de colheita mecanizada (19). No preparo do solo, foi realizada uma aração profunda com arado de disco, seguida de duas gradagens, sendo a primeira realizada com grade aradora e a segunda, com grade niveladora. A adubação foi a equivalente a 300 kg.ha<sup>-1</sup> do formulado N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O 4-30-10. A semeadura foi feita no dia 13/01/2000, sendo colocadas aproximadamente 25 sementes por metro. O estágio V<sub>1</sub> ocorreu no dia 17/01. O desbaste foi realizado no estágio V<sub>3</sub>, 17 dias após a emergência (DAE), padronizando-se a população para 270 mil plantas.ha<sup>-1</sup>. Os espaçamentos de 0,30 m, 0,40 m, 0,50 m e 0,60 m entre fileiras ficaram, em média, com 8,1, 10,8, 13,5, e 16,2 plantas.m<sup>-1</sup>, respectivamente. A adubação de cobertura também foi realizada no estágio V<sub>3</sub>, 20 DAE, sendo aplicado o equivalente a 50 kg.ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, na forma de uréia, que foi incorporada ao solo com enxada para evitar perdas por volatilização.

Quanto ao manejo fitossanitário da cultura foi realizado tratamento de sementes com Carbendazin (Derosal 500 SC) e Thiodicarb (Semevin 350 RPA), nas doses de 100 mL do produto comercial (p.c.)/100 kg de semente e 1,5 L do p.c./100 kg de semente, respectivamente. Aos 8 DAE, aplicou-se Chlorpyrifós (Lorsban 480 BR), na dose de 1,25 L do p.c./ha para o controle de *Elasmopalpus lignosellus*. Aos 17 DAE, foram utilizados os herbicidas fluazifop-p-butil (Fusilade 125) e fomesafen (Flex) nas doses de 1,5 L do p.c./ha e 1,0 L do p.c./ha, respectivamente. Aos 24 DAE, utilizou-se Bentazon (Basagran), na dose de 1,5 L do p.c./ha, para controle de *Cyperus esculentus*. Para controle de doenças, utilizou-se Chlorothalonil (Cerconil PM), na dose de 2,0 kg de p.c./ha, aos 38 DAE (10).

As avaliações foram realizadas nos estádios de desenvolvimento fisiológico V<sub>4</sub>, R<sub>6</sub>, R<sub>7</sub>, R<sub>8</sub> e R<sub>9</sub>. As fileiras utilizadas para as avaliações são apresentadas na Figura 1, sendo que em todas desprezou-se 0,50 m nas extremidades como bordadura.

Nos estádios de desenvolvimento V<sub>4</sub>, R<sub>6</sub>, R<sub>7</sub> e R<sub>8</sub>, foram realizadas as seguintes avaliações em amostras de dez plantas: estatura e diâmetro do caule; nó do primeiro rácimo e da primeira vagem no caule; número de folhas; número e comprimento de ramos, número de nós no caule e nos ramos; número de nós com rácimos no caule e nos ramos; número de nós com vagens no caule e nos ramos; número de vagens no caule e nos ramos; massa seca do caule, dos pecíolos, das folhas, dos ramos, das vagens e total, após os referidos materiais serem secados em estufa ventilada, à temperatura de 75° C até massa constante; e área foliar, determinada com integrador automático modelo AAC – 400.

A colheita foi realizada quando a cultura estava no estágio de desenvolvimento fisiológico R<sub>9</sub> (92 DAE). Nesta última etapa, foram realizadas as seguintes avaliações na amostra de dez plantas: estatura e diâmetro do caule; nó da primeira vagem no caule; número e comprimento de ramos, número de nós no caule e nos ramos; número de nós com vagens no caule e nos ramos; número de vagens no caule e nos ramos; número de grãos; massa seca do caule, dos ramos, das vagens e total, após os referidos materiais serem secados em estufa ventilada, à temperatura de 75° C até massa constante; massa média de 100 grãos, obtida pela média de três amostras; e índice de colheita aparente (ICa), calculado pela fórmula:

$$\text{ICa} = \frac{\text{massa seca dos grãos}}{\text{massa seca da parte aérea}} \times 100$$

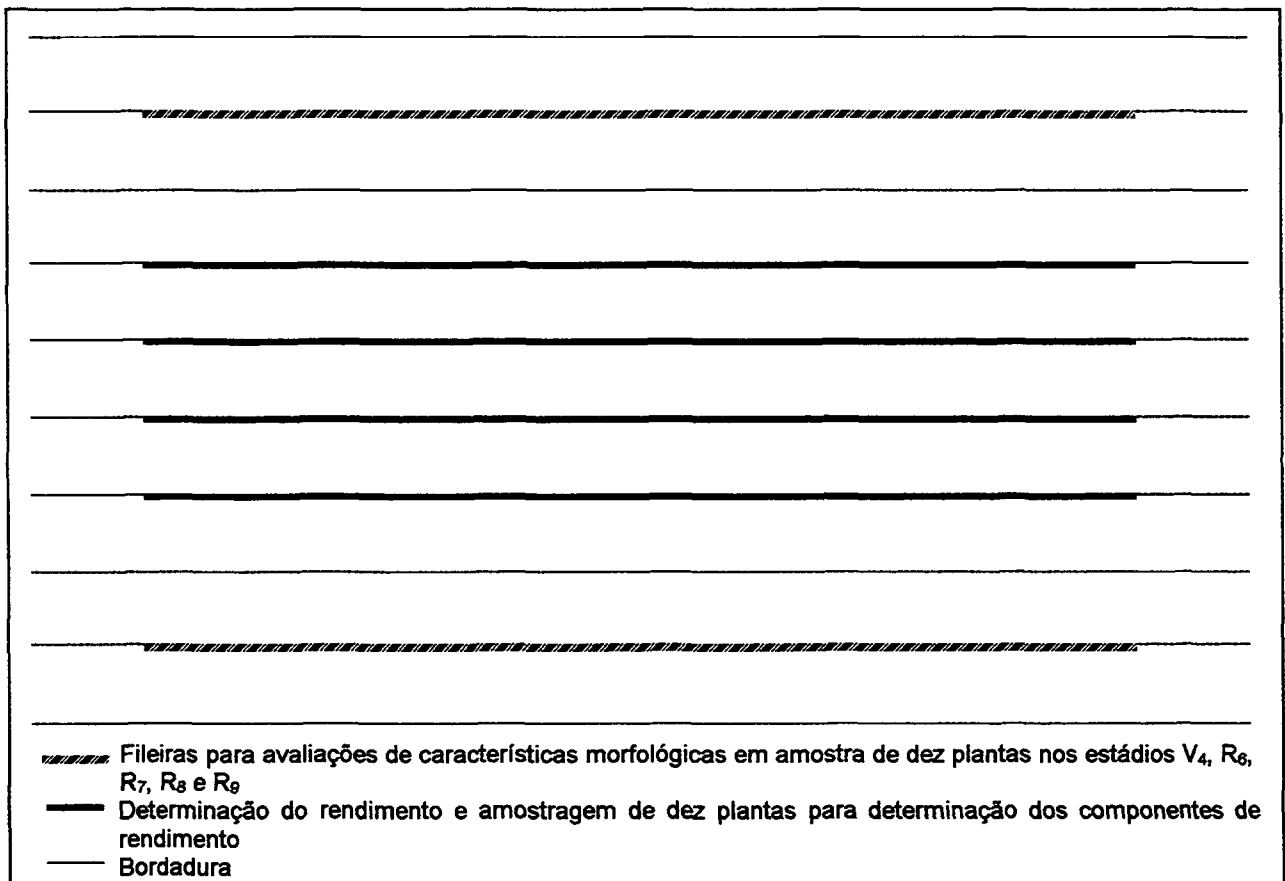


FIGURA 1 – Representação da parcela e avaliações realizadas.

Na área útil de cada parcela, foram feitas as seguintes avaliações: massa de grãos para obtenção do rendimento equivalente em kg.ha<sup>-1</sup> e umidade da massa de grãos (U%), calculada pela fórmula a seguir, em que M<sub>u</sub> representa a massa úmida da amostra e M<sub>s</sub>, sua massa seca após permanência em estufa por 24 horas à temperatura de 100° C. Cálculo

semelhante foi realizado posteriormente para corrigir o rendimento em  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  para umidade de 13%.

$$U\% = \frac{M_u - M_s}{M_u} \times 100$$

Os resultados foram submetidos à análise estatística, verificando-se primeiramente a homogeneidade de variâncias, pelo teste de Bartlett. As variáveis cujas variâncias se mostraram homogêneas tiveram seus tratamentos analisados por meio do teste F. Quando este revelou existirem diferenças estatisticamente significativas entre médias de tratamentos, estas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (20, 36).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS

As condições meteorológicas do período em que foi desenvolvido o experimento são apresentadas na Figura 2. Durante todo o ciclo da cultura do feijoeiro houve precipitação de 188,2 mm, abaixo dos 300 mm necessários para produção a contento (13). No início do desenvolvimento da cultura, a baixa precipitação restringiu o porte do feijoeiro, enquanto que nos períodos críticos em que o rendimento é definido (floração, formação e enchimento de vagens), tal condição limitou a produtividade. A temperatura oscilou entre 11,6° C e 30,9° C, não havendo problemas com extremos.

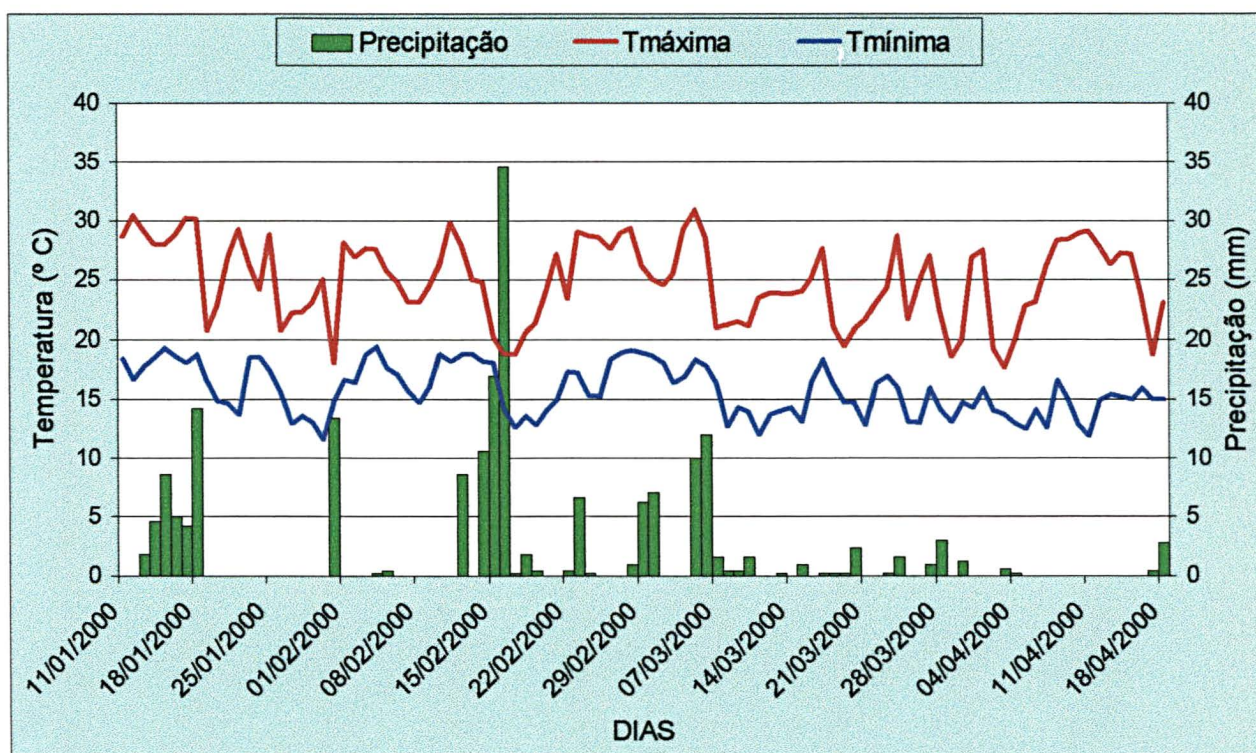


FIGURA 2 – Temperatura máxima, mínima e precipitação nos meses de janeiro a abril de 2000. EEC/UFPR, Pinhais, PR.

## 4.2 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS AVALIADAS NO CAULE

### 4.2.1 Estatura, diâmetro e número de nós

Embora no momento da colheita (estádio R<sub>9</sub>) todas as plantas apresentassem igual estatura, houve diferenças durante o desenvolvimento das mesmas. Pode-se observar, na Tabela 4, que em todos os espaçamentos as plantas tiveram estatura semelhante até o estágio R<sub>6</sub>, sendo que nos espaçamentos de 0,50 m e 0,60 m esta situação repetiu-se por todo o ciclo do feijoeiro. As plantas do espaçamento de 0,30 m apresentaram aumentos constantes na estatura até o estágio R<sub>8</sub>, ao passo que nos demais espaçamentos, aumento significativo ocorreu até o estágio R<sub>6</sub> (0,40 m) ou R<sub>7</sub> (0,50 m e 0,60 m).

Os resultados obtidos confirmam que não há efeito significativo de diferentes espaçamentos na estatura de plantas no momento da colheita (17). No entanto, contrariam resultados em que se verificou maior estatura de plantas com aumento do espaçamento (23, 33).

Observa-se que a estatura do feijoeiro foi relativamente baixa. Isto ocorreu em razão da redução no comprimento dos entrenós, visto que o número de nós no caule foi o característico das plantas de hábito de crescimento tipo II (43). Esta redução pode ter ocorrido em razão da baixa precipitação ocorrente no período de desenvolvimento vegetativo.

O diâmetro médio do caule das plantas não mostrou grandes diferenças entre os estádios, o que indica que o seu desenvolvimento ocorreu até a planta atingir o estágio V<sub>4</sub>. Entre os espaçamentos, os valores foram muito semelhantes, apesar de existirem diferenças significativas em alguns estádios. Embora esta característica seja influenciada pela população (33), os diferentes arranjos desta não a influenciaram. O diâmetro do caule foi suficiente para suportar o feijoeiro, pois, apesar de o acamamento não ter sido avaliado quantitativamente, visualmente as plantas apresentaram-se eretas em todos os tratamentos.

Em todos os espaçamentos testados o número de nós do caule teve grande aumento do estágio V<sub>4</sub> para o estágio R<sub>6</sub>, o que evidencia grande taxa de desenvolvimento neste período. O número de nós teve aumento significativo até o estágio R<sub>6</sub> (0,40 m) ou R<sub>7</sub> (0,30 m, 0,50 m e 0,60 m). Não houve diferenças consideráveis entre os espaçamentos, uma vez que tal característica é mais relacionada ao genótipo utilizado e ao hábito de crescimento que às condições do ambiente (5,11).

TABELA 4 – Estatura, diâmetro e número de nós no caule do feijoeiro, variedade 'FT BIONOBRE', em quatro espaçamentos e diferentes estádios de desenvolvimento. EEC/UFPR, Pinhais, PR, 2000.

	ESP (m)	ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO				
		V <sub>4</sub>	R <sub>6</sub>	R <sub>7</sub>	R <sub>8</sub>	R <sub>9</sub>
ESTATURA (cm)	0,30	14,8 d A	31,1 c A	39,2 b B	47,7 a A	47,7 a A
	0,40	16,6 b A	37,1 a A	44,6 a AB	40,3 a B	41,0 a A
	0,50	20,0 c A	37,4 b A	47,4 a A	50,3 a A	45,7 a A
	0,60	15,7 c A	31,9 b A	47,7 a A	51,8 a A	47,1 a A
DIÂMETRO (cm)	0,30	0,40 ab A	0,38 b B	0,43 ab A	0,44 a B	0,43 ab A
	0,40	0,44 ab A	0,48 a A	0,47 a A	0,40 b B	0,40 b A
	0,50	0,44 a A	0,37 b B	0,46 a A	0,44 a B	0,42 a A
	0,60	0,44 b A	0,37 c B	0,44 b A	0,52 a A	0,41 bc A
NÚMERO DE NÓS	0,30	6,6 c A	11,5 b AB	13,2 a A	14,2 a AB	13,3 a A
	0,40	7,2 b A	12,6 a A	12,7 a A	12,1 a C	12,6 a A
	0,50	7,5 c A	11,7 b AB	13,2 a A	12,8 ab BC	12,2 ab A
	0,60	7,0 d A	11,0 c B	13,3 ab A	14,4 a A	12,7 b A

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na horizontal e maiúscula na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.  
Análise de variância apresentada no Anexo 1.

#### 4.2.2 Nó do primeiro rácimo, da primeira vagem e nós com rácimos

Observa-se nas Tabelas 5 e 6 que o aparecimento do primeiro rácimo e da primeira vagem ocorreu no sexto nó ou próximo deste. O nó médio de aparecimento do primeiro rácimo foi estatisticamente superior aos demais nos espaçamentos de 0,30 m e 0,40 m. No entanto, esta diferença não teve importância prática, visto que o mesmo não ocorreu no nó de aparecimento da primeira vagem.

Nas variedades de hábito de crescimento indeterminado, como a 'FT BIONOBRE', o primeiro rácimo geralmente aparece entre o quinto e o oitavo nó e, acima deste, progressivamente, vão surgindo os demais (43). O fato de o nó do primeiro rácimo ser, praticamente, o nó da primeira vagem demonstra que os primeiros rácimos formados geralmente não são abortados, uma vez que há quantidade suficiente de fotoassimilados para a formação de vagens no início da alteração da relação fonte-dreno. Depois disso, as vagens já formadas passam a ser o dreno principal e ocorre maior abortamento de flores (13).

O número de nós com rácimos não foi alterado pelo arranjo espacial. Verificou-se influência apenas dos estádios, sendo observado o maior valor no estádio R<sub>7</sub>. Houve, no entanto, diferentes taxas de abortamento entre as plantas nos diferentes arranjos. Comparando-se o número de nós com rácimos no estádio R<sub>7</sub> com o número de nós com vagens no estádio R<sub>9</sub>, apresentado na Tabela 8, verifica-se que a diferença entre o primeiro e o segundo é crescente à medida que o espaçamento é aumentado, variando de 42% a

58%. Tais reduções são consideradas normais para a cultura, independente das condições ambientais (28).

TABELA 5 – Nó do primeiro rácimo no caule do feijoeiro, variedade 'FT BIONOBRE', em quatro espaçamentos e diferentes estádios de desenvolvimento. EEC/UFPR, Pinhais, PR, 2000.

ESPAÇAMENTO (m)	ESTÁDIOS		MÉDIA
	R <sub>6</sub>	R <sub>7</sub>	
0,30	5,5	6,2	5,9 AB
0,40	6,5	6,3	6,4 A
0,50	5,4	5,6	5,5 B
0,60	5,3	5,7	5,5 B

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Análise de variância apresentada no Anexo 2.

TABELA 6 – Nó da primeira vagem no caule do feijoeiro, variedade 'FT BIONOBRE', em quatro espaçamentos e diferentes estádios de desenvolvimento. EEC/UFPR, Pinhais, PR, 2000.

ESPAÇAMENTO (m)	ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO	
	R <sub>8</sub>	R <sub>9</sub>
0,30	6,58 a A	6,42 a A
0,40	6,23 a AB	6,65 a A
0,50	6,48 a AB	6,57 a A
0,60	5,93 b B	6,70 a A

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na horizontal e maiúscula na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Análise de variância apresentada no Anexo 2.

TABELA 7 – Número de nós com rácimos no caule do feijoeiro, variedade 'FT BIONOBRE', em quatro espaçamentos e diferentes estádios de desenvolvimento. EEC/UFPR, Pinhais, PR, 2000.

ESPAÇAMENTO (m)	ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO	
	R <sub>6</sub>	R <sub>7</sub>
0,30	5,9	7,1
0,40	7,0	6,8
0,50	6,9	8,1
0,60	6,7	8,2
MÉDIA	6,6 b	7,6 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Análise de variância apresentada no Anexo 2.

#### 4.2.3. Nós com vagens e número de vagens

Observa-se na Tabela 8 que o número de nós com vagens no caule, no espaçamento de 0,50 m, foi superior aos demais, no estádio R<sub>7</sub>. No entanto, no estádio R<sub>8</sub>, o espaçamento de 0,60 m teve o maior valor. Em ambos os espaçamentos, houve queda

de vagens, ficando o caule do feijoeiro, no estágio R<sub>9</sub>, com três a quatro nós com vagens, em todos os espaçamentos. O número de vagens no caule teve o mesmo comportamento do número de nós com vagens. A queda de vagens jovens (abortamento) ocorreu, provavelmente, em razão da baixa precipitação. No estágio R<sub>9</sub>, o número de vagens no caule representou aproximadamente 50% das vagens encontradas na planta.

TABELA 8 – Número de nós com vagens e número de vagens no caule do feijoeiro, variedade 'FT BIONOBRE', em quatro espaçamentos e diferentes estádios de desenvolvimento. EEC/UFPR, Pinhais, PR, 2000.

	ESPAÇAMENTO (m)	ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO		
		R <sub>7</sub>	R <sub>8</sub>	R <sub>9</sub>
NÓS COM VAGENS	0,30	2,5 b C	4,8 a AB	4,0 a A
	0,40	3,8 a B	3,8 a B	3,1 a A
	0,50	5,3 a A	3,8 b B	3,5 b A
	0,60	3,8 b B	5,9 a A	3,4 b A
NÚMERO DE VAGENS	0,30	3,7 c C	8,3 a A	6,0 b A
	0,40	6,7 a AB	6,2 ab B	4,7 b A
	0,50	8,4 a A	6,1 b B	5,3 b A
	0,60	6,2 b B	9,8 a A	5,4 b A

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na horizontal e maiúscula na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.  
Análise de variância apresentada no Anexo 3.

#### 4.3 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS AVALIADAS NOS RAMOS

##### 4.3.1 Número de ramos, de nós por ramo e comprimento de ramos

O número de ramos, apresentado na Tabela 9, não foi diferente entre os espaçamentos, do estágio R<sub>7</sub> ao R<sub>9</sub> e, no estágio V<sub>4</sub>, tinha valor já praticamente definido. A semelhança no número de ramos entre os diferentes arranjos espaciais pode ser explicada pelo hábito de crescimento Tipo II da variedade 'FT BIONOBRE', que apresenta baixa variação desta característica em diferentes condições ambientais (2,22).

O mesmo não ocorreu, no entanto, com o número médio de nós por ramo e, conseqüentemente, com o comprimento de cada ramo. Em ambas as características, as plantas dos espaçamentos de 0,30 m e de 0,60 m apresentaram os maiores valores nos estádios R<sub>8</sub> e R<sub>9</sub>. O maior comprimento de ramos do feijoeiro no espaçamento de 0,30 m pode ser explicado pela distribuição mais eqüidistante das plantas. No espaçamento de 0,60 m, a proximidade entre as plantas dentro da fileira associada à distância entre as fileiras pode ter causado aumento no comprimento dos ramos lateralmente, em busca de luminosidade.

TABELA 9 – Número de ramos, número médio de nós por ramo e comprimento médio de ramos do feijoeiro, variedade 'FT BIONOBRE', em quatro espaçamentos e diferentes estádios de desenvolvimento. EEC/UFPR, Pinhais, PR, 2000.

	ESP (m)	ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO				
		V <sub>4</sub>	R <sub>6</sub>	R <sub>7</sub>	R <sub>8</sub>	R <sub>9</sub>
NÚMERO DE RAMOS	0,30	2,0 b B	2,4 ab C	2,9 a A	2,2 ab A	2,3 ab A
	0,40	3,0 b A	4,0 a A	3,3 ab A	2,0 c A	2,8 bc A
	0,50	2,6 ab AB	3,2 a B	2,8 ab A	2,0 b A	2,2 b A
	0,60	2,5 a AB	2,7 a BC	2,8 a A	2,7 a A	2,5 a A
Nº MÉDIO DE NÓS POR RAMO	0,30	1,3 c A	4,3 b A	3,7 b A	5,4 a A	5,9 a A
	0,40	1,5 c A	3,2 b B	3,4 ab A	4,2 a B	3,8 ab B
	0,50	1,3 b A	3,2 a B	3,5 a A	3,9 a B	4,0 a B
	0,60	1,5 c A	3,2 b B	3,8 b A	5,3 a A	5,3 a A
COMPRIMENTO DE RAMOS <sup>1</sup> (cm)	0,30	2,3 d A	9,1 c A	13,2 b A	20,5 a A	19,6 a AB
	0,40	2,6 c A	8,2 b A	12,3 a A	13,3 a B	14,4 a C
	0,50	3,2 c A	7,8 b A	13,3 a A	14,8 a B	16,7 a BC
	0,60	2,8 d A	8,2 c A	14,8 b A	22,3 a A	20,8 a A

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na horizontal e maiúscula na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Análise de variância apresentada no Anexo 1.

<sup>1</sup> Comprimento de todos os ramos dividido pelo número de ramos

#### 4.3.2 Nós com vagens e número de vagens

Observa-se na Tabela 10 que o número de nós com vagens nos ramos permaneceu praticamente constante entre os estádios, com exceção das plantas no espaçamento de 0,50 m, nas quais houve redução significativa do estádio R<sub>7</sub> para o R<sub>8</sub>. Em R<sub>9</sub>, não houve diferenças quanto ao número de nós com vagens, sendo que aproximadamente 35% dos nós dos ramos apresentaram vagens. As plantas do espaçamento de 0,50 m apresentaram menor número de vagens, o que indica que houve menor número de vagens por nó neste tratamento.

TABELA 10 – Número de nós com vagens e número de vagens nos ramos do feijoeiro, variedade 'FT BIONOBRE', em quatro espaçamentos e diferentes estádios de desenvolvimento. EEC/UFPR, Pinhais, PR, 2000.

	ESPAÇAMENTO (m)	ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO		
		R <sub>7</sub>	R <sub>8</sub>	R <sub>9</sub>
NÓS COM VAGENS	0,30	3,2 a B	4,6 a AB	4,4 a A
	0,40	4,2 a AB	3,0 a B	3,8 a A
	0,50	4,9 a A	3,0 b B	3,3 b A
	0,60	4,8 a AB	6,1 a A	4,8 a A
NÚMERO DE VAGENS	0,30	3,2 b C	6,1 a B	6,0 a A
	0,40	5,9 a AB	3,7 b C	5,2 a AB
	0,50	6,6 a A	4,1 b C	4,4 b B
	0,60	5,1 b B	8,0 a A	5,3 b AB

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na horizontal e maiúscula na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Análise de variância apresentada no Anexo 3.

A taxa de redução do número de nós com vagens do estádio R<sub>8</sub> para o R<sub>9</sub> foi menor do que aquela observada no caule. O aumento observado em alguns tratamentos, em ambas as características, do estádio R<sub>8</sub> para o R<sub>9</sub>, provavelmente ocorreu em razão do efeito da amostragem, visto que foram coletadas diferentes plantas para cada estádio analisado.

#### 4.4 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS AVALIADAS NA PLANTA

##### 4.4.1 Número de folhas e área foliar

Observa-se na Tabela 11 que o número de folhas teve o maior aumento do estádio V<sub>4</sub> até o estádio R<sub>6</sub>, havendo pouco incremento nos demais estádios. Observa-se que, à medida que se aumenta o espaçamento, há tendência de redução na taxa de aparecimento de novas folhas, havendo, porém, maior período de surgimento destas, indo este até o estádio R<sub>7</sub> no espaçamento de 0,60 m. Não houve diferenças significativas entre os espaçamentos, com exceção do estádio R<sub>8</sub>, no qual os espaçamentos de 0,40 m e 0,50 m tiveram os menores valores. Isto indica que o processo de abscisão de folhas e pecíolos provavelmente já havia iniciado nestes espaçamentos.

TABELA 11 – Número de folhas e área foliar do feijoeiro, variedade 'FT BIONOBRE', em quatro espaçamentos e diferentes estádios de desenvolvimento. EEC/UFPR, Pinhais, PR, 2000.

	ESPAÇAMENTO (m)	ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO			
		V <sub>4</sub>	R <sub>6</sub>	R <sub>7</sub>	R <sub>8</sub>
NÚMERO DE FOLHAS	0,30	7,9 b A	18,7 a A	19,0 a A	21,2 a A
	0,40	10,2 c A	19,5 ab A	20,6 a A	15,8 b B
	0,50	10,0 c A	17,5 ab A	20,6 a A	16,3 b B
	0,60	9,2 c A	15,3 b A	20,8 a A	24,2 a A
ÁREA FOLIAR (mm <sup>2</sup> )	0,30	20470 c B	47780 b B	61740 a A	69550 a A
	0,40	30950 b AB	67310 a A	69440 a A	37560 b B
	0,50	34000 b A	59270 a AB	65010 a A	36830 b B
	0,60	24700 c AB	50940 b B	74380 a A	67220 a A

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na horizontal e maiúscula na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Análise de variância apresentada no Anexo 4.

Observa-se que as plantas dos espaçamentos de 0,40 m e 0,50 m tiveram maior área foliar no estádio V<sub>4</sub>, apresentando, no entanto, os menores valores no estádio R<sub>8</sub>, em razão do início antecipado do processo de abscisão. O espaçamento de 0,30 m, apesar de ser o que apresentou o menor valor no estádio V<sub>4</sub>, foi o único a apresentar incremento na

área foliar até o estágio R<sub>8</sub>. No estágio R<sub>7</sub>, não foram verificadas diferenças significativas entre os espaçamentos. Estes resultados mostraram que houve diferença apenas quanto ao desenvolvimento da área foliar.

#### 4.4.2 Nós com vagens e número de vagens

Na Tabela 12, observa-se que o número de nós com vagens na planta foi menor no espaçamento de 0,30 m no estágio R<sub>7</sub>, apresentando-se, entretanto, superior aos espaçamentos de 0,40 m e 0,50 m no estágio R<sub>8</sub>. Este fato indica que as plantas do espaçamento de 0,30 m apresentaram desenvolvimento mais lento do que as demais, sendo tal fato confirmado quando foi analisada a massa seca das vagens e total (Tabela 13). No estágio R<sub>8</sub>, o espaçamento de 0,60 m foi o que apresentou valor significativamente superior aos demais. Como a condição climática foi adversa, não houve diferença entre os espaçamentos no momento da colheita (estádio R<sub>9</sub>), em razão da queda de vagens.

TABELA 12 – Número de nós com vagens e número de vagens do feijoeiro, variedade 'FT BIONOBRE', em quatro espaçamentos e diferentes estádios de desenvolvimento. EEC/UFPR, Pinhais, PR, 2000.

	ESPAÇAMENTO (m)	ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO		
		R <sub>7</sub>	R <sub>8</sub>	R <sub>9</sub>
NÓS COM VAGENS	0,30	5,6 b B	9,3 a B	8,3 a A
	0,40	8,0 a A	6,8 a C	6,8 a A
	0,50	10,2 a A	6,8 b C	6,8 b A
	0,60	8,6 b A	12,0 a A	8,2 b A
NÚMERO DE VAGENS	0,30	7,0 c C	14,4 a B	12,0 b A
	0,40	12,6 a AB	9,9 b C	9,9 b A
	0,50	15,0 a A	10,2 b C	9,7 b A
	0,60	11,3 b B	17,8 a A	10,6 b A

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na horizontal e maiúscula na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.  
Análise de variância apresentada no Anexo 3.

As plantas dos espaçamentos de 0,30 m e 0,60 m tiveram aumento no número de vagens por planta até o estágio R<sub>8</sub>. Já nos espaçamentos de 0,40 m e 0,50 m, os maiores valores foram obtidos no estágio R<sub>7</sub>. Como no número de nós com vagens, não houve diferenças significativas no estágio R<sub>9</sub>. A competição entre plantas no espaçamento de 0,60 m, que era o que apresentava maior número de plantas na fileira, possivelmente contribuiu para a alta redução no número de vagens do estágio R<sub>8</sub> para o R<sub>9</sub>.

O hábito de crescimento da variedade utilizada foi fator importante para que não ocorressem diferenças significativas no momento da colheita, porque a plasticidade do

feijoeiro Tipo II tende a ser relativamente baixa. Assim, foram observadas poucas diferenças no número de vagens dos ramos e, conseqüentemente, no número total de vagens.

#### 4.5 MASSA SECA

Observa-se na Tabela 13 que a massa seca do caule teve maior aumento do estádio  $V_4$  para o  $R_6$  em todos os espaçamentos. Estes dados estão relacionados com o aumento da estatura e do número de nós no caule já apresentados anteriormente. O estádio  $R_8$  foi aquele no qual as plantas apresentaram maior massa seca, decrescendo no estádio  $R_9$ . A translocação de carboidratos para o enchimento de vagens pode ter contribuído para este decréscimo. No estádio  $R_9$ , não foram verificadas diferenças significativas.

A massa seca dos ramos aumentou até o estádio  $R_8$  nos espaçamentos de 0,30 m e 0,60 m, ao passo que, nos espaçamentos de 0,40 m e 0,50 m tais aumentos ocorreram até o estádio  $R_7$ . As diferenças observadas no comprimento dos ramos são também verificadas na massa seca destes, o que indica que não houve estiolamento dos mesmos, mas maior quantidade de carboidratos destinados ao seu desenvolvimento.

As massas secas dos pecíolos e das folhas, ambas relacionadas com o número de folhas, só apresentaram diferenças entre os espaçamentos no estádio  $R_8$ , período em que as plantas dos espaçamentos de 0,40 m e 0,50 m possivelmente já haviam iniciado o processo de abscisão, conforme comentado anteriormente.

A massa seca das vagens apresentou seus maiores valores no estádio  $R_8$ , tendo redução significativa no estádio  $R_9$ . Esta redução ocorreu provavelmente em razão da baixa precipitação, que causou abortamento de vagens. Assim, apesar de existirem diferenças entre os espaçamentos no estádio  $R_8$ , estas não ocorreram no estádio  $R_9$ .

A massa seca total foi crescente em todos os espaçamentos até o estádio  $R_8$ . Não ocorreram diferenças entre a massa seca total nos diferentes espaçamentos nos estádios  $V_4$ ,  $R_6$  e  $R_9$ . No estádio  $R_7$ , as plantas do espaçamento de 0,30 m apresentaram os menores valores, por terem menor massa seca de vagens neste estádio. Isto indica que, no espaçamento de 0,30 m, ocorreu desenvolvimento mais lento das plantas, uma vez que há acentuado aumento no número e na massa seca de vagens do estádio  $R_7$  para o  $R_8$ , bem como o aumento na área foliar. No estádio  $R_8$ , o espaçamento de 0,60 m teve maior massa seca e o espaçamento de 0,40 m apresentou o menor valor. Neste estádio, a principal causa das diferenças foi o início do processo de abscisão nas plantas dos espaçamentos de

0,40 m e 0,50 m.

TABELA 13 – Massa seca, em gramas, do caule, ramos, pecíolos, folhas, vagens e total do feijoeiro, variedade 'FT BIONOBRE', em quatro espaçamentos e diferentes estádios de desenvolvimento. EEC/UFPR, Pinhais, PR, 2000.

	ESP (m)	ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO				
		V <sub>4</sub>	R <sub>6</sub>	R <sub>7</sub>	R <sub>8</sub>	R <sub>9</sub>
CAULE	0,30	0,60 cA	2,32 b A	2,61 b B	3,02 a B	2,40 b A
	0,40	0,76 cA	2,53 ab A	2,78 a AB	2,81 a B	2,29 b A
	0,50	0,77 cA	2,50 b A	3,02 a A	3,09 a B	2,51 b A
	0,60	0,67 dA	2,36 c A	2,98 b AB	3,49 a A	2,64 bc A
RAMOS	0,30	0,34 dA	0,75 cA	1,02 b A	1,32 a A	1,40 a A
	0,40	0,36 cA	0,83 bA	1,05 ab A	0,90 b B	1,14 a B
	0,50	0,37 cA	0,76 bA	1,00 a A	0,92 ab B	1,10 a B
	0,60	0,37 dA	0,73 cA	1,13 b A	1,45 a A	1,26 ab AB
PECÍOLOS	0,30	0,55 cA	1,07 bA	1,24 ab A	1,46 a A	
	0,40	0,53 bA	1,17 aA	1,26 a A	1,13 a B	
	0,50	0,57 cA	1,11 bA	1,37 a A	1,19 ab B	
	0,60	0,49 cA	1,06 bA	1,42 a A	1,65 a A	
FOLHAS	0,30	2,33 cA	3,76 bA	4,16 ab A	4,59 a A	
	0,40	2,56 bA	4,21 aA	4,60 a A	2,97 b B	
	0,50	3,04 bA	3,96 aA	4,22 a A	2,94 b B	
	0,60	2,41 cA	3,50 bA	4,66 a A	4,39 a A	
VAGENS	0,30			1,02 c B	5,14 a B	3,17 b A
	0,40			1,87 b AB	4,84 a B	2,62 b A
	0,50			2,50 b A	6,49 a A	3,17 b A
	0,60			1,48 c B	6,34 a A	2,88 b A
TOTAL	0,30	3,82 dA	7,90 cA	10,06 b B	15,54 a B	6,96 c A
	0,40	4,20 cA	8,74 bA	11,56 a A	12,65 a C	6,04 c A
	0,50	4,76 eA	8,34 cA	12,11 b A	14,62 a B	6,77 d A
	0,60	3,94 dA	7,65 cA	11,66 b A	17,31 a A	6,77 c A

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na horizontal e maiúscula na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.  
Análises de variância apresentadas nos Anexos 1, 3 e 4.

#### 4.6 RENDIMENTO, COMPONENTES DE RENDIMENTO E ÍNDICE DE COLHEITA APARENTE

Observa-se na Tabela 14 que houve diferença significativa entre o rendimento do espaçamento de 0,30 m e o de 0,60 m. Houve tendência de redução do rendimento com o aumento do espaçamento ( $r = -0,95$ ), concordando com a afirmação de que há correlação inversa entre estas variáveis (15, 16, 26, 34). O maior rendimento no espaçamento de 0,30 m ocorreu possivelmente em razão da distribuição mais equidistante entre as plantas, o que resultou em menor competição entre estas.

Os componentes de rendimento não apresentaram diferenças significativas

qualquer que fosse o espaçamento considerado. Não foram observadas diferenças significativas entre os espaçamentos avaliados para o índice de colheita aparente. Entretanto, este apresentou tendência de redução ( $r = -0,92$ ) com o aumento do espaçamento. Isto significa que, proporcionalmente, maior quantidade de fotoassimilados foi destinada à formação de estruturas reprodutivas nos espaçamentos menores. Como não houve diferenças significativas entre a massa seca total das plantas, menor índice de colheita aparente significa redução no rendimento.

Analisando a área foliar (Tabela 11) no estágio R<sub>7</sub>, período em que não havia iniciado o processo de abscisão em nenhum tratamento, verifica-se que houve tendência de aumento deste valor nos espaçamentos maiores. A baixa precipitação aliada à maior área foliar representou alta taxa transpiratória, com excessiva perda de água. Esta condição pode ter prejudicado a translocação de carboidratos, com conseqüente redução do rendimento.

TABELA 14 – Características avaliadas no feijoeiro, variedade 'FT BIONOBRE', no estágio R<sub>9</sub>, no momento da colheita. EEC/UFPR, Pinhais, PR, 2000.

	ESPAÇAMENTO (m)	ESTÁDIO R <sub>9</sub>
RENDIMENTO (kg/ha)	0,30	1419 A
	0,40	1290 AB
	0,50	1257 AB
	0,60	986 B
NÚMERO MÉDIO DE VAGENS POR PLANTA	0,30	12,0
	0,40	9,9
	0,50	9,7
	0,60	10,6
NÚMERO MÉDIO DE GRÃOS POR VAGEM	0,30	3,2
	0,40	3,1
	0,50	3,7
	0,60	3,4
MASSA MÉDIA DE 100 GRÃOS (g)	0,30	20,65
	0,40	20,05
	0,50	20,22
	0,60	20,01
ÍNDICE DE COLHEITA APARENTE	0,30	72,5
	0,40	73,7
	0,50	63,0
	0,60	59,2

Médias seguidas pela mesma letra ou não seguidas de letras não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

F não significativo para as variáveis: número médio de vagens por planta; número médio de grãos por vagem; e massa média de 100 grãos.

Análise de variância apresentada no Anexo 5.

## **5 CONCLUSÕES**

Não houve diferenças quanto ao número de ramos entre os vários espaçamentos testados, em razão do hábito de crescimento da variedade 'FT BIONOBRE' ser do tipo II. No entanto, verificou-se maior comprimento de ramos nos espaçamentos de 0,30 m e de 0,60 m.

Com o aumento do espaçamento entre fileiras houve tendência de aumento na área foliar. Maior área foliar representa maior superfície sujeita à transpiração e, como houve baixa precipitação, essa contribuiu para a diminuição do rendimento.

Houve tendência de redução do índice de colheita aparente com o aumento do espaçamento, o que representa redução no rendimento, visto que a massa seca total das plantas, no momento da colheita, não apresentou diferenças.

Dos espaçamentos testados, o de 0,30 m apresentou plantas com rendimento superior ao de 0,60 m, em razão do espaçamento mais equidistante entre as plantas. Não foram verificadas diferenças nos componentes de rendimento.

Como os espaçamentos de 0,30 m, 0,40 m e 0,50 m entre fileiras não diferiram entre si no rendimento da cultura, o espaçamento mais adequado a ser utilizado é de, no máximo, 0,50 m entre fileiras.

## 6 REFERÊNCIAS

01. ADAMS, M. W. Basis of yield component compensation in crop plants with special reference to the bean, *Phaseolus vulgaris*. **Crop Science**, Madison, v.7, n.5, p.505-510, 1967.
02. ALCÂNTARA, J. P.; RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B.; SANTOS, J. B. Avaliação de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em diferentes densidades de semeadura e condições de ambiente. **Ciência e Prática**, Lavras, v.15, n.4, p.375-384, 1991.
03. ARF, O.; BUZETTI, S.; SÁ, M. E.; TOLEDO, A. R. M.; OLIVEIRA, C. A. G.; FUJIWARA, R. H.; ROMEIRO, P. J. M.; NETO, G. G. Efeito de diferentes espaçamentos e densidades sobre os componentes produtivos do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), adubado em função da área e do espaçamento entre linhas. **Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v.1, n.1, p.1-10, 1992.
04. ARF, O.; SÁ, M. E.; OKITA, C. S.; TIBA, M. A.; NETO, G. G.; OGASSAWARA, F. Y. Efeito de diferentes espaçamentos e densidades de semeadura sobre o desenvolvimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.9, p.629-634, 1996.
05. BENETT, J. P.; ADAMS, M. W.; BURGA, C. Pod yield component variation and intercorrelation in *Phaseolus vulgaris* L. as affected by planting density. **Crop Science**, Madison, v.17, n.1, p.73-75, 1977.
06. BORÉM, A.; CARNEIRO, J. E. S. A cultura. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. (Ed.) **Feijão - Aspectos gerais e cultura no Estado de Minas**. Viçosa: UFV, 1998. p. 13-17.
07. BRANDES, D.; MAESTRI, M.; VIEIRA, C.; GOMES, F. R. Efeitos da população de plantas e da época de plantio no crescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) – II. Análise de crescimento. **Experimentiae**, Viçosa, v.15, n.1, p.1-21, 1973.
08. CARDOSO, J. E.; RAVA, C. A.; SARTORATO, A. Doenças causadas por fungos de solo. In: ZIMMERMANN, M. J. O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1996. p. 701-722.
09. COBUCCI, T.; FERREIRA, F. A.; SILVA, A. A. Controle de plantas daninhas. In: ZIMMERMANN, M. J. O. (Coord) **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1996. p. 433-464.
10. COMPÊNDIO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS. **Guia de produtos fitossanitários para uso agrícola**. 6. ed. São Paulo, Organização Andrei Editora, 1999. 672 p.
11. COSTA, J. G. C.; KOHASHI-SHIBATA, J.; COLIN, S. M. Plasticidade no feijoeiro comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18, n.2, p.159-167, 1983.
12. CROTHERS, S. E.; WESTERMANN, D. T. Plant population effects on the seed yield of *Phaseolus vulgaris* L.. **Agronomy Journal**, Madison, v.68, n.6, p.958-960, 1976.
13. DOURADO NETO, D.; FANCELLI, A. L. **Produção de feijão**. Guaíba, Agropecuária, 2000. 386 p.
14. ELIAS, A. I.; CAMARGO, J. R. O.; ARBEX, M. **Colheita mecanizada do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Ponta Grossa, FT sementes, s/d. 7 p. (paper), 2000.
15. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa. **Sistema Brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412 p.

16. FERNÁNDEZ, F.; GEPTS, P.; LÓPEZ, M. **Etapas de desarrollo de la planta de frijol común.** CIAT, Cali, Colombia, 1982. 26p.
17. FRONZA, V.; VIEIRA, C.; CARDOSO, A. A.; CRUZ, C. D. Resposta de cultivares eretos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) a espaçamentos entre linhas e níveis de adubação. **Revista Ceres**, Viçosa, v.41, n.235, p.317-326, 1994.
18. FRONZA, V.; VIEIRA, C.; CARDOSO, A. A.; CRUZ, C. D.; PEREIRA, P. R. G. Resposta de cultivares eretos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) a espaçamento entre linhas e níveis de adubação mineral. **Revista Ceres**, Viçosa, v.41, n.237, p.567-583, 1994.
19. FT-PESQUISA E SEMENTES – Lançamento. Ponta Grossa, FT sementes s/d (folder).
20. GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental.** 13 ed. Piracicaba: ESALQ, 1990. 468 p.
21. GRAFTON, K. F.; SCHNEITER, A. A.; NAGLE, B. J. Row spacing, plant population, and genotype x row spacing interaction effects on yield components of dry bean. **Agronomy Journal**, Madison, v.80, n.4, p.631-634, 1988.
22. GUIDOLIN, A. F.; MEROTTO JUNIOR, A.; ENDER, M.; SAGONI, L.; DUARTE, I. A. Efeito do arranjo e da população de plantas sobre o crescimento do feijão em semeadura tardia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.28, n.4, p.547-551, 1998.
23. HORN, F. L.; SCHUCH, L. O.; SILVEIRA, E. P.; ANTUNES, I. F.; VIEIRA, J. C.; MARCHIORO, G.; MEDEIROS, D. F.; SCHWENGBER, J. E. Avaliação de espaçamento e populações de plantas de feijão visando à colheita mecanizada direta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.1, p.41-46, 2000.
24. IBGE. **Confronto das safras de 1999 e das estimativas para 2000.** Disponível em <http://www.ibge.gov.br/ibge/estatistica/indicadores/lspa/default.shtm>. Capturado em 14/12/2000.
25. INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cartas climáticas do Estado do Paraná 1994.** Londrina, 1994. 49p.
26. INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **O feijão no Paraná.** Londrina, 1989. 303 p. (Circular 63).
27. KRINSKI, S. A.; SCHAMNE, J. A.; ABE, F. N. População de plantas para duas variedades de feijão-comum. In: Reunião Nacional de Pesquisa de feijão (6.: Salvador: 1999). **Resumos Expandidos.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão. 1999. p. 699 – 701. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos 99).
28. PORTES, T. A. Ecofisiologia. In: ZIMMERMANN, M. J. O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade.** Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1996. p.101-137.
29. 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 em Agronomia).
30. SANDOVAL-AVILA, D. M.; MICHAELS, T. E.; MURPHY, S. D.; SWANTON, C. J. Effect of tillage and planting pattern on performance of white bean in Ontario. **Canadian Journal of Plant Science**, Ontario, p.801-805.(Short Communication), 1994.
31. SANTOS, M. L.; BRAGA, M. J. Aspectos econômicos. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. (Ed.) **Feijão – Aspectos gerais e cultura no Estado de Minas.** Viçosa: UFV, 1998. p. 19-53.
32. SARTORATO, A.; RAVA, C. A.; RIOS, G. P. Doenças fúngicas e bacterianas da parte aérea. In: ZIMMERMANN, M. J. O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil.** Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1996. p. 669-700.
33. SCHUCH, L. O. B.; ANTUNES, I. F.; SILVEIRA, E. O.; VIEIRA, J. C.; HORN, F. L.; MARCHIORO, G.; MEDEIROS, D. F. Resposta do feijoeiro à variação no espaçamento e população de plantas. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO (4.: Londrina:1993). **Resumos.** Londrina: IAPAR, 1993. p.43.

34. SEAB. **Acompanhamento da situação agropecuária no Paraná**. Curitiba, 1999, v. 25, n.10, 101 p.
35. SEAB. **Produção agrícola (estimativa)**. Disponível em <http://www.pr.gov.br/seab>. Capturado em 14/12/2000.
36. STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles e procedures of statistics with special reference to the biological sciences**. New York: McGraw-Hill Co., 1960. 481 p.
37. STONE, L. F.; PEREIRA, A. L. Sucessão arroz-feijão irrigados por aspersão: efeitos de espaçamento entre linhas, adubação e cultivar na produtividade e nutrição do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.4, p.521-533, 1994.
38. STONE, L. F.; PEREIRA, A. L. Sucessão arroz-feijão irrigados por aspersão: efeitos de espaçamento entre linhas, adubação e cultivar no crescimento, desenvolvimento radicular e consumo d'água do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.6, p.939-954, 1994.
39. THOMAS, L. A.; COSTA, J. A. Influência do déficit hídrico sobre o desenvolvimento e rendimento da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.9, p.1389-1396, 1994.
40. VIEIRA, C.; ALMEIDA, L. A. Experimento de espaçamento de semeadura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ceres**, Viçosa, v.12, n.70, p.219-228, 1965.
41. VIEIRA, C. Efeitos da densidade de plantio sobre a cultura do feijoeiro. **Ceres**, Viçosa, v.15, n.83, p.44-53, 1968.
42. VIEIRA, C. V.; HEMP, S. Taxonomia e morfologia do feijoeiro. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E DIFUSÃO DE TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA. **A Cultura do feijão em Santa Catarina**. Florianópolis, EPAGRI, 1992. p.37-51.
43. VILHORDO, B. W.; MIKUSINKI, O. M. F.; BURIN, M. E.; GANDOLFI, V. H. Morfologia. In: ZIMMERMANN, M. J. O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1996. p.71-99.
44. WAHAB, M. N. J.; DABBS, D. H.; BAKER, R. J. Effects of planting density and design on pod yield of bush snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Canadian Journal of Plant Science**, Ontario, v.66, n.3, p.669-775, 1986.
45. WESTERMANN, D. T.; CROTHERS, S. E. Plant population effects on the seed yield components of beans. **Crop Science**. Madison v. 17, n.3, p. 493-496, 1977.
46. YOKOYAMA, L. P.; BANNO, K.; KLUTHCOUSKI, J. Aspectos socioeconômicos da cultura. In: ZIMMERMANN, M. J. O. (Coord.) **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1996. p. 1-21.

## **ANEXOS**

ANEXO 1 – Avaliações realizadas no feijoeiro, variedade 'FT BIONOBRE', nos espaçamentos de 0,30 m, 0,40 m, 0,50 m e 0,60 m nos estádios V<sub>4</sub>, R<sub>6</sub>, R<sub>7</sub>, R<sub>8</sub> e R<sub>9</sub>. EEC/UFPR, Pinhais, PR, 2000.

Fonte de Variação	GL	QUADRADOS MÉDIOS								
		CAULE				RAMOS				TOTAL
		Estatura (cm)	Diâmetro (cm)	Nº de nós	Massa seca (g)	Número	Nº médio de nós por ramo	Comprimento médio (cm)	Massa seca (g)	Massa seca (g)
Bloco	5	23,96 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	2,92 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>	2,96 <sup>ns</sup>	0,004 <sup>ns</sup>	0,58 <sup>ns</sup>
Espaçamento (A)	3	129,73 <sup>*</sup>	0,003 <sup>ns</sup>	0,66 <sup>ns</sup>	0,40 <sup>*</sup>	2,18 <sup>**</sup>	6,51 <sup>**</sup>	81,60 <sup>**</sup>	0,18 <sup>**</sup>	4,52 <sup>*</sup>
Erro	15	38,67	0,001	1,08	0,08	0,17	0,12	6,75	0,01	1,09
Estádio (B)	4	3918,97 <sup>**</sup>	0,011 <sup>**</sup>	163,54 <sup>**</sup>	21,24 <sup>**</sup>	3,05 <sup>**</sup>	44,53 <sup>**</sup>	1012,55 <sup>**</sup>	2,98 <sup>**</sup>	428,29 <sup>**</sup>
A x B	12	67,82 <sup>**</sup>	0,008 <sup>**</sup>	2,91 <sup>**</sup>	0,14 <sup>*</sup>	0,78 <sup>**</sup>	1,33 <sup>**</sup>	22,48 <sup>**</sup>	0,11 <sup>**</sup>	6,56 <sup>**</sup>
Erro	80	21,53	0,001	0,88	0,06	0,28	0,28	5,18	0,02	0,91
Coef. de variação (%)		12,3	8,9	8,1	10,8	19,8	14,6	18,9	15,1	10,5
$\chi^2$		25,6	17,1	21,6	29,4	14,7	28,8	29,3	28,6	18,7

<sup>ns</sup> F não significativo a 5% de probabilidade;

<sup>\*</sup> F significativo a 5% de probabilidade;

<sup>\*\*</sup> F significativo a 1% de probabilidade.

ANEXO 2 – Avaliações realizadas no feijoeiro, variedade 'FT BIONOBRE', nos espaçamentos de 0,30 m, 0,40 m, 0,50 m e 0,60 m em dois estádios de desenvolvimento fisiológico. EEC/UFPR, Pinhais, PR, 2000.

Fonte de variação	GL	QUADRADOS MÉDIOS			
		Nó do 1º rácimo <sup>1</sup>	Nó da 1ª vagem <sup>2</sup>	Nós com rácimos no caule <sup>1</sup>	Nós com rácimos nos ramos <sup>1</sup>
Bloco	5	1,00 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	0,80 <sup>ns</sup>	2,51 <sup>ns</sup>
Espaçamento	3	2,30 <sup>**</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	2,80 <sup>ns</sup>	3,70 <sup>ns</sup>
Erro	15	0,41	0,28	1,42	2,95
Estádio	1	0,70 <sup>ns</sup>	0,91 <sup>*</sup>	10,55 <sup>**</sup>	9,99 <sup>ns</sup>
Espaçamento x estádio	3	0,44 <sup>ns</sup>	0,49 <sup>*</sup>	1,79 <sup>ns</sup>	8,11 <sup>ns</sup>
Erro	20	0,30	0,13	0,63	3,39
Coeficiente de variação (%)		9,3	5,6	11,2	24,2
$\chi^2$		4,6	5,7	4,9	5,7

<sup>ns</sup> F não significativo a 5% de probabilidade;

<sup>\*</sup> F significativo a 5% de probabilidade;

<sup>\*\*</sup> F significativo a 1% de probabilidade.

<sup>1</sup> Avaliações realizadas nos estádios R<sub>6</sub> e R<sub>7</sub>

<sup>2</sup> Avaliações realizadas nos estádios R<sub>8</sub> e R<sub>9</sub>

ANEXO 3 - Avaliações realizadas no feijoeiro, variedade 'FT BIONOBRE', nos espaçamentos de 0,30 m, 0,40 m, 0,50 m e 0,60 m nos estádios R<sub>7</sub>, R<sub>8</sub> e R<sub>9</sub>. EEC/UFPR, Pinhais, PR, 2000.

Fonte de variação	GL	QUADRADOS MÉDIOS						
		CAULE		RAMOS		TOTAL		
		Nº de nós com vagens	Nº de vagens	Nº de nós com vagens	Nº de vagens	Nº de nós com vagens	Nº de vagens	Massa seca de vagens (g)
Bloco	5	1,61 <sup>ns</sup>	5,19 <sup>ns</sup>	0,73 <sup>ns</sup>	0,77 <sup>ns</sup>	1,37 <sup>ns</sup>	4,69 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>
Espaçamento	3	2,65 <sup>ns</sup>	5,68 <sup>ns</sup>	9,42 <sup>**</sup>	5,55 <sup>**</sup>	18,97 <sup>**</sup>	20,69 <sup>**</sup>	3,62 <sup>**</sup>
Erro	15	0,84	2,00	0,58	0,67	1,34	3,34	0,29
Estádio	2	6,90 <sup>**</sup>	30,71 <sup>**</sup>	0,30 <sup>ns</sup>	0,43 <sup>ns</sup>	8,52 <sup>*</sup>	37,62 <sup>**</sup>	99,95 <sup>**</sup>
Espaçamento x estádio	6	6,00 <sup>**</sup>	18,99 <sup>**</sup>	4,93 <sup>**</sup>	16,50 <sup>**</sup>	21,51 <sup>**</sup>	69,73 <sup>**</sup>	1,64 <sup>**</sup>
Erro	40	0,57	1,55	1,25	0,68	2,01	2,62	0,31
Coeficiente de variação (%)		19,1	19,4	26,8	15,6	17,4	13,8	16,1
$\chi^2$		16,8	13,0	4,8	13,0	9,8	15,3	17,6

<sup>ns</sup> F não significativo a 5% de probabilidade;

\* F significativo a 5% de probabilidade;

\*\* F significativo a 1% de probabilidade.

ANEXO 4 - Avaliações realizadas no feijoeiro, variedade 'FT BIONOBRE', nos espaçamentos de 0,30 m, 0,40 m, 0,50 m e 0,60 m nos estádios V<sub>4</sub>, R<sub>6</sub>, R<sub>7</sub> e R<sub>8</sub>. EEC/UFPR, Pinhais, PR, 2000.

Fonte de variação	GL	QUADRADOS MÉDIOS			
		FOLHAS		PECÍOLOS	
		Número	Massa seca (g)	Área foliar (mm <sup>2</sup> )	Massa seca (g)
Bloco	5	4,35 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>	111119655,56 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>**</sup>
Espaçamento	3	6,58 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>	137819997,33 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>**</sup>
Erro	15	5,33	0,26	101498472,58	0,01
Estádio	3	603,46 <sup>**</sup>	14,07 <sup>**</sup>	6874794130,16 <sup>**</sup>	3,47 <sup>**</sup>
Espaçamento x estádio	9	40,14 <sup>**</sup>	2,02 <sup>**</sup>	893045221,16 <sup>**</sup>	0,11 <sup>**</sup>
Erro	60	7,47	0,27	71272622,05	0,02
Coeficiente de variação (%)		16,4	14,4	16,5	14,2
$\chi^2$		18,6	13,4	20,4	22,6

<sup>ns</sup> F não significativo a 5% de probabilidade;

\* F significativo a 5% de probabilidade;

\*\* F significativo a 1% de probabilidade.

ANEXO 5 - Análise de variância das avaliações realizadas no feijoeiro, variedade 'FT BIONOBRE', nos espaçamentos de 0,30 m, 0,40 m, 0,50 m e 0,60 m no estádio R<sub>9</sub>. EEC/UFPR, Pinhais, PR, 2000.

Fonte de Variação	GL	QUADRADOS MÉDIOS				
		População final	Rendimento	Massa média de 100 grãos	Número médio de sementes por vagem	Índice de colheita aparente
Bloco	5	805918651,07 <sup>ns</sup>	7780,28 <sup>ns</sup>	0,88 <sup>ns</sup>	0,51 <sup>ns</sup>	141,77 <sup>ns</sup>
Espaçamento	3	1679035628,94 <sup>ns</sup>	198219,25 <sup>*</sup>	0,51 <sup>ns</sup>	0,40 <sup>ns</sup>	306,42 <sup>ns</sup>
Erro	15	604203069,31	50588,66	0,53	0,27	218,51 <sup>ns</sup>
Coeficiente de variação (%)		9,9	18,2	3,6	15,6	22,0
$\chi^2$		6,9	0,4	1,1	2,6	6,3

<sup>ns</sup> F não significativo a 5% de probabilidade;

<sup>\*</sup> F significativo a 5% de probabilidade;

<sup>\*\*</sup> F significativo a 1% de probabilidade.