

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**RESPOSTA DO FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris* L.) À ADUBAÇÃO
NITROGENADA DE COBERTURA EM DOIS SISTEMAS DE MANEJO
DE SOLO**

ROGÉRIO FARINELLI

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP - Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia - Área de Concentração em Agricultura.

BOTUCATU-SP

Dezembro - 2003

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**RESPOSTA DO FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris* L.) À ADUBAÇÃO
NITROGENADA DE COBERTURA EM DOIS SISTEMAS DE MANEJO
DE SOLO**

ROGÉRIO FARINELLI

Orientador: Prof. Dr. Leandro Borges Lemos

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP - Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia - Área de Concentração em Agricultura.

BOTUCATU - SP

Dezembro - 2003

OFEREÇO

Aos meus pais Elio e Wilma, por essa generosa educação e confiança que guardo humildemente em meu coração.

A minha irmã Ana Paula, pelo imenso incentivo nesta nova etapa e pela respeitada responsabilidade que me transmite dia a dia.

A minha namorada Mariana, pelo forte auxílio e grandiosa dedicação à elaboração da dissertação, pelo companheirismo muito carinhoso e pela admiração na minha vida profissional.

AGRADECIMENTOS

A Jesus Cristo, por estar sempre comigo, iluminando o meu caminho e reforçando a minha fé e perseverança.

Ao Professor Dr. Leandro Borges Lemos pela imensa orientação, grande amizade e respeito.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoa de Nível Superior (CAPES), pela bolsa concedida.

Ao Professor Dr. Domingos Fornasieri Filho e Dr. Luis Fernando Stone, pela participação na banca examinadora, pelos conselhos e sugestões realizados à dissertação.

Ao meu grande amigo Fernando Guido Penariol, pela valiosa disponibilidade e caráter, colaborando muito nesses anos em que estudamos juntos.

Aos alunos de graduação Milton, Murilo, Eduardo e Eudes pelo auxílio na condução do experimento, pelos momentos de preocupação e de descontração.

Aos funcionários do Departamento de Produção Vegetal-Agricultura e da Fazenda de Ensino e Pesquisa e Produção da FCA/UNESP, Botucatu, pela contribuição nas atividades do experimento.

Aos professores do Departamento de Produção Vegetal-Agricultura da FCA/UNESP, Botucatu, pelo incentivo ao meu trabalho.

Aos colegas Sandro, Fábio, Salvador e Feltran, e aos demais colegas do curso de pós-graduação que contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	VI
LISTA DE FIGURAS	VIII
1.RESUMO	01
2.SUMMARY	03
3.INTRODUÇÃO	05
4.REVISÃO DE LITERATURA	07
5.MATERIAL E MÉTODOS	19
6.RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
6.1.Culturas de aveia preta e milheto	30
6.2. Cultura do feijão	32
7.CONCLUSÕES	59
8.REFERÊNCIAS	60

LISTA DE TABELAS

Tabelas	Página
1. Análise química do solo no sistema de preparo convencional antes da instalação do experimento, Botucatu, 2002.	20
2. Análise química do solo no sistema de plantio direto antes da instalação do experimento, Botucatu, 2002.	20
3. Densidade e porosidade total do solo no sistema de preparo convencional e plantio direto antes da instalação do experimento, Botucatu, 2002.	21
4. Porcentagem de cobertura do solo, matéria seca, teor e acúmulo de nitrogênio na parte aérea, nas culturas de aveia preta e milheto, em dois sistemas de manejo de solo. Botucatu, 2003.	31
5. Valores de F e níveis de significância para a altura de inserção de 1ª vagem, comprimento de vagens, matéria seca da parte aérea e população final de plantas do feijoeiro, em resposta à adubação nitrogenada de cobertura em dois sistemas de manejo de solo. Botucatu, 2003.	33
6. Valores de F e níveis de significância para o número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de 100 grãos, teor de nitrogênio nas folhas, produtividade de grãos e renda do feijoeiro, em resposta à adubação nitrogenada de cobertura em dois sistemas de manejo de solo. Botucatu, 2003.	34
7. Matéria seca da parte aérea, população final, altura de inserção de 1ª vagem e comprimento de vagens do feijoeiro, em resposta à adubação nitrogenada de cobertura em dois sistemas de manejo de solo. Botucatu, 2003.	35
8. Número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de 100 grãos, teor de nitrogênio nas folhas, produtividade de grãos e renda do feijoeiro, em resposta à adubação nitrogenada de cobertura em dois sistemas de manejo de solo. Botucatu, 2003.	36
9. Valores de F e níveis de significância para a germinação, envelhecimento acelerado e condutividade elétrica das sementes do feijoeiro, em resposta à adubação nitrogenada de cobertura em dois sistemas de manejo de solo. Botucatu, 2003.	48
10. Germinação, envelhecimento acelerado e condutividade elétrica das sementes do feijoeiro, em resposta à adubação nitrogenada de cobertura em dois sistemas de manejo de solo. Botucatu, 2003.	48

11. Valores de F e níveis de significância para a proteína bruta e tempo para o cozimento de grãos do feijoeiro, em resposta à adubação nitrogenada de cobertura em dois sistemas de manejo de solo. Botucatu, 2003. 52
12. Proteína bruta e tempo para o cozimento de grãos do feijoeiro, em resposta à adubação nitrogenada de cobertura em dois sistemas de manejo de solo. Botucatu, 2003. 53
13. Relação de hidratação, porcentagem de grãos "hardshell" e regressão entre o tempo para hidratação e a quantidade de água absorvida pelo feijoeiro, em resposta à adubação nitrogenada de cobertura em dois sistemas de manejo de solo. Botucatu, 2003. 58

LISTA DE FIGURAS

Figuras	Página
1. Valores de temperatura máxima, mínima e média durante o desenvolvimento das culturas de cobertura e do feijoeiro, durante os meses de maio de 2002 a abril de 2003 .	29
2. Extrato do balanço hídrico, segundo Thornthwaite e Mather (1955), adaptado por Rolim et al. (1998), durante o desenvolvimento das culturas de cobertura e do feijoeiro, durante os meses de maio de 2002 a abril de 2003 .	29
3. Matéria seca do feijoeiro, em resposta à adubação nitrogenada de cobertura. Botucatu, 2003.	37
4. População final do feijoeiro, em resposta à adubação nitrogenada de cobertura. Botucatu, 2003.	39
5. Número de grãos por vagem do feijoeiro, em resposta à adubação nitrogenada de cobertura. Botucatu, 2003.	40
6. Massa de 100 grãos do feijoeiro, em resposta à adubação nitrogenada de cobertura. Botucatu, 2003.	42
7. Teor de nitrogênio nas folhas do feijoeiro, em resposta à adubação nitrogenada de cobertura. Botucatu, 2003.	43
8. Produtividade de grãos do feijoeiro, em resposta à adubação nitrogenada de cobertura. Botucatu, 2003.	44
9. Renda de grãos do feijoeiro, em resposta à adubação nitrogenada de cobertura. Botucatu, 2003.	47
10. Germinação de sementes do feijoeiro, em resposta à adubação nitrogenada de cobertura. Botucatu, 2003.	49
11. Envelhecimento acelerado de sementes do feijoeiro, em resposta à adubação nitrogenada de cobertura. Botucatu, 2003.	50
12. Condutividade elétrica de sementes do feijoeiro, em resposta à adubação nitrogenada de cobertura. Botucatu, 2003.	50
13. Proteína bruta em grãos do feijoeiro, em resposta à adubação nitrogenada de cobertura. Botucatu, 2003.	54

14. Tempo para cozimento em grãos do feijoeiro, em resposta à adubação nitrogenada de cobertura em dois sistemas de manejo de solo. Botucatu, 2003. 55

1. RESUMO

Dada a importância da cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) na constituição da alimentação básica da população nacional desenvolveu-se um trabalho de pesquisa na Fazenda Experimental Lageado, pertencente FCA/UNESP, campus de Botucatu – SP, com o objetivo de avaliar a resposta à adubação nitrogenada em cobertura no período da “seca” em dois sistemas de manejo de solo. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram representadas por sistemas de manejo de solo: preparo convencional do solo e plantio direto. Já as subparcelas foram formadas por doses de adubação nitrogenada em cobertura: (0, 40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹ de N), utilizando-se como fonte a uréia. Utilizou-se a cultivar Pérola, semeada no espaçamento de 0,45 metros em sucessão a aveia preta (semeadura de outono) e ao milho (semeadura de primavera), durante o ano agrícola 2002/2003. Conclui-se que o sistema de plantio direto promoveu elevada cobertura do solo para a aveia preta e milho, e proporcionou maior teor de nitrogênio na parte aérea para a cultura do milho. Os sistemas de manejo de solo não influenciaram na produtividade de grãos do feijoeiro. As doses de nitrogênio em cobertura interferiram em diversas características produtivas do feijoeiro, sendo que a produtividade máxima de 1.870 kg ha⁻¹ foi obtida com a dose de 78 kg ha⁻¹ de N em

cobertura. A qualidade fisiológica das sementes foi influenciada positivamente pelas doses de nitrogênio, como também o teor de proteína bruta, sendo encontrada interação manejo de solo x doses de N no tempo para cozimento.

RESPONSE OF COMMON BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.) TO NITROGEN TOPDRESSING IN TWO SOIL TILLAGE SYSTEMS. Botucatu, 2003. 74p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista,

Author: ROGÉRIO FARINELLI

Adviser: LEANDRO BORGES LEMOS

2. SUMMARY

Because of the importance of common bean crop (*Phaseolus vulgaris* L.) on Brazilian basic feeding, a research was carried out on the Experimental Lageado farm, which belongs to FCA/UNESP, campus of Botucatu – SP. It had the objective of evaluating the response to nitrogen topdressing in dry season period in two soil tillage systems. The experimental design used was the randomized blocks in split-plot design, with four replications. The parcels were represented by systems of soil tillage: conventional soil tillage and no-tillage. The subdivision of the parcels was constituted by doses of nitrogen topdressing: (0, 40, 80, 120 and 160 kg ha⁻¹ of N). Urea was the source of nitrogen used. The cultivar used was “Pérola” and it was sowed in the spacing of 0,45 meters in succession to black oat (fall sowing) and to pearl millet (spring sowing), during the years of 2002/2003. It can be concluded that no-tillage promoted a higher percentage of covering of the soil for black oat and pearl millet and promoted a higher nitrogen content in shoot for pearl millet crop. The soil tillage systems didn't influence at the grain productivity of the common bean. The doses of nitrogen topdressing interfered in several productivity characteristics of the common bean, and presented the maximum productivity of 1.870 kg ha⁻¹ was obtained with the N dose of 78 kg ha⁻¹. The physiologic quality of the seeds has been influenced positive by the doses of

nitrogen, as well as the protein content, being found interaction soil tillage x doses at the cooking time.

Keywords: *Phaseolus vulgaris* L., doses of nitrogen, no-tillage, disk plow, agronomic characteristics, physiology characteristics of the seeds, technological characteristics.

3. INTRODUÇÃO

O Brasil é considerado o principal produtor mundial de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), como também o maior consumidor, sendo que na safra 2002/2003 a produção estimada foi ao redor de 4,37 milhões de toneladas de grãos, correspondendo a uma área cultivada de 3,20 milhões de hectares (CONAB, 2003). Em relação à questão alimentar e nutricional, o feijão apresenta componentes e características que tornam seu consumo vantajoso, constituindo em importante fonte protéica e energética, com elevado teor de lisina, fibra, alto conteúdo de carboidratos e a presença de vitaminas do complexo B (YOKOYAMA et al., 1996).

Apesar da baixa produtividade em nível nacional, em torno de 750 kg ha⁻¹, a cultura vem sendo explorada numa diversidade de sistemas de produção, obtendo produtividades acima de 3.000 kg ha⁻¹. Dentre os vários sistemas de manejo de solo destaca-se o emprego do plantio direto, por ser eficiente no controle de erosão, disponibilizando maior quantidade de água e nutrientes, resultando em melhoria dos fatores físicos, químicos e biológicos do solo. Porém, de acordo com Balbino et al. (1996), ainda são poucos os trabalhos envolvendo o feijoeiro neste sistema, em comparação com as culturas de soja, trigo e milho.

Para o favorecimento do desenvolvimento do feijão e conseqüentemente a obtenção de altas produtividades, aliado ao sistema de manejo de solo, destaca-se o emprego de técnicas, como a escolha correta da cultivar, da época de semeadura para a região de cultivo, assim como o uso de densidade de plantas satisfatórias, controle de plantas daninhas, pragas e doenças, além da disponibilidade adequada de nutrientes. Entre os nutrientes, o nitrogênio constitui-se quantitativamente o de maior absorção e extração pela cultura e talvez o mais estudado em experimentação agrícola.

Associado a isso, em comparação ao sistema de preparo de solo convencional, no plantio direto talvez exista a necessidade de utilizar doses maiores de nitrogênio, devido a velocidade na taxa de decomposição e relação C:N da palha, em relação ao processo de imobilização do nitrogênio, promovendo competição dos microrganismos com o feijoeiro, especialmente nos estádios iniciais de desenvolvimento e em função do sistema radicular superficial, ciclo curto e período de maior exigência nutricional pela planta.

Tendo conhecimento da importância social aliada ao consumo generalizado pela população brasileira para a cultura do feijão, justifica-se a iniciativa e o esforço para manter o seu estabelecimento em sistemas produtivos que resultem na utilização de insumos e tecnologias, viabilizando a conservação ambiental.

O objetivo deste trabalho é o de verificar o comportamento do feijoeiro na época “da seca”, em resposta à adubação nitrogenada de cobertura, em dois sistemas de manejo de solo, caracterizados por preparo convencional e plantio direto.

4. REVISÃO DE LITERATURA

O sistema de plantio direto constitui-se em um manejo de solo que engloba tecnologia, contribuindo para a melhoria da capacidade produtora do solo, conservando ou melhorando continuamente o ambiente. Fundamenta-se no não revolvimento do solo, em sua cobertura permanente e na rotação de culturas, podendo promover acréscimo de produtividade das principais culturas produtoras de grãos (HERNANI e SALTON, 1998).

Balbino et al. (1996) relataram que no Brasil, na safra 1995/1996 foram cultivadas 4,5 milhões de hectares, sendo 1,4 milhões no Cerrado. No entanto em 1998, a área superou 8,0 milhões, sendo previsto que ultrapasse a 12,0 milhões de hectares (CRUZ et al., 2001).

Na implantação e no manejo do sistema de plantio direto é de extrema importância o esquema de rotação de culturas, na qual promova a manutenção de uma quantidade mínima de palha na superfície do solo, nunca inferior a 2,0 t ha⁻¹ (CRUZ et al., 2001).

No Brasil Central, a ausência de precipitação entre os meses de maio a agosto, dificulta o cultivo no período de inverno, exceto em certas áreas com microclima regular ou com agricultura irrigada. Com isso há poucas opções para o estabelecimento de

culturas comerciais ou mesmo de cobertura, necessitando de espécies que possuam características peculiares, como um rápido desenvolvimento inicial e maior tolerância à seca (CRUZ et al., 2001). Além disso, Sá (1995) relatou que na região dos Cerrados brasileiros é muito acentuada a taxa de decomposição do material orgânico depositado no solo. Dessa maneira, o recomendável seria a adoção de um esquema de rotação visando atingir de 11 a 12 t ha⁻¹ de resíduos culturais por ano a fim de que a cobertura morta sobre o solo promova níveis de matéria orgânica satisfatória.

De acordo com Calegari et al. (1998), a cobertura de palha ideal é aquela que oferece algumas vantagens como a proteção da superfície do solo por maior período possível, decomposição lenta com retorno de boa e equilibrada quantidade de nutrientes ao solo, resíduos com relação C:N mais elevada (acima de 40:1) estando distribuídos uniformemente à superfície, fixação de nitrogênio, pouco exigente em fertilidade do solo e produção de grande quantidade de matéria seca. Deve-se optar por espécies com maior número ou que apresentem às características mais importantes para cada situação e ou região.

Resultados experimentais realizados em Maracajú (MS) indicaram ser possível obter entre 3,0 a 6,0 t ha⁻¹ de matéria seca em período inferior a 60 dias, empregando-se a cultura do milho e sorgo forrageiro, semeadas no início de setembro (SALTON, 1993).

Lara Cabezas (1999) trabalhando com 16 culturas de cobertura, obteve valores médios de matéria seca superiores a 5,0 toneladas para milho e sorgo preto, como também valores médios de nitrogênio total acumulado entre 30 a 60 kg ha⁻¹ aos 98 dias após a semeadura. Neste mesmo experimento, verificou-se que as leguminosas (crotalárias) apresentaram pouca porcentagem de cobertura no solo e taxa de mineralização mais rápida desaparecendo totalmente da superfície após 90 dias.

Na região Sul do Brasil, por possuir inverno úmido, é possível implantar culturas adaptadas a essa condição, de forma que as espécies de sistema de produção de grãos (ervilhaca, tremoço, aveia, cevada e aveia) estabelecidas no outono-inverno sejam utilizadas também para a adubação verde e cobertura do solo. Em várias localidades do Estado do Paraná, a aveia preta apresentou valores médios de matéria seca em torno de 4,8 t ha⁻¹ (GOMES 1997).

De acordo com Salton e Kichel (1998), a cultura do milho na região sul do Estado de São Paulo e no sul do Mato Grosso do Sul pode ser semeada na primavera no início das primeiras chuvas, ou no outono, após a colheita da cultura de verão. Nestas regiões é preferível o estabelecimento da cultura da aveia no outono-inverno, devido a ocorrências de geadas e maior produção de matéria seca.

Segundo Muzilli (1981) as razões para a acentuada adoção do sistema de plantio direto estão relacionadas ao controle de erosão, ganho de tempo para a semeadura, melhor estabelecimento da cultura e maior retenção de água no solo. Além dessas vantagens, existem outras, como a preservação da matéria orgânica, desenvolvimento de macro e microrganismos e racionalização de uso de insumos e máquinas.

De acordo com Vieira e Muzilli (1984), e Stone e Moreira (2000), os sistemas de manejo de solo afetam diretamente a sua densidade, porosidade e ao armazenamento de água ao longo do perfil, interferindo no desenvolvimento e na produtividade das culturas. A economia de água, observada no sistema de plantio direto, está relacionada com a quantidade de resíduo ou palhada que permanece sobre a superfície, sendo maior para culturas cujas plantas cobrem menos o solo.

Contudo, as vantagens e desvantagens do plantio direto estão intimamente relacionadas com uma série de fatores e características edafoclimáticas da região (CRUZ et al., 2001). De acordo com Fageria et al. (1995) e Carmo (1997), a produtividade na maior parte das culturas em diferentes manejos de solo é dependente da qualidade deste manejo, fertilidade do solo e condições climáticas do ano agrícola, sendo que em anos de ocorrência de deficiência hídrica as perdas de rendimento quase sempre são registradas.

Balbino et al. (1996) verificaram que o sistema de plantio direto promoveu acréscimo nos níveis de nutrientes, juntamente com a atividade microbiana, melhorando o aproveitamento do nitrogênio fixado e a infiltração de água no solo. Houve aumento na produção do feijoeiro, sendo recomendado a rotação com as culturas de milho, soja, aveia, trigo, leguminosas forrageiras e diferentes tipos de sorgo.

Apesar das poucas pesquisas conduzidas com a cultura do feijão, Mullins e Straw (1988) e Landers (1995) relataram que não houve diferença na produtividade nos sistemas de preparo convencional e plantio direto, enquanto que Siqueira et al. (1993) obtiveram melhores produtividades de grãos no manejo convencional do solo com o uso de

aração. Silva (1992) também não observou diferenças entre os manejos de solo com grade ou arado de disco quanto à produtividade do feijoeiro. Já Silveira et al. (1994), comparando sob irrigação a aração de 15 a 30 cm de profundidade, não encontraram diferenças com relação à produtividade do feijoeiro.

Kluthcouski et al. (2000) obtiveram produtividade superior do feijoeiro, cultivar Jalo Precoco, “no inverno” no sistema de aração profunda com aiveca, com resultado de 2.691 kg ha⁻¹. Com relação à adubação, a cultura apenas respondeu a adubação necessária para a reposição das exportações pela colheita, tendo valor de 2.582 kg ha⁻¹ para a produtividade de grãos.

Silveira et al. (2001) obtiveram na combinação de arado de aiveca no cultivo de verão e grade aradora no inverno as maiores produtividades da cultivar Aporé (2.647 kg ha⁻¹), devido uma possível diminuição dos aspectos negativos dos dois implementos, ou seja, movimentação excessiva com mistura de camada de solo provocada pelo arado de aiveca e compactação (pé de grade) promovida pela grade aradora. Verificaram também que a rotação de arroz consorciado com calopogônio proporcionou as maiores produtividades do feijoeiro nos seis anos de cultivo, com média de 2.699 kg ha⁻¹, mostrando que o adubo verde cultivado anteriormente foi benéfico à cultura. De modo geral, os melhores resultados do feijoeiro foram alcançados nas rotações milho-feijão e milho-feijão-milho-feijão-arroz-feijão.

No entanto, a superioridade do plantio direto na produtividade do feijoeiro foi observada por Silva et al. (1996) e Merten (1994). Stone e Silveira (1999), avaliando os efeitos de manejo de solo com arado de aiveca, grade aradora e plantio direto, nos aspectos relacionados à compactação do solo, disponibilidade de água e no comportamento da cultivar Aporé na época “de inverno”, verificaram que a maior produtividade de grãos (acima de 2.500 kg ha⁻¹), observada em plantio direto, deveu-se, entre outros fatores aos menores valores e variação ao longo do ciclo da tensão matricial da água do solo, em comparação aos demais manejos.

Carvalho (2000) concluiu que a produtividade da cultura do feijão “de inverno” no plantio direto foi de 2.337 kg ha⁻¹, sendo superior ao convencional e que a semeadura sobre os restos culturais de soja, apresentaram melhores resultados, em relação à semeadura sobre restos de milho, algodão, mucuna e milheto.

Em outro trabalho, Stone e Moreira (2000), obtiveram resultados em que os sistemas de manejo de solo afetaram significativamente os componentes da produção, representados pelo número de vagens por planta e o número de grãos por vagem das cultivares de feijão Aporé e Safira na safra “de inverno”. Neste estudo, o número de vagens por planta foi maior no plantio direto aliado a cobertura morta. O número de grãos por vagem também foi superior neste tratamento, principalmente em relação ao preparo com grade aradora, mas não diferiu dos demais, constituídos por escarificação, arado de aiveca e plantio direto juntamente com pousio. Ainda verificaram que o plantio direto, com adequada cobertura morta, propiciou maior economia de água em comparação com os demais manejos, tendo o valor de produtividade acima de 2.000 kg ha^{-1} .

Já Stone e Moreira (2001) avaliando o comportamento da cultivar Aporé em relação à adubação nitrogenada, manejo de irrigação e de solo, verificaram em quatro anos que no plantio direto houve menor número de vagens por planta e massa de 100 grãos, com valores de 6,0 e 21,7 g, respectivamente nos dois primeiros anos, o que refletiu em menor produtividade (1.072 kg ha^{-1}), podendo estar associado ao menor teor de nitrogênio nas plantas, provocando redução do índice de área foliar e tendência de diminuição na produção de matéria seca da cultura. A produtividade sob plantio direto aumentou com o decorrer do tempo de adoção do sistema.

Além da maior disponibilidade de água, a superioridade do plantio direto em termos de produtividade tem sido atribuída também ao acúmulo de nutrientes na camada superficial, a atividade biológica, condicionada pela maior umidade e menor temperatura do solo, refletindo na solubilização, na liberação de nutrientes e na eficiência de absorção pelas plantas (MUZILLI, 1983; SÁ, 1993; URCHEI, 1996).

A adubação nitrogenada inadequada é outro fator que muitas vezes culmina no insucesso no cultivo do feijoeiro. Alguns produtores ainda continuam aplicando doses excessivas de fertilizante nitrogenado, enquanto que outros aplicam quantidades insuficientes, limitando a produtividade da cultura, mesmo que outros fatores de produção sejam otimizados (GUERRA et al., 2000).

Victoria et al. (1992), Siqueira e Moreira (2002) citaram que no plantio direto as deficiências de nitrogênio são mais acentuadas nas plantas, devido a maior demanda do nutriente e pequena taxa de mineralização da matéria orgânica, uma vez que não se realiza

o processo de incorporação dos restos culturais, necessitando de maiores doses aplicadas. Segundo Oliveira et al. (1996) as deficiências de nitrogênio se caracterizam pela presença de plantas atrofiadas, com caule e ramos delgados, folhas apresentando coloração entre o verde-pálido e a amarela. Os ramos são curtos com poucas flores e vagens com sementes pequenas, determinando em baixa produtividade de grãos. De acordo com Popinigis (1985), a deficiência em nitrogênio também pode comprometer a formação dos tecidos de reserva das sementes, prejudicando o enchimento dos grãos e conseqüentemente a produtividade.

O nitrogênio sob a forma de nitrato por ser um ânion de mesmo sinal que as cargas da fase sólida na maioria dos solos, fica disponível na solução do solo, sendo extremamente móvel, podendo ser lixiviado, o que tem sido questionada sua eficiência, tanto no sistema de plantio direto quanto no convencional. No preparo convencional, alguns trabalhos de pesquisa com adubação nitrogenada tem mostrado resposta às doses aplicadas (SILVA et al., 2000; SORATTO et al., 2000).

Sabe-se também que a disponibilidade do nitrogênio é diretamente influenciada pela matéria orgânica, o que modifica a sua dinâmica no sistema de plantio direto, em que trabalha com resíduos na superfície do solo e matéria orgânica em diversas fases da decomposição (SIQUEIRA e MOREIRA, 2002). Coelho et al. (1996) obtiveram influência do manejo do solo na cultura do feijão, sendo que no plantio direto a disponibilidade de nitrogênio foi menor, porém a presença de cobertura morta ou palhada tanto na superfície como incorporada não apresentou diferenças na disponibilidade para a cultura.

Rosolem (1987) identificou 54 experimentos de adubação onde foram estudadas as influências do nitrogênio no Estado de São Paulo, e concluiu que em 32% desses trabalhos houve resposta à aplicação de nitrogênio. Além disso, o nitrogênio é o nutriente absorvido e exportado em maiores proporções, tendo em conjunto com o fósforo os maiores efeitos sobre a produtividade do feijoeiro, quando fornecido ao solo mediante as adubações (ARF, 1994).

Arf et al. (1999) citaram que a absorção do nitrogênio ocorre em praticamente durante todo o ciclo da cultura do feijão, porém a época de maior exigência, quando a velocidade de absorção é máxima, acontece entre 35 a 50 dias após a emergência. Desta forma, a adubação nitrogenada deve ser realizada de modo a propiciar nutrição

adequada da planta no período em que ainda é possível aumentar o número de vagens por planta, isto é, até o início do florescimento (ROSOLEM, 1996).

Carvalho et al. (1992) recomendaram a aplicação da dose de 90 kg ha⁻¹ de N para obtenção de máxima produtividade, sendo metade na pré-floração e o restante no florescimento pleno. Por outro lado, Silveira e Damasceno (1993) relataram que apenas 72 kg ha⁻¹ de N é suficiente para maximizar a produtividade do feijoeiro, cultivar Carioca, no sistema de preparo convencional de solo e, segundo Calheiros et al. (1996) as maiores rendas líquidas de feijão resultaram também na quantidade de 90 kg ha⁻¹ de N. Esses resultados reforçam aos obtidos por Silva et al. (2000) e Chidi et al. (2002), que conseguiram produtividade máxima com as doses de 74 e 76,5 kg ha⁻¹ de N, respectivamente, em preparo convencional, para a cultivar IAC Carioca no período “de inverno”.

Já Diniz (1995) avaliando a resposta da cultivar Carioca, em preparo convencional de solo em épocas distintas (safra “de inverno” e safra “das águas”) à aplicação de nitrogênio em semeadura e em cobertura, verificou que esta última foi eficiente na dose de 30 kg ha⁻¹ de N, aumentando o número de vagens por planta e massa de sementes, resultando em acréscimo de produtividade da ordem de 19 a 30%, correspondendo a 1.358 kg ha⁻¹ de grãos.

Resultados semelhantes obtiveram Valério et al. (1999), envolvendo doses de nitrogênio aplicadas em semeadura e em cobertura, em preparo convencional. Concluíram que a produtividade máxima de 2.041 kg ha⁻¹ obtida pela cultivar Pérola em duas épocas de cultivo (safra “de inverno” e safra “das águas”) foi devido a aplicação de 90 kg ha⁻¹ de N em cobertura, associado com a dose de 84,7 kg ha⁻¹ de N na semeadura.

Teixeira (1998), obteve uma produtividade de 1.414 kg ha⁻¹ na época “da seca” para a cultivar Pérola, sendo linear a resposta a aplicação de nitrogênio. Soratto et al. (2000) conseguiram ajuste linear crescente para a cultivar IAC Carioca, no período “de inverno”, em preparo convencional, mostrando que 50 kg ha⁻¹ de N não foi suficiente para alcançar a produtividade máxima.

Guerra et al. (2000) trabalhando com irrigação e adubação nitrogenada, observaram que a produtividade da cultivar Pérola, em preparo convencional aumentou com o decréscimo da tensão de água no solo, para as doses de nitrogênio estudadas (0 a 160 kg ha⁻¹ de N). Os autores verificaram também que não foi necessária a aplicação de dose excessiva de

nitrogênio para obtenção de valor superior a 4.500 kg ha^{-1} , o que foi proporcionado com as doses de 40 a 80 kg ha^{-1} de N.

Barbosa Filho e Silva (2001), avaliando a aplicação de fontes nitrogenadas não verificaram diferença entre a utilização de uréia ou sulfato de amônio, como também entre os métodos de aplicação em cobertura, isto é, superficial ou incorporado ao solo, obtendo resultados acima de 3.000 kg ha^{-1} para cultivar Pérola em plantio direto na época “de inverno”. Neste mesmo estudo, a aplicação parcelada de uréia em 2 vezes (15 e 30 dias após a emergência), e 3 vezes (15, 30 e 45 dias após a emergência) resultou em produtividades significativamente maiores do que a aplicação em uma única vez (30 dias após a emergência). O trabalho demonstrou também, que o feijoeiro irrigado pode responder a doses acima de 150 kg ha^{-1} de N, sendo necessário parcelar de 2 a 3 vezes durante o ciclo da cultura.

Crusciol et al. (2001), verificaram que em preparo convencional as doses de N na semeadura elevaram o número de vagens por planta, número de grãos por planta da cultivar IAC Carioca no período “das águas”, porém a produtividade de grãos não foi influenciada pela aplicação de N tanto na semeadura quanto na cobertura, nas doses de 0, 12,5 e 25 kg ha^{-1} de N.

Stone e Moreira (2001) também verificaram que o número de grãos por vagem e a massa de 100 grãos apresentaram resposta significativa ao nitrogênio aplicado em cobertura até a dose máxima de 120 kg ha^{-1} para a cultivar Aporé, “no inverno”, sendo que o plantio direto foi o sistema de manejo de solo que alcançou maiores produtividades com 2.542 kg ha^{-1} . A maior dose de nitrogênio aplicado em cobertura (120 kg ha^{-1}) não foi suficiente para alcançar a produtividade máxima do feijoeiro. Também foi observado que o aumento nas doses de N compensa, em parte, o efeito negativo do estresse hídrico na fase vegetativa, embora os sistemas de manejo de solo não tenham afetado a resposta da cultura à adubação.

Já Silva (2002) em sistema de plantio direto, obteve resposta linear com o aumento de doses de nitrogênio na produtividade do feijoeiro “de inverno”, cultivar IAC Carioca Eté. A adição de 150 kg ha^{-1} de N resultou em apenas 9% de acréscimo em relação à testemunha (2.005 kg ha^{-1}). Bordin et al. (2003) trabalhando no mesmo sistema de manejo de solo e cultivar descrita anteriormente, na época “de inverno”, verificaram que a adubação nitrogenada influenciou positivamente nos componentes de produção, exceto no número de grãos por vagem, obtendo-se as maiores produtividades (2.091 e 2.126 kg ha^{-1}) com a

utilização de 50 e 75 kg ha⁻¹ de N em cobertura, com destaque na sucessão de feijoeiro com *Crotalaria juncea* e *Canavalia brasiliensis*.

Carvalho et al. (2003), estudando doses e épocas de aplicação de N “no inverno”, obtiveram resposta quadrática para a produtividade de grãos na cultivar IAC Carioca, em plantio direto, sendo que o valor máximo seria alcançado com dose superior a 140 kg ha⁻¹ de N. Porém o teor de N na parte aérea e a produtividade não sofreram influência das épocas de aplicação (15, 30 e 15 + 30 dias após a emergência).

Segundo Silveira e Stone (1994), um dos fatores mais importantes da resposta do feijoeiro à adubação nitrogenada é a disponibilidade de água no solo. Além disso, Rosolem (1996) relatou que em épocas onde as condições hídricas são satisfatórias, há grande variação em relação à resposta da cultura à adubação nitrogenada, numa faixa de 30 a 150 kg ha⁻¹ de N.

Um outro fator que pode contribuir para o baixo rendimento do feijoeiro é a utilização de grãos, ao invés de sementes, para a semeadura. Atualmente, a taxa de utilização de sementes no Brasil é de 18%, sendo 40%, 30% e 20% para os Estados de Santa Catarina, São Paulo e Goiás, respectivamente, e de 10% para os Estados de Minas Gerais e Paraná. (ABRASEM, 2001).

O acréscimo em termos de produtividade do feijoeiro requer melhores condições tecnológicas, incluindo neste caso a aquisição de sementes de alta qualidade (BRAGANTINI, 1996; YOKOYAMA et al., 2000). O componente fisiológico, segundo Vieira et al. (1993), pode sofrer efeito do ambiente em que as sementes são produzidas, e de acordo com Piva (1992), citado por Peixoto et al. (2001), o emprego de sementes com alta qualidade fisiológica e sanitária pode contribuir para um aumento médio na produção superior a 20%, sendo que na cultura do feijão este acréscimo pode chegar até a 40%.

De acordo com Delouche (1981), para se obter sementes de alta qualidade são indispensáveis à realização de adubação mineral adequada. Porém, trabalhos que tem como finalidade relacionar adubação e nutrição de plantas com a qualidade fisiológica de sementes são em número reduzidos, como também a influência de adubação nitrogenada sobre tais características é um tanto controverso em diversas culturas com resultados nem sempre concordante (CARVALHO et al., 2001).

Nos últimos anos, vários pesquisadores têm-se preocupado em estudar os efeitos de doses, parcelamentos, épocas e modos de aplicação de fertilizante nitrogenado no feijoeiro e seus reflexos na produtividade. Com tudo, a maioria destes trabalhos não enfatizou a influência no nitrogênio sobre a qualidade fisiológica das sementes (ANDRADE et al., 1999). Carvalho et al. (1999), constataram efeitos de doses e formas de aplicação de nitrogênio na qualidade fisiológica de sementes de feijão comum. No entanto, Ambrosano et al. (1999), não observaram diferenças significativas para fontes e formas de parcelamento do nitrogênio para esta característica. Da mesma forma, Souza et al. (1999) e Silva et al. (1999), mostraram que não houve nenhum efeito significativo da adubação nitrogenada na fisiologia das sementes recém-colhidas.

Para Carvalho e Nakagawa (2000), o nitrogênio pode influenciar nas características fisiológicas das sementes, mas os seus efeitos variam com as condições ambientais e os estádios de desenvolvimento da planta em que ocorre a aplicação de fertilizante. Deste modo, necessita-se realizar estudos envolvendo adubação e nutrição mineral juntamente com a qualidade fisiológica de sementes de feijão, tendo como objetivo não apenas a qualidade, mas também o aumento da produtividade de grãos (CARVALHO et al., 2001).

A adubação nitrogenada além de promover acréscimo na produtividade, também pode ser uma via de alternativa para aumentar o teor protéico em grãos de feijão. Carelli et al. (1981) verificaram que a aplicação de 100 kg ha^{-1} de N ocasionou aumentos de 27,8%, 20,7% e 28,1%, respectivamente nos teores de nitrogênio total, nitrogênio protéico e nitrogênio não protéico, quando comparados com o tratamento testemunha. Em outro trabalho, Carelli et al. (1982) obtiveram resposta linear com a adubação nitrogenada em cobertura nas cultivares Aroana, Carioca e Rico-23, havendo acréscimos de 8,04% a 18,5% no teor de proteína das sementes nas doses aplicadas de 50 a 100 kg ha^{-1} de N.

Resultado semelhante também foi obtido por Silva et al. (1989), onde a máxima porcentagem de proteína bruta, com valor de 23%, foi estabelecida com a dose de 100 kg ha^{-1} de N. Porém Guerra et al. (2000), não observaram efeito significativo da adubação nitrogenada no teor de proteína bruta nos grãos para a cultivar Pérola no período “de inverno”. No entanto, Bordin et al. (2003) com a mesma cultivar e período, obtiveram valor de 24,1% com o emprego de 75 kg ha^{-1} . Segundo Lajolo et al. (1996), o teor protéico pode apresentar variação em função do local de cultivo, condições ambientais e da própria cultivar.

Com relação aos demais componentes tecnológicos, são bastante escassos trabalhos científicos relacionando a influência de manejo de solo e adubação, no tocante ao nitrogênio, nesses fatores. Moraes et al. (1998) estudando o efeito da aplicação de gesso e calcário na cultivar IAC Carioca, verificaram que o tempo de cozimento dos grãos aumentou de 39 minutos para 47 minutos com a elevação das doses de gesso. Para o calcário, o tempo de cozimento transcorreu de 39 minutos para 53 minutos com o aumento das doses.

Porém, o tempo para o cozimento, depende de vários fatores como espécie, cultivar, cor do tegumento, épocas de semeadura, tempo decorrido desde a colheita, condições de estocagem dos grãos e modo de preparo (DURIGAN et al., 1978; BRESSANI et al., 1981; SGARBIERI, 1987; LAM-SANCHES et al., 1990; MORENO e LOPES 1992; CAZETTA et al., 1995, LEMOS et al., 1996; SARTORI, 1996; CHIARADIA e GOMES, 1997).

Lam-Sanches et al. (1990) verificaram que a época de semeadura interferiu nas características tecnológicas dos grãos de feijão. Nesse trabalho o tempo para o cozimento no período “das águas”, de 45 minutos, foi maior em relação ao período “da seca”, afetando também a capacidade de hidratação.

Outra característica avaliada na questão tecnológica, envolve a presença de “hardshell”, que caracteriza-se em sementes maduras e secas, pela qual falham em absorver água dentro de um período razoavelmente longo, quando umedecidas, e que segundo Moreno e Lopes (1992), para prevenir esse fenômeno, indica-se o armazenamento dos grãos a temperaturas menores de 17°C, umidade relativa abaixo de 55% e umidade dos grãos inferior a 8%, como também a geração de cultivares sem propensão ao endurecimento.

Em virtude da presente revisão de literatura, verifica-se que são crescentes os trabalhos com o feijoeiro confrontando os diversos sistemas de manejo de solo, principalmente no plantio direto. Esse resultado deve-se em função da característica do plantio direto de utilizar práticas conservacionistas e do menor impacto ambiental. Aliado a essa constatação, também verifica-se que é grande o número de trabalhos com finalidade de estudar a resposta da cultura à adubação nitrogenada, por ser o nitrogênio o elemento mais requerido pela planta. Na primeira situação, esperaria obter acréscimo na produtividade comparativamente com outros sistemas de manejo de solo, em especial ao preparo convencional. Na segunda situação, há trabalhos de pesquisa que mostram resposta do

feijoeiro a doses de nitrogênio acima de 100 kg ha^{-1} . Contudo, necessita-se realizar outros trabalhos com essa mesma característica, tendo como objetivo não somente avaliar a influência desses fatores na produtividade, como também na qualidade de sementes e principalmente na tecnologia dos grãos, onde são escassas as informações.

5. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em condições de campo na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agronômicas do Campus de Botucatu-UNESP. As coordenadas geográficas de referência são: latitude sul 22° 51' e longitude oeste 48° 26', com altitude de 740 metros. O clima de acordo com a classificação de Koppen é do tipo Cwa, subtropical, com verões quentes e úmidos, e invernos frios e secos (LOMBARDI NETO e DRUGOWICH, 1994).

O solo da área é do tipo Terra Roxa Estruturada, textura argilosa, atualmente classificado como Nitossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 1999). A área experimental faz parte de um programa de estudos em longo prazo visando comparar dois sistemas de manejo de solo, constituídos por preparo convencional e plantio direto. Iniciado em 1985, o programa utilizou a seqüência de culturas de trigo e soja até março de 1995, permanecendo em pousio até abril de 1999. No ano de 1999, realizou-se um experimento envolvendo espécies de adubo verde e a cultura do milho. Posteriormente a mesma permaneceu novamente em pousio até a instalação deste experimento.

Antes da instalação do experimento foi realizada a análise química do solo de forma estratificada, de acordo com a metodologia proposta por Raij e Quaggio (1983)

nos dois sistemas de manejo do solo (Tabela 1 e 2), como também a análise física nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, segundo Embrapa (1997), visando fazer uma caracterização quanto a esses aspectos (Tabela 3).

Tabela 1. Análise química do solo no sistema de preparo convencional antes da instalação do experimento, Botucatu, 2002.

Profundidade	pH	M.O	P resina	H + Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V
cm	CaCl ₂	g kg ⁻¹	mg dm ⁻³	mmol _c dm ⁻³						%
0-5	5,1	31,0	46,8	40,0	3,0	42,5	17,5	63,0	103,0	61,2
5-10	5,2	29,5	46,0	38,0	2,3	43,3	18,5	64,1	102,1	62,8
10-20	5,2	28,0	40,0	40,3	2,0	41,3	16,3	59,6	99,9	59,7
20-40	5,3	33,0	34,2	38,6	0,4	44,0	17,4	61,8	100,4	62,0

Tabela 2. Análise química do solo no sistema de plantio direto antes da instalação do experimento, Botucatu, 2002.

Profundidade	pH	M.O	P resina	H + Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V
cm	CaCl ₂	g kg ⁻¹	mg dm ⁻³	mmol _c dm ⁻³						%
0-5	5,6	42,5	83,7	34,5	3,6	58,0	28,0	89,6	124,1	72,2
5-10	5,3	32,5	75,5	39,0	2,9	55,3	24,8	83,0	122,0	68,0
10-20	5,4	30,3	50,8	36,3	2,3	50,5	20,4	73,2	109,5	66,8
20-40	5,3	31,1	16,4	35,5	1,0	42,0	17,0	60,0	95,5	63,0

Tabela 3. Densidade e porosidade total do solo no sistema de preparo convencional e plantio direto antes da instalação do experimento, Botucatu, 2002.

Sistema de manejo	Profundidade	Densidade do solo	Porosidade total
	cm	g cm^{-3}	$\text{dm}^{-3} \text{dm}^{-3}$
Plantio direto	0-10	1,42	49,10
Preparo convencional		1,30	52,40
Plantio direto	10-20	1,42	49,00
Preparo convencional		1,36	51,20

Antecedendo o feijoeiro, visando realizar um sistema de sucessão em condições de sequeiro, foram implantadas na área experimental as culturas de aveia preta, no período de outono-inverno e o milho, em período de primavera, com a finalidade de produção de matéria seca.

A aveia preta (*Avena strigosa* L.) foi semeada em 6 de junho de 2002, utilizando-se a cultivar Comum, no espaçamento de 0,225 metros, com consumo de 70 kg de sementes ha^{-1} .

Já o milho (*Pennisetum glaucum* L.) foi semeada em 9 de outubro de 2002, utilizando-se a cultivar BN-2, no espaçamento de 0,225 metros, com consumo de 30 kg de sementes ha^{-1} .

As culturas de cobertura foram manejadas aos 60 dias após a emergência através da dessecação com glyphosate, utilizando-se 2,5 L ha^{-1} de produto comercial. O preparo do solo foi efetuado nas áreas destinadas ao manejo convencional antes da semeadura da aveia preta, do milho e do feijoeiro.

A semeadura da cultura do feijão foi realizada no período "da seca" (PIZZAN et al., 1994), em 19 de dezembro de 2002, sendo efetuada mecanicamente através de uma semeadora-adubadora, utilizando-se 18 sementes por metro de sulco, num espaçamento entre linhas de 0,45 metros. As sementes foram previamente tratadas com inseticida (Thiamethoxan) e fungicida (Carboxin + Thiram), na dose comercial de 150 g 100 kg sementes⁻¹ e 250 mL 100 kg sementes⁻¹, respectivamente.

A cultivar utilizada foi a Pérola, a qual apresenta as seguintes características: grupo comercial carioca; hábito de crescimento indeterminado tipo II e III; porte semi-ereto; ciclo de 90 dias; grão de coloração bege clara com forma longa arredondada; suscetível à antracnose e bacteriose; moderadamente resistente ao oídio, mancha angular e à murcha de *Fusarium* e resistente à ferrugem e ao mosaico comum (MORAES et al., 1996).

A adubação mineral de semeadura foi realizada levando-se em consideração as características químicas do solo, utilizando-se 300 kg ha⁻¹ da fórmula comercial 4-20-10. A adubação de cobertura foi efetuada no estágio fenológico V₄, caracterizado pela presença da terceira folha trifoliolada completamente aberta em 50% das plantas (FERNÁNDEZ et al., 1985).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram representadas por dois sistemas de manejo de solo, constituídos por preparo convencional do solo com uso de uma aração, através de arado de discos e posterior duas gradagens com grade niveladora e plantio direto. As subparcelas foram formadas por cinco doses de adubação nitrogenada em cobertura, sendo: 0 (ausência), 40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹ de N, utilizando-se como fonte a uréia.

O experimento constituiu-se de 40 subparcelas, espaçadas entre si em 1 metro. Cada subparcela foi formada por 10 linhas de feijão de 7 metros de comprimento, espaçadas em 0,45 metros. Como área útil de cada subparcela foram consideradas as 8 linhas centrais, desprezando-se 0,5 metros de cada extremidade com 21,6 metros quadrados de área útil.

Com relação aos tratos fitossanitários, houve acompanhamento da cultura, utilizando-se para o controle de *Bemisia* spp (mosca branca), *Empoasca kraemeri* (cigarrinha verde) e *Cerotoma arcuata* (vaquinha) inseticida à base de monocrotophos e methamidophos na dose recomendada de 0,6 L ha⁻¹ e 1,0 L ha⁻¹ do produto comercial, respectivamente. Para o controle de doenças fúngicas como *Phaeoisariopsis griseola* (mancha angular), *Colletotrichum lindemuthianum* (antracnose) e *Sclerotinia sclerotiorum* (mofo branco), e doença bacteriana como *Xantomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (crestamento bacteriano comum) foram utilizados os fungicidas à base de azoxystrobin, tiofanato metílico e óxido cuproso na dose recomendada de 100 g ha⁻¹, 100 mL 100 L⁻¹ e 200 g 100 L⁻¹ do produto

comercial, respectivamente. Já para o controle de plantas daninhas foi utilizado o herbicida de pós-emergência (fluazifop-p-butyl + fomesafen) na dose de 1,0 L ha⁻¹ do produto comercial.

Durante a condução do experimento foram avaliados os parâmetros descritos a seguir.

Nas culturas de aveia preta e milho:

a. Cobertura do solo (%)

A porcentagem de cobertura do solo, proveniente dos resíduos de aveia preta e milho, foi realizada sete dias após o manejo químico das parcelas no sistema de preparo convencional e plantio direto, pelo método do ponto quadrado, de acordo com Spedding e Large (1975).

b. Produção de matéria seca (t ha⁻¹)

Determinada na área útil de cada parcela experimental, por ocasião do manejo da cultura, retirando-se ao acaso, três amostras de plantas em duas linhas de 0,5 metro de comprimento. Em seguida as plantas foram submetidas à secagem em estufa a 60°C até atingirem massa constante, posteriormente pesagem e determinação da quantidade de matéria seca.

c. Teor e acúmulo de nitrogênio na parte aérea

Foram utilizadas as amostras coletadas para a produção de matéria seca, sendo submetidas à lavagem com água destilada e colocadas para secagem em estufa de ventilação forçada de ar a 60 - 70°C, por 72 horas. Posteriormente o material foi moído em moinho tipo Willey, para em seguida proceder a digestão sulfúrica, seguindo a metodologia de Malavolta et al. (1997). Com os resultados da produção de matéria seca e o teor de nitrogênio, determinou-se a quantidade de nutriente extraído das culturas para os diferentes manejos de solo.

Na cultura do feijão:**a. Florescimento pleno (dias)**

Determinado pelo número de dias transcorridos entre a emergência e o florescimento pleno, ou seja, quando 50% das plantas apresentaram a primeira flor aberta (Fernández et al., 1985).

b. Ciclo (dias)

Avaliou-se o período de dias entre a emergência e a quase total ausência de folhas nas plantas com as vagens secas e de coloração palha, em toda área útil de cada subparcela experimental.

c. Matéria seca da parte aérea (kg ha^{-1})

Determinada por ocasião do florescimento, coletando 10 plantas ao acaso na área útil de cada subparcela experimental, sendo submetidas à lavagem com água destilada e colocadas para secagem em estufa de ventilação forçada de ar a 60 - 70°C, por 72 horas e pesadas.

d. População final de plantas

Foram contadas todas as plantas contidas na área útil de cada subparcela experimental e os resultados convertidos para mil plantas. ha^{-1} .

e. Altura de inserção da primeira vagem (cm)

Determinada no final do ciclo, avaliando-se 10 plantas ao acaso na área útil de cada subparcela experimental, medindo-se com uma régua graduada, do nível do solo até a inserção da primeira vagem.

f. Comprimento das vagens (cm)

Coletando-se 10 plantas ao acaso na área útil de cada subparcela e efetuando-se a medição através de uma régua graduada o comprimento de duas vagens do terço inferior de cada planta, totalizando vinte vagens por subparcela. Através dessas plantas, realizou-se também, a determinação dos componentes da produção.

g. Componentes da produção

g.1. Número de vagens por planta: relação entre número total de vagens e o número total de plantas coletadas.

g.2. Número de grãos por vagem: relação entre número total de grãos e o número total de vagens.

g.3. Massa de 100 grãos (g): determinada através da coleta e contagem de 4 amostras de 100 grãos por subparcela experimental e a seguir realização das pesagens.

h. Teor de nitrogênio nas folhas

Nessa avaliação foi utilizada a terceira folha trifoliada do terço médio de 30 plantas coletadas na área útil de cada subparcela experimental, durante o período de florescimento pleno (Ambrosano et al., 1997), sendo submetidas à lavagem com água destilada e colocadas para secagem em estufa de ventilação forçada de ar a 60 - 70°C, por 72 horas. Posteriormente o material foi moído em moinho tipo Willey, para em seguida proceder a digestão sulfúrica, seguindo a metodologia de Malavolta et al. (1997).

i. Produtividade de grãos (kg ha⁻¹)

As plantas contidas na área útil das subparcelas foram arrancadas manualmente e postas a secar, sendo posteriormente trilhadas mecanicamente, padronizando o grau de umidade a 13%, determinado por meio do método da estufa a 105°C ± 3°C por 24 horas (BRASIL, 1992).

j. Renda (%)

Após a colheita, procedeu-se a separação de 300 gramas de grãos por subparcela experimental, passando por um conjunto de peneiras, oblonga 12, oblonga 11 e fundo, retirando para pesagem os grãos retidos na peneira oblonga 12 para realização da porcentagem de grãos selecionados.

I. Qualidade fisiológica das sementes

As avaliações referentes a qualidade fisiológica de sementes foram efetuadas no período de julho a agosto de 2003, em amostras de sementes de feijão previamente homogeneizadas através da classificação nas peneiras oblonga 12 e 11, tendo sido armazenadas em sacos de papel em condições de ambiente (temperatura média de 25°C e umidade relativa de 55%).

I.1. Teste de germinação

Utilizaram-se 200 sementes de cada tratamento, em quatro repetições. Os testes foram conduzidos em rolos de papel toalha sob temperatura de 25°C, sendo avaliada a porcentagem de plântulas normais de acordo com as Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 1992).

I.2. Teste de envelhecimento acelerado.

Utilizaram-se 200 sementes de cada tratamento, em quatro repetições. O teste constituiu-se no emprego de caixas plásticas (gerbox) como compartimento individual (mini-câmeras) possuindo, no seu interior, uma bandeja de tela de aço inox sobre a qual foram colocadas as sementes. Sob esta bandeja foram adicionados 40 mL de água destilada, sendo então fechadas as mini-câmeras e mantidas à $42^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ por um período de 72 horas. A seguir, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, semelhante ao descrito acima (BRASIL, 1992).

I.3. Teste de condutividade elétrica

Utilizaram-se 200 sementes de cada tratamento, em quatro repetições. Essas sementes foram inicialmente pesadas e colocadas para embeber em recipientes plásticos, contendo 75 mL de água destilada por 24 horas à 25°C. Posteriormente, foi realizada uma leve agitação de cada recipiente, visando a homogeneização dos exudatos liberados na água, para em seguida proceder a leitura em condutivímetro, descrito por Vieira (1994).

m. Características tecnológicas

As avaliações referentes as características tecnológicas dos grãos também foram efetuadas no período de julho a agosto de 2003, em amostras de grãos de feijão previamente homogeneizadas através da classificação nas peneiras oblonga 12 e 11, tendo sido armazenadas em sacos de papel em condições de ambiente (temperatura média de 25°C e umidade relativa de 55%).

m.1. Teor de proteína bruta (%)

Determinado através da fórmula $PB = N \text{ total} \times 6,25$, onde PB = teor de proteína bruta nos grãos (%) e N total = teor de nitrogênio nos grãos, obtido de acordo com a metodologia por Sarruge e Haag (1974).

m.2. Tempo para cozimento (minutos)

Foi realizada com o auxílio da máquina de Mattson, descrita por Durigan (1979), que consta basicamente de 25 estiletes verticais terminados em ponta de 1/16". A ponta fica apoiada no grão de feijão durante o cozimento e quando o grão encontra-se cozido a ponta penetra-o deslocando o estilete. O tempo final para cozimento da amostra foi obtido quando $50\% + 1$, ou seja, 14 estiletes, estiverem deslocados. Para essa determinação os grãos ficaram em hidratação em água destilada durante um período mínimo de 12 horas. Durante o cozimento todas as partes do aparelho compreendidas pelos receptáculos e estiletes ficaram conservadas dentro de água quente, a qual foi mantida em nível constante e a temperatura verificada periodicamente, sendo na média de 96°C.

De posse do tempo de cozimento foi verificado o nível de resistência à cocção, adotando-se a escala da Embrapa - Instrumentação Agropecuária, descrita a seguir: tempo de cozimento inferior a 16 minutos, muito suscetível ao cozimento; entre 16 e 20 minutos, suscetibilidade média; entre 21 e 28 minutos, resistência normal; entre 29 e 32 minutos, resistência média; entre 33 e 36 minutos, resistente; e superior a 36 minutos, muito resistente ao cozimento.

m.3. Capacidade de hidratação

Foi determinada através da metodologia descrita por Durigan (1979), que consiste da utilização de uma proveta graduada com capacidade de 500 ml e precisão de 5ml, béqueres com capacidade de 250 ml. Em cada um foi colocada uma amostra, constituída de aproximadamente 50 gramas de grãos previamente escolhidos, adicionando-se 200ml de água destilada. Durante um tempo de 12 horas foram feitas avaliações do volume de água não absorvido pelos grãos, vertendo-a do béquer para a proveta, em intervalos de meia hora nas primeiras 4 horas e de uma hora nas 8 horas restantes. Ao final do tempo previsto para a hidratação a água foi totalmente drenada e os grãos pesados. Os grãos que não hidrataram (“hardshell”) foram pesados separadamente e contados, para se determinar sua porcentagem. Já a relação de hidratação foi determinada como sendo a razão entre a massa após a hidratação e a massa inicial dos grãos. Durante a condução do teste, verificou-se que a temperatura da água foi de 25°C.

A análise de variância pelo teste F foi empregada para todos os dados obtidos, aplicando-se o teste de Tukey para a comparação de médias das parcelas, e análise de regressão para os valores das subparcelas. Toda análise estatística foi realizada mediante o programa SISVAR, versão 4.0 (FERREIRA, 2000).

Realizou-se também, a análise de regressão entre o tempo (horas) e a capacidade de hidratação (mL) para determinar o tempo necessário para a máxima hidratação dos grãos do feijoeiro.

Para o florescimento pleno e ciclo, não foi realizada análise estatística em função da ausência e pouca variação entre os tratamentos. Também para a relação de hidratação e presença de grãos "hardshell", não se realizou a análise estatística.

Para colaborar na interpretação e discussão dos resultados obtidos, foram coletados os dados climáticos através do Departamento de Recursos Naturais da FCAV/UNESP. Os valores de temperatura (mínima, máxima e média) encontram-se na Figura 1. Enquanto que o gráfico do balanço hídrico seqüencial efetuado pelo método de Thornthwiate e Mather (1955), adaptado por Rolim et al. (1998), encontra-se na Figura 2.

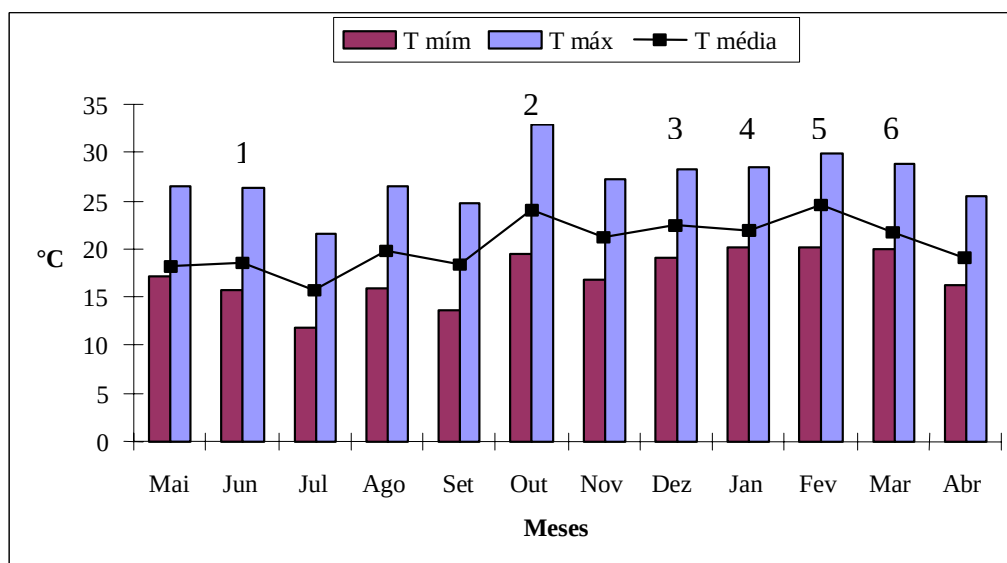


Figura 1. Valores de temperatura máxima, mínima e média durante o desenvolvimento das culturas de cobertura e do feijoeiro, durante os meses de maio de 2002 a abril de 2003.

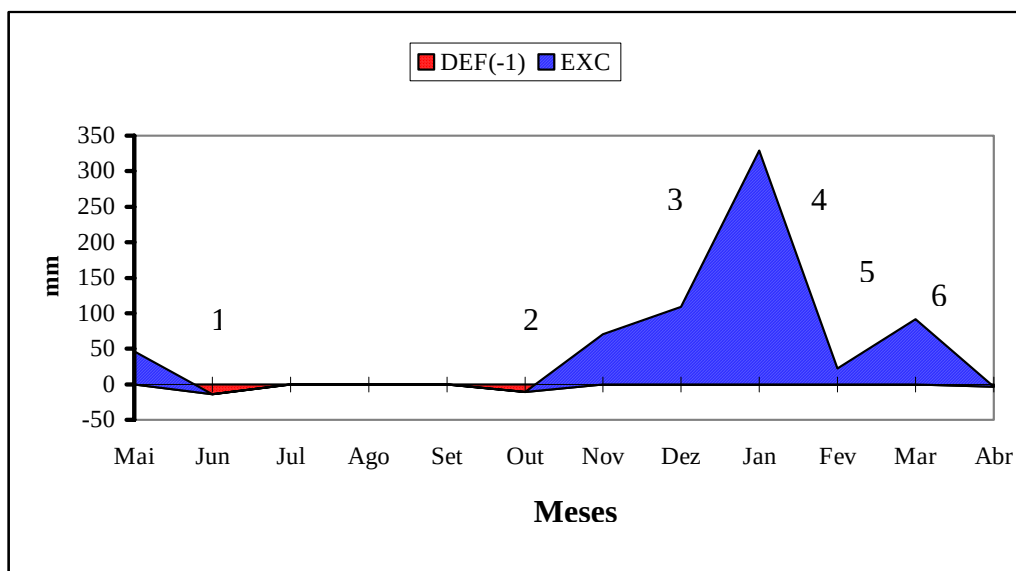


Figura 2. Extrato do balanço hídrico, segundo Thornthwaite e Mather (1955), adaptado por Rolim et al. (1998), durante o desenvolvimento das culturas de cobertura e do feijoeiro, durante os meses de maio de 2002 a abril de 2003.

Obs.: 1 – semeadura de aveia preta; 2 – semeadura do milho; 3 – semeadura do feijão; 4 – adubação de cobertura; 5 – florescimento pleno/enchimento de grãos; 6 – maturidade fisiológica/colheita.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. Culturas de aveia preta e milheto

Na Tabela 4 encontram-se os valores referentes às culturas antecessoras ao feijoeiro. Verifica-se que tanto para a cultura de aveia preta quanto para o milheto, a porcentagem de cobertura do solo foi superior no plantio direto, devido ao próprio manejo químico das culturas neste sistema. No entanto, para os valores de produção de matéria seca e acúmulo de nitrogênio não houve efeito significativo para os manejos de solo. Já para a cultura do milheto, o teor de nitrogênio na parte aérea foi superior no plantio direto.

Os valores de matéria seca foram semelhantes ao obtido por Aita et al. (1994), que em estudo de espécies de inverno para as culturas de feijão e milho em plantio direto, verificaram que a aveia preta produziu em torno de $4,3 \text{ t ha}^{-1}$ de matéria seca, apresentando acúmulo de nitrogênio de 43 kg ha^{-1} de N. Em outro trabalho, Giacomini et al. (2003) verificaram também que a aveia preta, como cultura de inverno produziu de $4,1$ a $4,6 \text{ t ha}^{-1}$, semelhante ao nabo forrageiro e superior a ervilhaca, com valores de acúmulo entre 42 a

Tabela 4. Porcentagem de cobertura do solo, matéria seca, teor e acúmulo de nitrogênio na parte aérea, nas culturas de aveia preta e milheto, em dois sistemas de manejo de solo. Botucatu, 2003.

Culturas de Cobertura	Aveia	Milheto	Aveia	Milheto	Aveia	Milheto	Aveia	Milheto
	Cobertura do solo		Matéria seca		Teor de N		Acúmulo de N	
Manejo de solo	_____ % _____		_____ t ha ⁻¹ _____		_____ g kg ⁻¹ _____		_____ kg ha ⁻¹ _____	
Plantio direto	98,8 a	99,5 a	4,3	5,9	15,7	21,5 a	66,0	126,6
Preparo convencional	85,5 b	89,5 b	3,5	5,9	17,5	18,2 b	61,3	107,9
CV (%)	3,5	1,1	19,0	9,8	9,4	1,2	15,6	9,9

Obs.: Médias seguidas de letras distintas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 1%.

59 kg ha⁻¹ de N, inferiores ao obtido no presente estudo.

Para a cultura do milho, os valores encontrados de matéria seca e porcentagem de cobertura foram semelhantes ao obtido por Silva (2002), o qual verificou uma produção de 6,3 t ha⁻¹, quando cultivado no período de safrinha e 100% de cobertura de solo, logo após o manejo mecânico com triton. Já Bordin et al. (2003) obtiveram valor de 9,5 t ha⁻¹ no cultivo de safrinha, como também 100% de cobertura do solo proporcionada por essa gramínea, porém os valores do teor de N na parte aérea e acúmulo deste nutriente foram consideravelmente inferiores, em torno de 6,1 g kg⁻¹ e 58,1 kg ha⁻¹, respectivamente.

O comportamento das culturas de cobertura poderia ser superior, caso as condições climáticas fossem adequadas ao desenvolvimento vegetativo, uma vez que o estabelecimento e demais etapas fenológicas foram prejudicados pela deficiência hídrica, principalmente para a aveia preta, em razão ao baixo armazenamento de água no solo pela falta de precipitação pluvial e também pela época de semeadura (Figura 2).

6.2. Cultura do feijão

O florescimento pleno do feijoeiro ocorreu aos 41 dias após a emergência, não tendo distinção entre os tratamentos. Com relação ao ciclo, a variação encontrada entre os tratamentos foi de 5 a 13 dias, sendo que na ausência de adubação nitrogenada totalizou-se 85 dias, os tratamentos com 40 kg ha⁻¹ e 80 kg ha⁻¹ de N apresentaram ciclo de 90 dias e nos tratamentos com 120 kg ha⁻¹ e 160 kg ha⁻¹ de N foi estabelecido ciclo de 98 dias.

Nas Tabelas 5 e 6 estão os resultados pertencentes à análise de variância, para as várias características avaliadas na cultura do feijoeiro. Verifica-se que houve efeito significativo dos manejos de solo para a população final e massa de 100 grãos, enquanto que as doses de adubação nitrogenada em cobertura apresentaram efeito significativo para todas as características, exceto para altura de inserção de primeira vagem, comprimento de vagens e número de vagens por planta.

Tabela 5. Valores de F e níveis de significância para a altura de inserção de 1ª vagem, comprimento de vagens, matéria seca da parte aérea e população final de plantas do feijoeiro, em resposta à adubação nitrogenada de cobertura em dois sistemas de manejo de solo. Botucatu, 2003.

Causas da variação	G.L	Matéria seca da parte aérea	População final	Altura de inserção de 1ª vagem	Comprimento de vagens
Manejo de solo (M)	1	0,20 ^{ns}	106,47 ^{**}	2,84 ^{ns}	0,02 ^{ns}
Doses de N (N)	4	2,86 [*]	3,00 ^{**}	0,90 ^{ns}	1,72 ^{ns}
M x N	4	0,64 ^{ns}	1,02 ^{ns}	0,23 ^{ns}	2,21 ^{ns}

Obs.: ^{ns} não significativo, ^{*} significativo a 5%, ^{**} significativo a 1%.

Tabela 6. Valores de F e níveis de significância para o número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de 100 grãos, teor de nitrogênio nas folhas, produtividade de grãos e renda do feijoeiro, em resposta à adubação nitrogenada de cobertura em dois sistemas de manejo de solo. Botucatu, 2003.

Causas da variação	G.L	Vagens planta ⁻¹	Grãos vagem ⁻¹	Massa de 100 grãos	Teor de N nas folhas	Produtividade de grãos	Renda
Manejo de solo (M)	1	0,70 ^{ns}	0,006 ^{ns}	42,5 ^{**}	8,01 ^{ns}	7,41 ^{ns}	4,15 ^{ns}
Doses de N (N)	4	0,53 ^{ns}	3,79 [*]	11,22 ^{**}	4,80 ^{**}	4,65 ^{**}	6,34 ^{**}
M x N	4	1,64 ^{ns}	0,74 ^{ns}	1,66 ^{ns}	2,64 ^{ns}	1,33 ^{ns}	3,09 ^{ns}

Obs.: ^{ns} não significativo, ^{*} significativo a 5% , ^{**} significativo a 1% .

Os resultados para todas as características agronômicas avaliadas no feijoeiro encontram-se nas Tabelas 7 e 8.

Tabela 7. Matéria seca da parte aérea, população final, altura de inserção de 1ª vagem e comprimento de vagens do feijoeiro, em resposta à adubação nitrogenada de cobertura em dois sistemas de manejo de solo. Botucatu, 2003.

Causas da Variação	Matéria seca da parte aérea	População final	Altura de inserção de 1ª vagem	Comprimento de vagens
	kg ha ⁻¹	mil plantas ha ⁻¹	_____cm_____	
Manejo de solo				
Plantio direto	2.529	227 b	11,9	10,1
Preparo convencional	2.634	244 a	13,1	10,0
CV (%)	28,3	2,23	17,9	11,8
Doses de N				
0	2.160	218	12,0	9,6
40	2.427	238	12,0	10,4
80	2.730	238	13,2	10,4
120	2.807	242	13,5	10,2
160	2.781	239	12,0	9,7
CV (%)	18,1	6,96	17,9	7,7

Obs.: Médias seguidas de letras distintas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% .

Tabela 8. Número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de 100 grãos, teor de nitrogênio nas folhas produtividade de grãos e renda do feijoeiro, em resposta à adubação nitrogenada de cobertura em dois sistemas de manejo de solo. Botucatu, 2003.

Causas da Variação	Vagens planta ⁻¹	Grãos vagem ⁻¹	Massa de 100 grãos	Teor de N nas folhas	Produtividade de grãos	Renda
	_____n°_____		g	g kg ⁻¹	kg ha ⁻¹	%
Manejo de solo						
Plantio direto	6,5	4,4	28,9 b	34,6	1.868	80,4
Preparo convencional	5,9	4,4	30,1 a	38,5	1.656	83,7
CV (%)	33,3	13,5	1,85	11,8	13,9	6,3
Doses de N						
0	6,2	4,5	28,4	33,7	1.665	85,1
40	6,5	4,9	28,4	36,5	1.726	84,4
80	5,8	4,8	27,7	33,8	1.915	79,4
120	6,6	4,0	30,8	38,1	1.878	81,4
160	6,0	3,9	32,8	40,4	1.627	80,1
CV (%)	22,2	14,3	6,5	10,0	9,5	3,5

Obs.: Médias seguidas de letras distintas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 1%.

Verifica-se na Figura 3 que as doses de adubação nitrogenada interferiram na produção de matéria seca da parte aérea, tendo os valores ajustados à equação linear crescente. Este resultado concorda com Stone e Moreira (2001) e Chidi et al. (2002), que também observaram efeito linear na matéria seca, nas cultivares Aporé e Peróla, no período “de inverno”, utilizando doses de 0 a 120 kg ha⁻¹ de N e 0 a 75 kg ha⁻¹ de N, respectivamente. Tais resultados mostram-se que o nitrogênio tem extrema importância na produção de matéria seca, pois é constituinte da molécula de clorofila tendo, portanto, influência direta na fotossíntese promovendo crescimento vegetativo do feijoeiro (Silveira e Damasceno, 1993).

Todavia, Almeida et al. (2000) não verificaram efeito da adubação nitrogenada via solo ou via foliar para a produção de matéria seca. Oliveira et al. (2002) obtiveram produção de matéria seca para cultivar Carioca, “no inverno” em torno de 1.127 kg ha⁻¹, em sucessão ao milho. Aita et al. (1994) verificaram menor valor para cultivar Rio Tibagi em plantio direto no período “das águas”, na sucessão do feijoeiro-aveia preta.

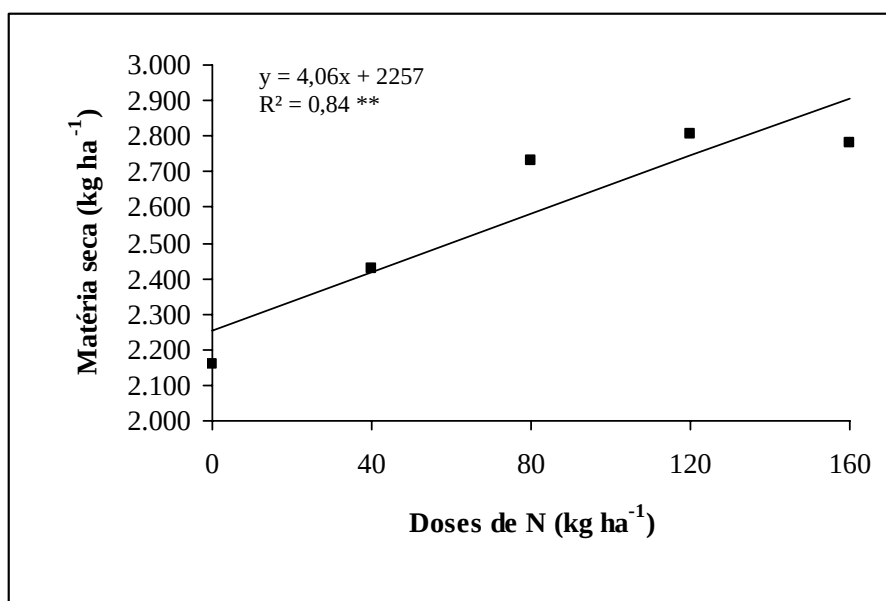


Figura 3. Matéria seca do feijoeiro, em resposta a adubação nitrogenada de cobertura. Botucatu, 2003.

Para a população final, os resultados obtidos para os diferentes tratamentos variaram de 218 a 244 mil plantas ha^{-1} , sendo considerada adequada para a cultura do feijoeiro, especificamente para a cultivar utilizada, no caso a Peróla, a qual apresenta hábito de crescimento tipo II-III e nota-se que no manejo de solo constituído pelo preparo convencional, o valor obtido foi superior ao plantio direto. Este resultado não se assemelha ao obtido por Stone e Moreira (2000), que trabalhando com as cultivares Aporé e Safira no período “de inverno”, não obtiveram diferenças significativas entre cinco sistemas de manejo de solo (plantio direto, plantio direto + cobertura morta, grade aradora, arado de aiveca e escarificador), porém os valores finais variaram de 280 a 292 mil plantas ha^{-1} .

Em outro estudo, Shimada et al. (2000) verificaram que o efeito da população nas características do feijoeiro “de inverno” só ocorre quando a variação for superior a 100 mil plantas ha^{-1} . Já Stone e Moreira (2001), também não observaram variação significativa entre os sistemas de manejo constituídos de grade aradora, arado de aiveca e plantio direto, tendo valores entre 200 a 310 mil plantas ha^{-1} , para a cultivar Aporé no período “de inverno”. Uma provável explicação para o valor da população final de plantas ser superior no manejo convencional do solo no presente trabalho, pode estar relacionado com a melhor homogeneidade na emergência de plântulas, em virtude da adequada distribuição das sementes no solo nivelado aliado ao devido recobrimento pelos equipamentos da semeadora.

Em relação à adubação nitrogenada, os valores de população final apresentaram distribuição linear crescente mediante ao aumento das doses (Figura 4), concordando com os resultados de Teixeira (1998), no período “da seca”, com a cultivar Peróla, sendo que a melhor distribuição de água durante a fase vegetativa, pode ter contribuído com a maior absorção de nitrogênio pelas plantas.

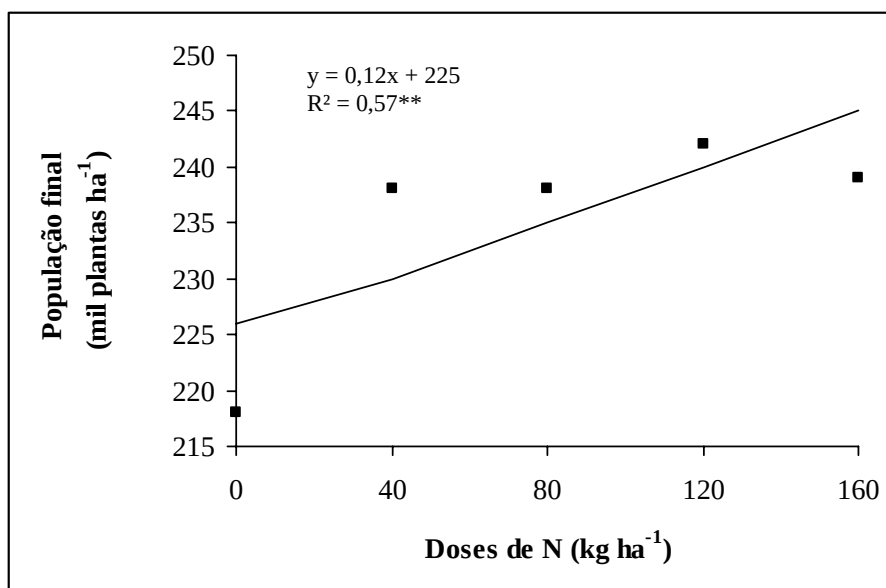


Figura 4. População final do feijoeiro, em resposta a adubação nitrogenada de cobertura. Botucatu, 2003.

Os valores da altura de inserção de primeira vagem e comprimento de vagens não foram afetados pelos tratamentos, corroborando com Carvalho et al. (2001), que também não verificaram efeito da adubação nitrogenada para altura de inserção de primeira vagem, na cultivar IAC Carioca, no período “de inverno”, sendo que o valor obtido (13,5 cm) foi próximo ao do presente trabalho. Valor semelhante para o comprimento de vagens também foi obtido por Ramos Júnior (2002) para a cultivar Pérola na época “das águas”, tendo apresentado 10,2 cm. De acordo com Silva e Antunes (2002), os valores obtidos para comprimento de vagens no trabalho enquadram-se na classe média, caracterizada por valores de comprimento de 8,8 a 11,5 cm.

Segundo Cardoso e Marubayashi (1999), o aumento da população de plantas ocasiona maior alongamento dos entrenós da região inferior da planta de feijão, proporcionando acréscimos na altura de inserção de primeira vagem. Moda-Cirino et al. (1989) e Lollato (1989) citaram que as cultivares que apresentam altura de inserção de primeira vagem maior que o comprimento de vagens evitam que as mesmas não fiquem em contato com o solo, o que é desejável, favorecendo a produção de grãos com melhor qualidade sanitária e comercial, tendo também importância para colheita mecanizada.

O número de vagens por planta não sofreu influência dos tratamentos, concordando com Silva (2002) que utilizou a cultivar IAC Carioca Eté, no “inverno”. No entanto, o resultado obtido no presente trabalho, discorda de Diniz (1995) e Silva et al. (2000), onde verificaram efeito do aumento das doses de nitrogênio, nas cultivar Carioca e IAC Carioca, nos períodos “das águas” e “de inverno”, como também de Crusciol et al. (2001) e Stone e Moreira (2001), para as cultivares IAC Carioca e Aporé, ambas no período “de inverno”.

O número de grãos por vagem teve os valores reduzidos com a elevação das doses aplicadas (Figura 5).

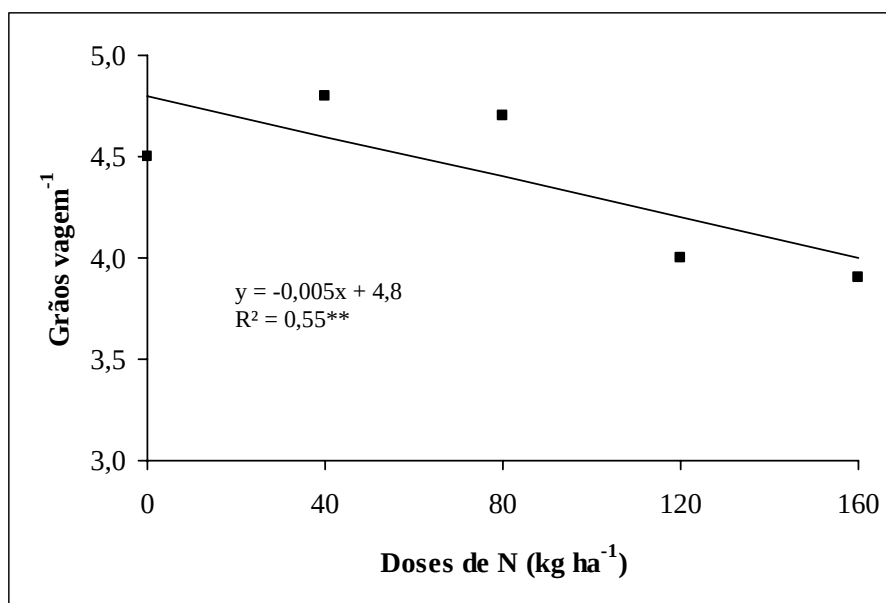


Figura 5. Número de grãos por vagem do feijoeiro, em resposta a adubação nitrogenada de cobertura. Botucatu, 2003.

No entanto, Soratto et al. (2000) e Bordin et al. (2003) não verificaram efeito da adubação nitrogenada nessa característica, no período “de inverno”, para as cultivares IAC Carioca e Pérola. De acordo com Cardoso (1999), este componente está relacionado ao aspecto varietal, sendo pouco influenciado por alterações no meio. Já Teixeira (1998) e Silva et al (2000), obtiveram aumento no número de grãos por vagem com ajustes

quadráticos, tendo o valor máximo estimado com a aplicação de 131 kg ha^{-1} de N e 60 kg ha^{-1} de N, nas cultivares Pérola e IAC Carioca, “na seca” e “no inverno”, respectivamente.

Gomes et al. (2000), verificaram que em condições de deficiência hídrica no solo, foi suficiente para causar a redução significativa do número de vagens por planta, sendo que tal valor diminui à medida que eleva-se o efeito da falta de água. Stone e Moreira (2001), mostraram também que o estresse hídrico em pequena intensidade na fase vegetativa do feijoeiro, no período “de inverno”, promoveu reflexos negativos para o número de vagens por planta, como também para o número de grãos por vagem, reduzindo a produtividade de grãos, que em parte foi compensada pelo aumento da adubação nitrogenada de cobertura. Contudo, tais situações não foram identificadas no presente experimento, pois mesmo nas fases fenológicas críticas (florescimento e enchimento de vagens) o volume de precipitação pluvial não acarretou em deficiência hídrica, não comprometendo o desenvolvimento da planta (Figura 2).

Didonet (2002), observou para a cultivar Pérola, redução no número de grãos por vagem e na matéria seca de grãos por planta, em virtude do choque térmico no estágio de pré-florescimento, quando a planta foi submetida à temperaturas de $37^{\circ}/25^{\circ}\text{C}$ (dia/noite) por 72 horas. De acordo com os dados climáticos (Figura 1), os valores de temperatura máxima e mínima durante o desenvolvimento da cultura no campo, variaram entre 19° a 29°C , sendo que no período de pré-florescimento, ocorrido na segunda quinzena do mês de janeiro, os valores de temperatura citados pelo autor acima, não foram encontrados, o que provavelmente não afetou este componente da produção.

Com relação à massa de 100 grãos, verifica-se que houve influência tanto dos manejos de solo como das doses de adubação nitrogenada. O preparo convencional determinou maior valor de 30,1 g (Tabela 9), corroborando com Stone e Moreira (2001), que também tiveram resposta reduzida no sistema de plantio direto, com a cultivar Aporé, no período “de inverno”, quando comparado aos sistemas de arado de aiveca e grade aradora. Verificaram também que o aumento das doses de N em cobertura promoveram incremento na massa de 100 grãos. Já Arf et al. (2002), obtiveram maior resultado para o plantio direto, diferenciando apenas do preparo com arado de aiveca, na cultivar IAC Carioca Eté, “no inverno”.

Porém, em outro trabalho, Stone e Moreira (2000) não obtiveram diferença significativa em cinco sistemas de manejo de solo, representados por plantio direto + cobertura morta, plantio direto, grade aradora, escarificador e arado de aiveca. Bordin et al. (2003) em experimento “no inverno”, verificaram que a cultivar Pérola, em sucessão ao milho em plantio direto, apresentou valor de 27 g, semelhante ao presente estudo.

Para as doses de nitrogênio, os valores ajustaram-se a uma equação linear (Figura 6), o que está de acordo com o obtido por Soratto et al. (2000) e Chidi et al. (2002), sendo que a maior dose de nitrogênio proporcionou o valor de 20,5 g e 20,8 g, respectivamente, para a cultivar IAC Carioca, “no inverno”. Silva et al. (2000) relataram que os maiores valores para este componente foram obtidos com doses próximas a 90 kg ha⁻¹ de N, com a cultivar IAC Carioca, no mesmo período descrito acima. No entanto, o mesmo não foi observado por Almeida et al. (2000) utilizando adubação nitrogenada, via solo e via foliar para a cultivar IAC Carioca, e Silva (2002), que não obteve resposta da cultivar IAC Carioca Eté, no período “de inverno” em relação a doses aplicadas até 150 kg ha⁻¹ de N.

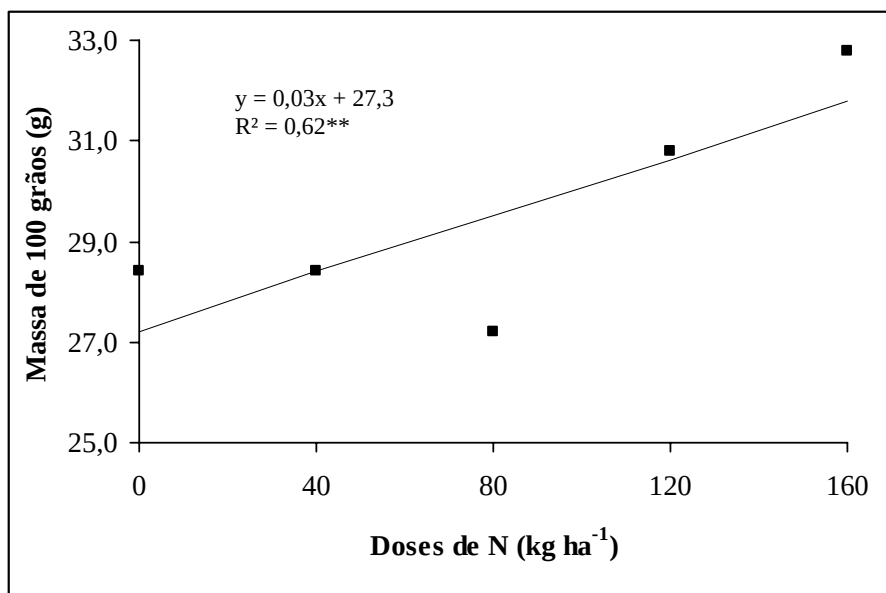


Figura 6. Massa de 100 grãos do feijoeiro, em resposta a adubação nitrogenada de cobertura. Botucatu, 2003.

Nota-se através da Figura 7, que o teor de N total das folhas respondeu linearmente às adubações. Os teores de N encontrados nos tratamentos são considerados adequados segundo Malavolta et al. (1997) e Ambrosano et al. (1997), e acima do nível crítico estabelecido de 30 g kg^{-1} , mesmo na ausência de adubação nitrogenada, concordando com Bulisani et al. (1973), Araújo et al. (1987) e Almeida et al. (2000), podendo tal resultado ser explicado provavelmente às culturas anteriores, que contribuíram para mineralização da matéria orgânica do solo, ou mesmo uma adequada eficiência na fixação biológica de nitrogênio atmosférico do feijoeiro. Chidi et al. (2002) também observaram função linear crescente para a cultivar Pérola, mesmo a testemunha tendo apresentado nível acima do crítico, concordando com tais condições apresentadas anteriormente.

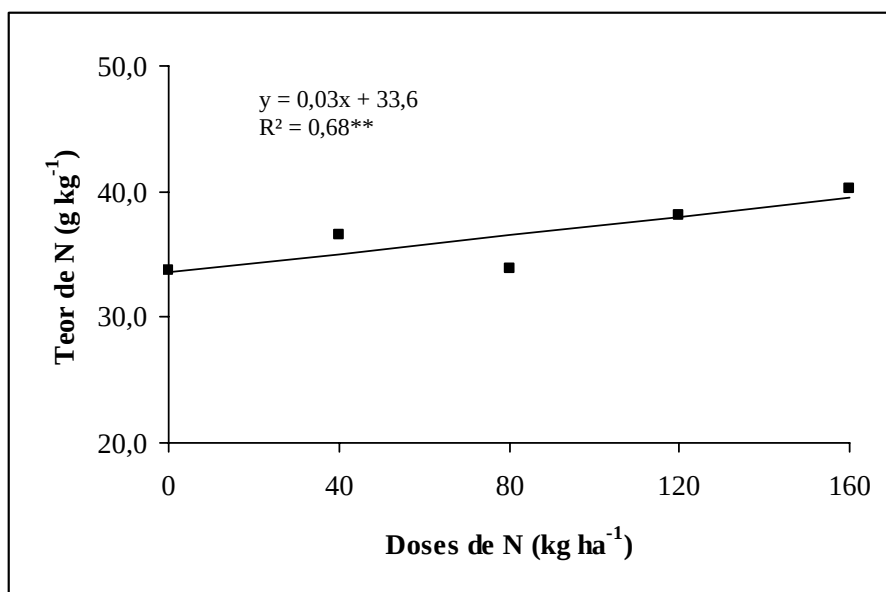


Figura 7. Teor de nitrogênio nas folhas do feijoeiro, em resposta a adubação nitrogenada de cobertura. Botucatu, 2003.

Silveira e Damasceno (1993) e Carvalho et al. (2003) também verificaram resposta no teor de N nas cultivares Carioca e IAC Carioca no período “de inverno” no preparo convencional e no plantio direto. No entanto, Silva (2002) não obteve influência para este componente, apesar dos teores encontrados serem adequados na cultivar IAC Carioca Eté, “no inverno”. Silveira e Damasceno (1993) ainda relataram que geralmente, o aumento nas doses de N no solo determina em acréscimo no teor deste nutriente na parte

aérea, relacionando-se diretamente com a quantidade de matéria seca, ou seja, à medida que eleva-se o nitrogênio aplicado no solo e a produção de matéria seca, há um aumento no teor de nitrogênio na planta do feijoeiro.

Com relação à produtividade de grãos mesmo não havendo diferença significativa entre os manejos do solo, verifica-se ligeira superioridade do plantio direto, o que pode estar associado as melhores condições químicas do solo (Tabela 2). Mesmo os valores enquadrando-se nas diversas profundidades em média a alta fertilidade (Raij et al., 1997), para ambos os sistemas de manejo de solo, porém com valores mais elevados para o plantio direto.

Os valores encontrados na Figura 8 estabeleceram uma função quadrática em relação ao nitrogênio aplicado em cobertura, sendo que a produtividade máxima de 1.870 kg ha^{-1} foi obtida com a dose de 78 kg ha^{-1} de N, o que promoveria acréscimo de 87% na produtividade em relação ao tratamento sem adubação nitrogenada.

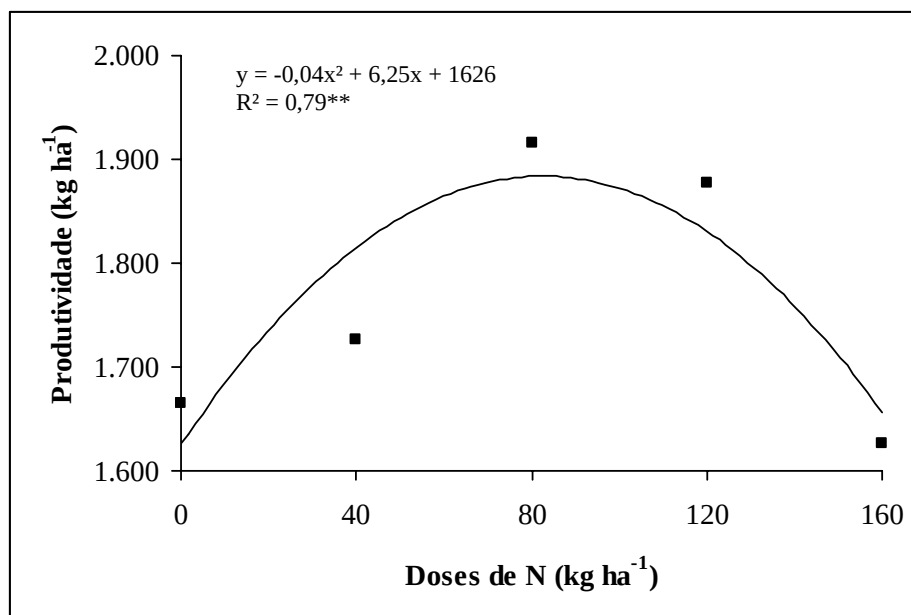


Figura 8. Produtividade de grãos do feijoeiro, em resposta a adubação nitrogenada de cobertura. Botucatu, 2003.

Ambrosano et al. (1996) verificaram que adubação nitrogenada no feijoeiro irrigado proporcionou aumento na produtividade, sendo que em solo de fertilidade mais baixa a cultura respondeu ao parcelamento das doses, atingindo valores ao redor de 2.600

kg ha⁻¹. Os autores também verificaram que doses únicas de 60 kg ha⁻¹ de N aplicadas em cobertura foram mais efetivas, sendo considerado a melhor época de aplicação aos 25 dias após a germinação, embora a época de máxima absorção esteja entre 35 a 50 dias após a germinação.

Calvache et al. (1997) verificaram que a adubação nitrogenada utilizando-se 20 e 60 kg ha⁻¹ de N na semeadura e em cobertura incrementou a produtividade de grãos. Almeida et al. (2000), constataram que a adubação de cobertura de 40 kg ha⁻¹ de N favoreceu a produtividade. Teixeira (1998), obteve uma produtividade de 1.414 kg ha⁻¹ “na seca” para cultivar Peróla, sendo linear a resposta à aplicação de nitrogênio. Soratto et al. (2000) conseguiram ajuste linear crescente para a cultivar IAC Carioca em preparo convencional, mostrando que 50 kg ha⁻¹ de N não foi suficiente para alcançar a produtividade máxima.

Os resultados do presente trabalho reforçam aos obtidos por Silveira e Damasceno (1993), Silva et al. (2000) e Chidi et al. (2002), que conseguiram produtividade máxima com as doses de 72, 74 e 76 kg ha⁻¹ de N, para as cultivares Carioca e IAC Carioca no período “de inverno”, respectivamente, em preparo convencional. Stone e Moreira (2001) em estudo com a cultivar Aporé mostraram que a maior dose de N aplicado em cobertura correspondendo a 120 kg ha⁻¹ de N não foi suficiente para alcançar a máxima produtividade, o que seria obtido com 137 kg ha⁻¹ de N numa equação ajustada. Além disso, verificaram que os sistemas de manejo do solo, não afetaram a resposta do feijoeiro ao nitrogênio aplicado o que concorda com os resultados deste trabalho.

No entanto, tais autores verificaram que com o tempo de adoção o plantio direto tende à apresentar maior produtividade. O mesmo foi obtido por Stone e Silveira (1999) sob irrigação, porém Arf et al. (2002) não obtiveram influência da adubação nitrogenada na produtividade da cultivar IAC Carioca Eté “no inverno”, mas o maior valor estabelecido esteve relacionado ao preparo convencional com o arado de aiveca, sendo superior ao plantio direto.

Oliveira et al. (2002) relataram que as maiores produtividades da cultivar Carioca no período “da seca” foram obtidas nos tratamentos em sucessão à cultura do milho. Bordin et al. (2003) em estudo de sucessão de culturas observaram que o cultivo de

milheto na safrinha, antecedendo o feijoeiro, cultivar Pérola, favoreceu a produtividade, acarretando num valor de aproximadamente 2.000 kg ha⁻¹.

Já Carvalho et al. (2003) estimaram que a produtividade máxima seria alcançada com a dose superior a 140 kg ha⁻¹, reforçando a idéia da necessidade de doses maiores em plantio direto, o que está intimamente relacionado com a decomposição de restos culturais de alta relação C:N, competindo, portanto, com o feijão, principalmente nos estádios iniciais de desenvolvimento.

Moraes (1988) afirma que o feijoeiro apresenta baixa produtividade no período “da seca” devido à pequena quantidade de água disponível no solo, ocasionando o menor crescimento do sistema radicular e restringindo conseqüentemente a absorção e translocação de nutrientes. Entretanto, tais condições não foram verificadas na condução do feijoeiro neste trabalho, pois o volume de precipitação pluvial e temperaturas foram consideravelmente adequadas para o desenvolvimento da cultura (Figuras 1 a 2). Além disso, de acordo com Vicente et al. (2000), a produtividade média do Estado de São Paulo no período “da seca” está em torno de 1.200 kg ha⁻¹, sendo que nas mesmas condições, a produtividade de grãos no presente estudo foi superior, estabelecendo valores entre 1.600 a 1.900 kg ha⁻¹.

Os resultados encontrados na literatura a respeito da adubação nitrogenada e manejo de solo são controvertidos. Estas divergências na resposta do feijoeiro, principalmente em relação à adubação nitrogenada, podem estar relacionadas pelo ciclo curto da cultura, sistema radicular pouco profundo, estando sujeito à queda na produtividade em função de qualquer tipo e nível de estresse (ROSOLEM e BOARETTO, 1987; ALMEIDA et al. 2000). E ainda conforme foi ressaltado por Rosolem (1996) e Ambrosano et al. (1997), as condições de resposta do feijoeiro estão sujeitas à situação do solo, local de cultivo, cultura antecessora, teor de matéria orgânica, compactação e textura do solo como também a irrigação, de forma que o histórico da área na qual se implantará a cultura do feijão é fundamental para se obter resposta ao nitrogênio como também ao manejo de solo.

A renda decresceu com as doses de nitrogênio (Figura 9), não assemelhando-se com o efeito positivo na massa de 100 grãos, mesmo assim os valores foram superiores a 65%. Atualmente empacotadoras de feijão oferecem uma gratificação financeira (ágio) para fornecedores que apresentam um produto com renda acima do valor estabelecido

anteriormente, o que é caracterizado como grãos graúdos. Carvalho et al. (2001), verificaram que a aplicação de nitrogênio na cultivar IAC Carioca no período “de inverno”, reduziu significativamente a quantidade de sementes classificadas como não comerciais (fundo e peneira 10), aumentando assim a quantidade de sementes comerciais (peneiras 11, 12, 13, e 14). Crusciol et al. (2003), constatou redução percentual das sementes retidas nas peneiras 14 e 15, com aumento das doses de N em cobertura, no período “das águas”, com a cultivar IAC Carioca. De acordo com Fornasieri Filho et al. (1996) as sementes de maior tamanho geram plântulas com maior conteúdo de matéria seca, consequência do maior acúmulo de reservas e posterior utilização na constituição dos órgãos da planta.

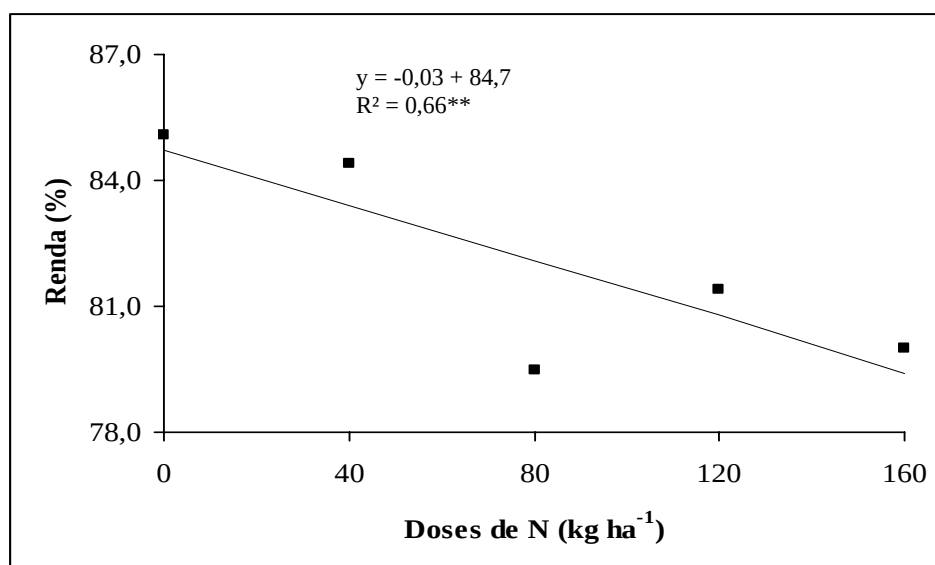


Figura 9. Renda de grãos do feijoeiro, em resposta a adubação nitrogenada de cobertura. Botucatu, 2003.

Nas Tabelas 9 e 10 estão descritos os resultados relativos à qualidade fisiológica das sementes do feijoeiro.

Tabela 9. Valores de F e níveis de significância para a germinação, envelhecimento acelerado e condutividade elétrica das sementes do feijoeiro, em resposta à adubação nitrogenada de cobertura em dois sistemas de manejo de solo. Botucatu, 2003.

Causas da variação	G.L	Germinação	Envelhecimento acelerado	Condutividade elétrica
Manejo de solo (M)	1	16,12 [*]	4,95 ^{ns}	1,74 ^{ns}
Doses de N (N)	4	31,28 ^{**}	12,34 ^{**}	20,64 ^{**}
M x N	4	7,18 ^{ns}	16,98 ^{ns}	7,26 ^{ns}

Obs.: ^{ns} não significativo, ^{*} significativo a 5%, ^{**} significativo a 1%.

Tabela 10. Germinação, envelhecimento acelerado e condutividade elétrica das sementes do feijoeiro, em resposta à adubação nitrogenada de cobertura em dois sistemas de manejo de solo. Botucatu, 2003.

Causas da variação	Germinação	Envelhecimento acelerado	Condutividade elétrica
	_____ % _____		_____ $\mu\text{mS cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ _____
Manejo de solo			
Plantio direto	49,1 b	39,7	100,9
Preparo convencional	54,1 a	35,6	95,9
CV (%)	7,6	15,4	12,1
Doses de N			
0	42,7	34,2	110,8
40	39,7	36,2	112,0
80	59,8	35,1	101,6
120	60,2	35,5	85,7
160	55,5	47,2	81,8
CV (%)	9,6	11,5	8,8

Obs.: Médias seguidas de letras distintas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 1%.

Para a germinação o efeito dos manejos do solo também foi significativo, sendo que no preparo convencional, o valor estabelecido foi superior ao plantio direto. Os valores relacionados à adubação ajustaram-se a uma função linear, proporcionando melhoria na qualidade fisiológica das sementes mediante o aumento das doses para todas as características avaliadas (Figuras 10 a 12). Tal resultado também pode estar relacionado ao fato de que o nitrogênio promovendo acréscimo na massa de grãos ocasionou aumento de reserva e conseqüentemente maior potencial germinativo das sementes e vigor de plântulas.

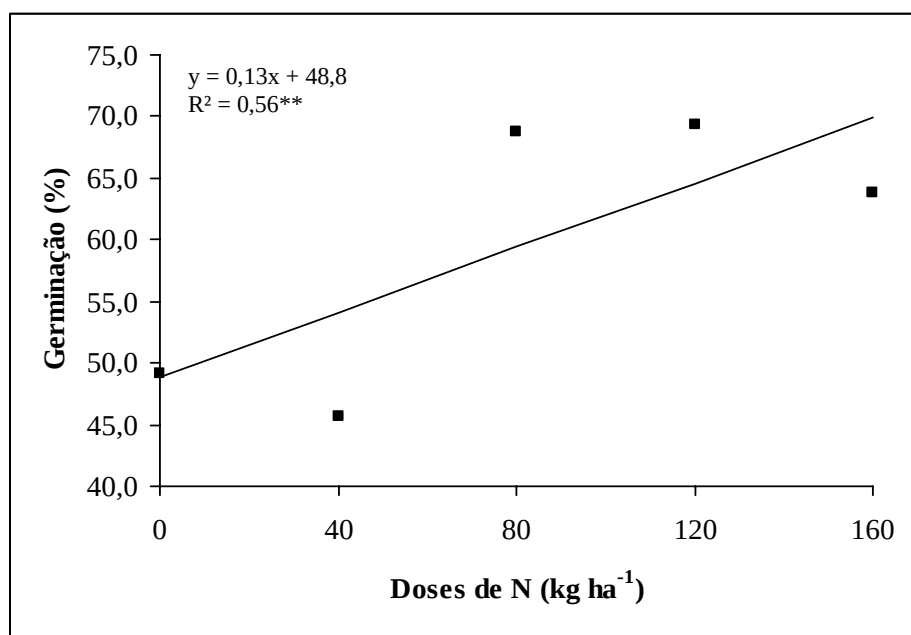


Figura 10. Germinação de sementes do feijoeiro, em resposta a adubação nitrogenada de cobertura. Botucatu, 2003.

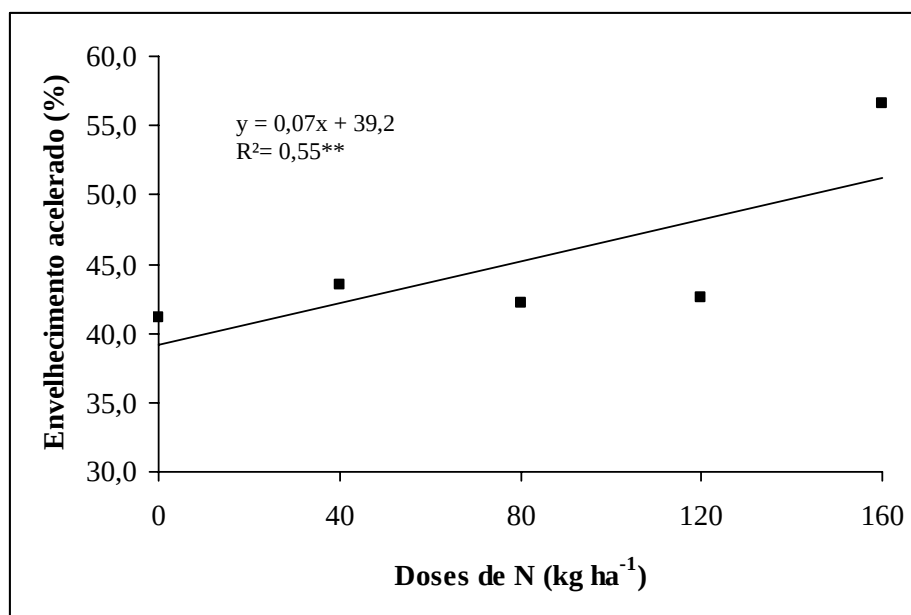


Figura 11. Envelhecimento acelerado de sementes do feijoeiro, em resposta a adubação nitrogenada de cobertura. Botucatu, 2003.

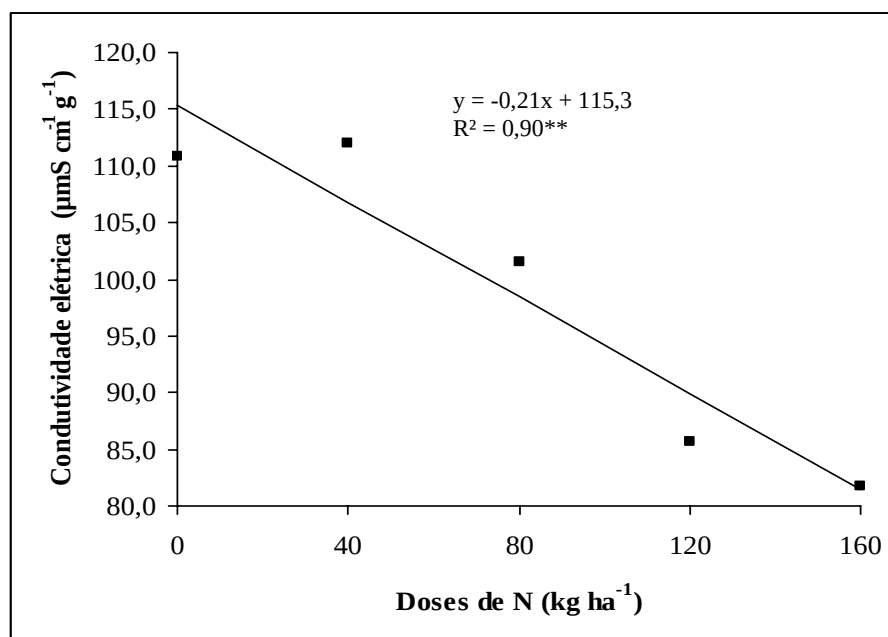


Figura 12. Condutividade elétrica de sementes do feijoeiro, em resposta a adubação nitrogenada de cobertura. Botucatu, 2003.

Apesar destes baixos valores, o resultado obtido no presente experimento corrobora com Pereira et al. (2002), sendo que as doses de nitrogênio proporcionaram efeito linear positivo para envelhecimento acelerado e negativo para a condutividade elétrica, respectivamente, exceto para a germinação e índice de velocidade de emergência na cultivar Talismã, no período de “inverno”, o que corresponde a uma influência maior para os testes de vigor, quando as sementes são expostas a condições de estresse. O decréscimo da condutividade elétrica (Figura 12) significa de que as sementes apresentaram um maior vigor em relação ao aumento das doses de nitrogênio em cobertura, no que diz respeito a menor liberação de solutos em virtude do efeito deste elemento na composição da membrana celular.

Já Bassan et al. (2001) em estudo com a cultivar Pérola, no “inverno”, verificaram valores lineares para a germinação e valores quadráticos para o envelhecimento acelerado, recomendando aplicação de até 90 kg ha⁻¹ de N em cobertura a fim de obter boa qualidade fisiológica de sementes de feijão. Carvalho et al. (1998) verificaram efeito significativo da aplicação de nitrogênio e também molibdênio no índice de velocidade de emergência e na primeira contagem na cultivar IAC Carioca, no “inverno”, apesar de todos os tratamentos apresentaram germinação superior a 90%.

No entanto, há uma discordância em relação a Soratto et al. (2000) e Silva et al. (2000), pois tais autores não verificaram influência da adubação nitrogenada na qualidade fisiológica em sementes de feijoeiro na época “de inverno”. Crusciol et al. (2003), no que se refere à germinação, também não observaram efeito significativo da aplicação de doses de nitrogênio, tanto em semeadura quanto em cobertura, porém os valores encontrados também permaneceram acima de 90% no período “das águas”, para a cultivar IAC Carioca.

Mantovanelli et al. (1995) concluíram que as sementes produzidas no período “de inverno” apresentaram melhores qualidades fisiológicas, como também sanitárias em relação ao período “da seca”. Carvalho et al. (1998) demonstraram que a semeadura efetuada na primeira quinzena de maio mostrou-se mais adequada para a produção de sementes de alta qualidade fisiológica, devido a maior germinação, primeira contagem e emergência em campo perante a semeadura na primeira quinzena de julho, o que comprometeu tais valores devido à presença de precipitação pluvial no momento da colheita.

Vieira et al. (1996) verificaram diferenças significativas na condutividade elétrica entre os genótipos de feijão, podendo esta característica ser influenciada pelo genótipo. Além disso, as sementes apresentaram qualidade fisiológica distinta em relação aos anos estudados. Variações na qualidade fisiológica de sementes, de um ano para outro, podem ocorrer principalmente em virtude das condições climáticas predominantes em cada ano (FRANÇA NETO e HENNING, 1984).

Todavia, Ambrosano et al. (1999) obtiveram redução na porcentagem de germinação com o aumento no tempo de armazenamento das sementes, sendo que entre 12 a 24 meses após a colheita o valor decresceu de 61,1% para 35,1%. O mesmo também pode ter acontecido no presente experimento, pois as análises foram realizadas após cinco meses da colheita, tendo as sementes armazenadas em condição ambiente.

Outro aspecto importante para os baixos resultados encontrados para a qualidade fisiológica de sementes no presente trabalho está relacionada ao fato da colheita de todos os tratamentos coincidir com precipitação pluvial (Figura 2).

Nas Tabelas 11 e 12 estão descritos os resultados pertencentes à proteína bruta e tempo para cozimento dos grãos do feijoeiro.

Tabela 11. Valores de F e níveis de significância para à proteína bruta e tempo para cozimento de grãos do feijoeiro, em resposta à adubação nitrogenada de cobertura em dois sistemas de manejo de solo. Botucatu, 2003.

Causas da variação	G.L	Proteína bruta	Tempo para cozimento
Manejo de solo (M)	1	0,14 ^{ns}	2,83 ^{ns}
Doses de N (N)	4	3,44 [*]	2,00 ^{ns}
M x N	4	0,68 ^{ns}	9,01 ^{**}

Obs.: ^{ns} não significativo, ^{*} significativo a 5%, ^{**} significativo a 1%.

Tabela 12. Proteína bruta e tempo para cozimento de grãos do feijoeiro, em resposta à adubação nitrogenada de cobertura em dois sistemas de manejo de solo. Botucatu, 2003.

Causas da variação	Proteína bruta	Tempo para cozimento
	%	minutos
Manejo de solo		
Plantio direto	22,7	31,0
Preparo convencional	22,5	29,0
CV (%)	5,5	11,4
Doses de N		
0	22,2	29,2
40	21,2	31,0
80	23,2	33,0
120	21,8	29,0
160	24,6	29,0
CV (%)	9,1	10,4

Obs.: Médias seguidas de letras distintas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 1%.

Verifica-se que para o resultado de proteína bruta, houve acréscimo do teor à medida que aumentaram as doses, sendo que a elevação no teor de nitrogênio nas folhas pode ter proporcionado a translocação deste elemento para os grãos. Silva et al. (1989) atingiram a máxima porcentagem de proteína bruta (23%) com a dose de 100 kg ha⁻¹ de N. Já Guerra et al. (2000) não observaram variação significativa no teor de proteína bruta nos grãos, tendo como valor médio 20,4% para cultivar Peróla no período “de inverno”. Bordin et al. (2003), obtiveram com a mesma cultivar e período valor de 24,1% com a utilização da dose de 75 kg ha⁻¹ de N assemelhando-se ao obtido na dose de 160 kg ha⁻¹ de N no presente trabalho (Figura 13).

O teor de proteína bruta nos grãos variou de 21,2% a 24,6% (Tabela 13), sendo semelhante aos valores encontrados por Párraga et al. (1981) e de Pimentel et al.

(1988) em duzentas cultivares e em vinte linhagens de feijão, obtendo 22,7% e 25,4%, respectivamente. No entanto, os valores do presente experimento foram superiores aos obtidos por Sawazaki et al. (1985), que obtiveram teor de proteína bruta variando de 17,8% a 19,7% para as cultivares Rico 23 e Carioca. Esses resultados corroboram com Lajolo et al. (1996), onde afirmaram que o teor protéico sofre variações em função do local de cultivo, por condições ambientais e principalmente pelo fator cultivar. Na cultura do feijão, existem relatos de que o teor de proteína bruta se correlaciona negativamente com a produtividade de grãos (SGARBIERI, 1987; BRESSANI, 1989; POMPEU, 1993). Nas condições experimentais isso foi verificado a partir da dose de 80 kg ha⁻¹ de N.

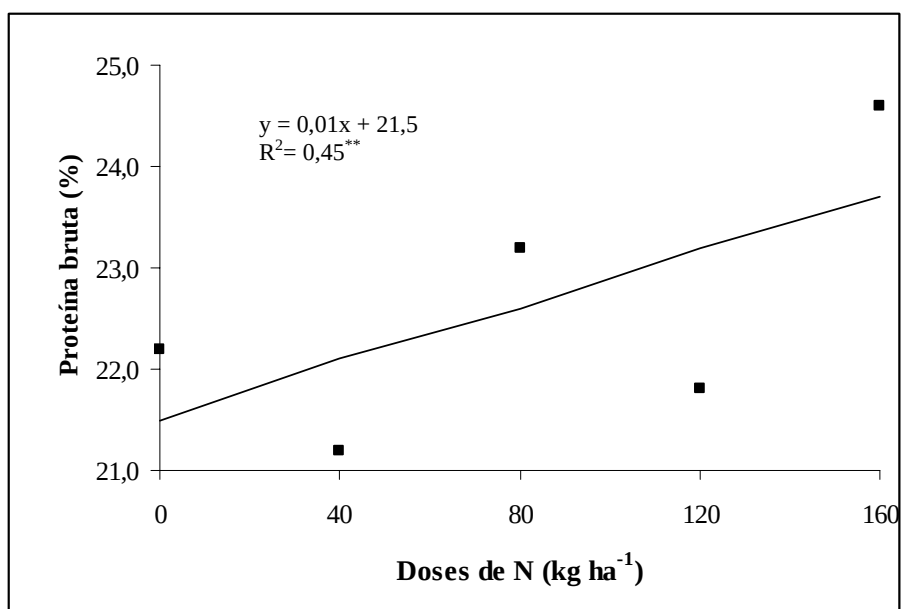


Figura 13. Proteína bruta em grãos do feijoeiro, em resposta a adubação nitrogenada de cobertura. Botucatu, 2003.

Com relação ao tempo para cozimento, observa-se que a interação manejo de solo x doses de adubação nitrogenada foi significativa (Figura 14), sendo que os manejos apresentaram funções distintas, com distribuição linear crescente para o preparo convencional. No sistema de plantio direto, o tempo máximo para o cozimento de 35 minutos foi estabelecido com a dose de 65 kg ha⁻¹ de N, o que é considerado como nível de cocção

resistente, sendo pouco vantajoso quanto ao aspecto de redução no consumo de gás por parte dos consumidores.

O tempo de cozimento de feijão é influenciado por diversos fatores, principalmente a cultivar (Durigan et al., 1978; Pimentel et al., 1988; Cazetta et al., 1995), o tempo transcorrido após a colheita e o histórico do armazenamento (Chiaradia e Gomes, 1997), além das condições ambientais (Bressani, 1989), do sistema e da temperatura utilizado no processo de cocção. Lam-Sanches et al. (1990) observaram que a época de semeadura também influenciou as características tecnológicas dos grãos, sendo que na época “das águas” o tempo de cozimento (45 minutos) foi superior a “da seca”. Contudo trabalhos envolvendo demais práticas culturais, como manejo de solo e adubação, principalmente nitrogenada na questão tecnológica de grãos, são escassos. Assim, Moraes et al. (1998) avaliaram a influência de doses de gesso e de calcário sobre as características tecnológicas dos grãos de feijão, cultivar IAC Carioca. Verificaram que o tempo de cozimento dos grãos aumentou de 39 minutos para 47 minutos com a elevação das doses de gesso. Com relação ao calcário, o tempo de cozimento foi de 39 minutos para 53 minutos com o aumento das doses.

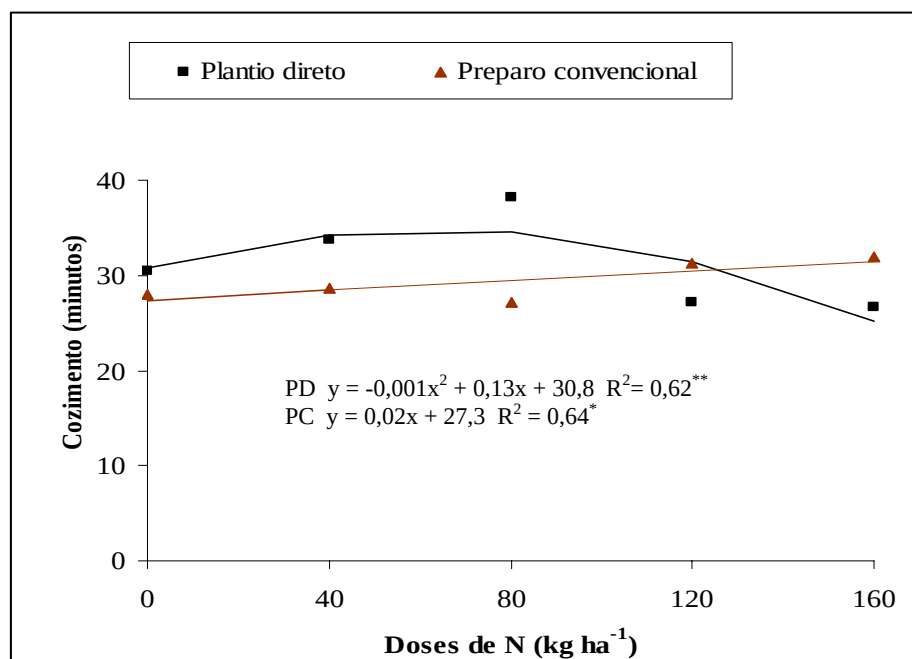


Figura 14. Tempo para cozimento em grãos do feijoeiro, em resposta a adubação nitrogenada de cobertura em dois sistemas de manejo de solo. Botucatu, 2003.

Os valores de hidratação, grãos "hardshell" e as equações de regressão estabelecidas entre o tempo para hidratação e a quantidade de água absorvida encontram-se na Tabela 13.

Quanto a relação de hidratação, verifica-se que os valores ficaram próximos a 2,0. No geral, para os diferentes tratamentos a relação de hidratação pouco variou, podendo afirmar que após 12 horas de maceração, os grãos absorveram uma massa de água aproximadamente igual a sua massa inicial. Os valores obtidos no presente trabalho são semelhantes aos de Durigan et al. (1978) avaliando o comportamento de cultivares de feijão. Em outro trabalho, Moraes et al. (1998) objetivando avaliar a influência de doses de gesso e calcário na cultivar IAC Carioca, verificaram que não houve efeito na relação de hidratação.

Com relação à porcentagem de grãos "hardshell", ou seja, a presença de grãos sem a capacidade de absorver água (Sartori, 1996), observa-se que houve a ocorrência desse fenômeno, porém os valores encontrados podem ser considerados de baixa intensidade. Segundo Moreno e Lopes (1992) para prevenir a ocorrência de "hardshell" é recomendado o armazenamento dos grãos a temperatura inferior a 17°C, umidade relativa abaixo de 55% e umidade dos grãos em torno de 8%, como também a geração de cultivares sem propensão a essa característica.

O tempo para a máxima hidratação variou de 11:26h a 12:28h para o sistema de plantio direto, enquanto que para o preparo convencional foi de 10:43h a 12:05h, tendo portanto diferenças de 1:05h e 1:09h, respectivamente, sendo semelhantes, o que é considerado uma diferença pequena. Apesar de alguns tratamentos demandarem maior tempo para atingir a máxima hidratação, o comportamento é relativamente satisfatório, uma vez que na culinária brasileira, os grãos de feijão são deixados em maceração na noite anterior ao preparo, ou ao cozimento, fazendo com que este período seja suficiente para sua completa embebição. Já Lemos et al. (1996) avaliando as características tecnológicas de 38 genótipos de feijão, cultivados na época "de inverno", durante os anos de 1991 e 1992, verificaram que a linhagem MA 720948 necessitou de mais de 51 horas para atingir a tempo de hidratação máxima, enquanto que a linhagem AN 511652 não atingiu o tempo para a hidratação máxima.

Durigan et al. (1978) verificaram que não há relação entre a capacidade de hidratação com o tempo para cozimento, demonstrando que a mesma cultivar de feijão pode apresentar péssimas características de hidratação, porém ótimo comportamento para a cocção, ou vice-versa. Lam-Sanches et al. (1990) concluíram que diferentes épocas de semeadura afetaram as características de hidratação e o tempo para o cozimento dos grãos de cultivares de feijão.

Tabela 13. Relação de hidratação, porcentagem de grãos "hardshell" e regressão entre o tempo para hidratação e a quantidade de água absorvida pelo feijoeiro, em resposta à adubação nitrogenada de cobertura em dois sistemas de manejo de solo. Botucatu, 2003.

Tratamentos		Relação de hidratação	"Hardshell"	Equação de regressão	R ²	Tempo para a máxima hidratação
Manejo de solos	Doses kg ha ⁻¹		%			horas
Plantio direto	0	1,96	8,1	$y = -0,0001x^2 + 0,1442x + 6,9626$	0,95	12:06
	40	1,96	6,9	$y = -0,0001x^2 + 0,141x + 4,1874$	0,97	11:45
	80	2,00	6,6	$y = -0,0001x^2 + 0,1372x + 3,6006$	0,98	11:26
	120	2,00	8,5	$y = -0,0001x^2 + 0,1378x + 4,9463$	0,98	11:29
	160	2,00	6,4	$y = -0,0001x^2 + 0,1497x + 6,9373$	0,95	12:28
Média		1,98	7,3	—	—	11:40
Preparo convencional	0	2,00	9,8	$y = -0,0001x^2 + 0,145x + 7,755$	0,95	12:05
	40	1,96	8,8	$y = -0,0001x^2 + 0,139x + 7,1637$	0,95	11:35
	80	1,90	9,5	$y = -0,0001x^2 + 0,1302x + 4,068$	0,98	10:51
	120	2,00	6,0	$y = -0,0001x^2 + 0,1287x + 9,3395$	0,94	10:43
	160	1,96	9,0	$y = -0,0001x^2 + 0,1419x + 7,0669$	0,96	11:49
Média		1,96	8,6	—	—	11:10

Obs.: x = tempo para hidratação (minutos), y = quantidade de água absorvida (mL).

7. CONCLUSÕES

a) as doses de nitrogênio em cobertura interferiram em diversas características produtivas do feijoeiro;

b) os sistemas de manejo de solo não influenciaram na produtividade de grãos;

c) o feijoeiro apresentou produtividade máxima de 1.870 kg ha^{-1} com a dose de 78 kg ha^{-1} de N em cobertura;

d) a qualidade fisiológica das sementes foi influenciada positivamente pelas doses de nitrogênio;

e) a adubação nitrogenada influenciou no teor de proteína bruta, havendo interação manejo de solo x doses de N no tempo para cozimento.

8. REFERÊNCIAS*

ABRASEM ANUÁRIO. Brasília: ABRASEM, 2001. p. 10-18.

AITA, C.; CERETTA, C. O.; THOMAS, A. L.; PAVINATO, A.; BAYER, C. Espécies de inverno como fonte de nitrogênio para o milho no sistema de cultivo mínimo e feijão em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 18, p.101-108, 1994.

ALMEIDA, C.; CARVALHO, M. A. C.; ARF, O.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S. Uréia em cobertura e via foliar em feijoeiro. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 57, n. 2, p. 293-298, 2000.

AMBROSANO, E. J.; WUTKI, E. B.; AMBROSANO, G. M. B.; BULISANI, E. A.; BORTOLETTO, N.; MARTINS, A. L. M.; PEREIRA, J. C. V. N. A.; DE SORDI, G. Efeito do nitrogênio no cultivo do feijão irrigado no inverno. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 53, n. 2/3, p. 338-342, 1996.

* Conforme ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6023. 2002.

AMBROSANO, E. J.; TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, A. A.; RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H. Leguminosas e oleaginosas. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1997. p. 189-191. (Boletim Técnico, 100).

AMBROSANO, E. J.; AMBROSANO, G. M. B.; WUTKI, E. B.; BULISANI, E. A.; MARTINS, A. L. M.; SILVEIRA, L. C. P. Efeitos da adubação nitrogenada e com micronutrientes na qualidade de sementes do feijoeiro cultivar IAC Carioca. **Bragantia**, Campinas, v. 58, n. 2, p. 393-399, 1999.

ANDRADE, W. E. B.; SOUZA-FILHO, B. F.; FERNANDES, G. M. B.; SANTOS, J. G. C. **Avaliação da produtividade e da qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro submetidas à adubação NPK**. Niterói: PESAGRO-Rio, 1999. 5p. (Comunicado Técnico, n. 248).

ARAÚJO, G. A. A.; FONTES, L. A. N.; AMARAL, F. A. L.; CONDÉ, A. R. Influência do molibdênio e do nitrogênio sobre suas variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ceres**, Viçosa, n. 34, p. 333-339, 1987.

ARF, O. Importância da adubação na qualidade do feijão e caupi. In: SÁ, M. E.; BUZETTI, S. (Ed.). **Importância da adubação na qualidade de produtos agrícolas**. São Paulo: Ícone, 1994. p. 239-247.

ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S.; NASCIMENTO, V. Manejo do solo, adubação nitrogenada em cobertura e lâminas de água em feijoeiro no período de inverno. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa, **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Fitotecnia, 2002. p. 619-622.

ARF, O.; SILVA, L. S.; BUZETTI, S.; ALVES, M. C.; SÁ, M. E.; RODRIGUES, R. A. F.; HERNANDEZ, F. B. T. Efeito da rotação de culturas, adubação verde e nitrogenada sobre o rendimento do feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 11, p. 2029-2036, 1999.

BALBINO, L. C.; MOREIRA, J. A. A.; SILVA, J. G. da. Plantio direto. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p. 301-352.

BARBOSA FILHO, M. P.; SILVA, O. F. da. Adubação de cobertura do feijoeiro irrigado com uréia fertilizante em plantio direto: um ótimo negócio. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 93, p. 1-6, 2001.

BASSAN, D. A. Z.; ARF, O.; BUZETTI, S.; CARVALHO, M. A. C.; SANTOS, N. C. B. dos; SÁ, M. E. Inoculação de sementes e aplicação de nitrogênio e molibdênio na cultura do feijão de inverno: produção e qualidade fisiológica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 76-83, 2001.

BORDIN, L.; FARINELLI, R.; PENARIOL, F. G.; FORNASIERI FILHO, D. Sucessão de cultivo de feijão-arroz com doses de adubação nitrogenada após adubação verde, em semeadura direta. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 2, p. 235-241, 2003.

BRAGANTINI, C. Produção de sementes. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p. 639-667.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Divisão de Sementes e Mudas. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1992. 365p.

BRESSANI, R. Revision sobre la calidad del grano de frijol. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, Guatemala, v. 39, p. 419-442, 1989.

BRESSANI, R.; ELIAS, L. G.; ESPAÑA, M. E. de. Posibles relaciones entre medidas físicas, químicas y nutricionales en frijol comun (*Phaseolus vulgaris*). **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, Guatemala, v. 31, n. 3, p. 550-570, 1981.

BULISANI, E. A.; ALMEIDA, L. A. D.; DEMATTÊ, J. O. Observações pré-liminares sobre adubação foliar em nitrogênio (*Phaseolus vulgaris* L.). 1. **Bragantia**, Campinas, v. 32, p. XIII-XVII, 1973.

CALEGARI, A.; HECKLER, J. C.; DOS SANTOS, H. P.; PITOL, C.; FERNANDES, F. M.; HERNANI, L. C.; GAUDÊNCIO, C. de ALMEIDA. Culturas, sucessões e rotações. In: SALTON, J. C.; HERNANI, L. C.; FONTES, C. Z. (Coord.). **Sistemas de plantio direto**. Brasília, Embrapa-Oeste, 1998. p.60-80.

CALHEIROS, C. B. N.; QUEIROZ, J. E.; FRIZONE, J. A.; PESSOA, P. C. S. Estratégias ótimas de irrigação do feijoeiro: água como fator limitante da produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 7, p. 509-515, 1996.

CALVACHE, A. M.; REICHART, K.; MALAVOLTA, E.; BACCHI, O. O. S. Efeito da deficiência hídrica e da adubação nitrogenada na produtividade e na eficiência do uso de água em uma cultura do feijão. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 54, n. 3, p. 232-240, 1997.

CARDOSO, C. L. **Efeito de diferentes populações de plantas na cultura do feijão** (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar IAC Carioca Pyatã. 1999. 63f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1999.

CARDOSO, C. L.; MARUBAYASHI, O. M. Espaçamentos e população de plantas de feijão. II – Altura de inserção de primeira vagem e distribuição de vagens na planta. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., 1999, Salvador. **Resumos expandidos...** Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA – Arroz e Feijão, 1999. p. 677-679.

CARELLI, M. L. C.; FAHL, J. I.; TEIXEIRA, J. P. F. Efeito do nitrogênio no teor de proteína bruta e composição em aminoácidos em sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 6, p. 795-799, 1981.

CARELLI, M. L. C.; FAHL, J. I.; CROCOMO, O. J. Níveis de nitrogênio na produção, no teor de proteína e na composição de aminoácidos, em sementes de variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 5, n. 1, p. 39-47, 1982.

CARMO, D. A. S. Algumas considerações sobre a agricultura irrigada na região dos cerrados. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 7., 1989, Brasília. **Estratégias de utilização: Anais...** 2. ed. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1997. p. 87-97.

CARVALHO, A. M. O.; SILVA, A. N. da; COSTA, E. F. da; COUTO, L. Influência da fertirrigação no rendimento de grãos e componentes de produção do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Carioca). **Ciência e Prática**, Lavras, v. 6, n. 4, p. 503-511, 1992.

CARVALHO, E. G.; ARF, O.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S. Efeito de nitrogênio, molibdênio e inoculação das sementes em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) na região de Selvíria, MS. II-qualidade fisiológica e desempenho das sementes em campo. **Científica**, São Paulo, v. 26, n. 1/2, p. 59-71, 1998.

CARVALHO, M. A. C. de. **Adubação verde e sucessão de culturas em semeadura direta e convencional em Selvíria-MS**. 2000. 189f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

CARVALHO, M. A. C.; ARF, O.; SÁ, M. E. Efeito do espaçamento e época de semeadura sobre o desempenho do feijão. II-qualidade fisiológica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 202-208, 1998.

CARVALHO, M.A.C.; ARF, O.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S. Influência de fontes e modos de aplicação de nitrogênio na qualidade fisiológica de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) “de inverno”. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.9, n.1/2, p.118, 1999.

CARVALHO, M. A. C.; ARF, O.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S.; SANTOS, N. C. B.; BASSAN, D. A. Z. Produtividade e qualidade de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) sob influência de parcelamento e fontes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 617-624, 2001.

CARVALHO, M. A. C.; FURLANI JÚNIOR, E.; ARF, O.; SÁ, M. E.; PAULINO, H. B.; BUZETTI, S. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio e teores foliares deste nutriente e de clorofila em feijoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, p. 445-450, 2003.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP. 2000. 588p.

CAZETTA, J. O.; KANESHIRO, M. A. B.; FALEIROS, R. R. S.; DURIGAN, J. F. Comparação de aspectos químicos e tecnológicos de grãos verdes e maduros de guandu com os de feijão e ervilha. **Alimentos e Nutrição**, Campinas, v. 6, p. 39-53, 1995.

CHIARADIA, A. C. N.; GOMES, J. C. **Feijão: química, nutrição e tecnologia**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 180 p.

CHIDI, S. N.; SORATTO, R. P.; SILVA, T. R. B.; ARF, O.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S. Nitrogênio via foliar e em cobertura em feijoeiro irrigado. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1391-1395, 2002.

COELHO, A. M.; PEREIRA FILHO, I. A.; VASCONCELLOS, C. A.; CRUZ, J. C. Influência do manejo do solo e da palhada de milho na disponibilidade de nitrogênio para a cultura do feijão. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 22., 1996, Manaus. **Anais...** Manaus: CNPq, 1996. p. 584-585.

CONAB. **Segundo levantamento-dezembro/2003**. Disponível em: <<http://www.conab.com.br/index.htm>>. Acesso em: 13 dez. 2003.

CRUSCIOL, C. A. C.; LIMA, E. V.; ANDREOTTI, M.; LEMOS, L. B.; NAKAGAWA, J.; FURLANI JÚNIOR, E. Adubação nitrogenada de semeadura e de cobertura sob a produtividade do feijoeiro. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v. 10, n. 1, p. 119-133, 2001.

CRUSCIOL, C. A. C.; LIMA, E. V.; ANDREOTTI, M.; NAKAGAWA, J.; LEMOS, L. B.; MARUBAYASHI, O. N. Efeito do nitrogênio sobre a qualidade fisiológica, produtividade e características de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 108-115, 2003.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; ALVARENGA, R. C.; SANTANA, D. P. Plantio direto e sustentabilidade agrícola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, p. 13-22, 2001.

DELOUCHE, J. C. Metodologia de pesquisa em sementes: III. Vigor, envigoreamento e desempenho no campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 3, n. 2, p. 57-64, 1981.

DIDONET, A. D. **Respostas da cultivar de feijoeiro comum Pérola ao choque térmico com altas temperaturas**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. 3p. (Comunicado Técnico, 39).

DINIZ, A. R. **Resposta da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) à aplicação de nitrogênio (semeadura e cobertura) e de doses de molibdênio foliar**. Lavras, 1995. 60f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.

DURIGAN, J. F. **Influência do tempo e das condições de estocagem sobre as propriedades químicas, físico-mecânicas e nutricionais do feijão mulatinho (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 1979. 81f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade de Campinas, Campinas, 1979.

DURIGAN, J. F.; FALEIROS, R. R. S.; LAM-SANCHES, A. Determinação das características tecnológicas e nutricionais de diversas variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). I. Características tecnológicas. **Científica**, Jaboticabal, v. 6, n. 2, p. 215-224, 1978.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPQ, 1997. 212p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPQ, 1999. 41p.

FAGERIA, N. K.; SANTANA, E. P.; MORAIS, O. P. de. Resposta de genótipos de arroz de sequeiro favorecido à fertilidade do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 9, p. 1155-1161, 1995.

FERNÁNDEZ, F.; GEPTS, P.; LÓPEZ, M. Etapas de desarrollo en la planta de frijol. In: LÓPEZ, M.; FERNÁNDEZ, F.; SCHOONHOVEN, A. van. **Frijol: investigación y producción**. Cali: CIAT, 1985. p. 61-78.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE ANUAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCAR, 2000. p. 255-258.

FORNASIERI FILHO, D.; FRATTINI, N.; VIEIRA, R. D.; LEMOS, L. B. Efeitos do tamanho das sementes e de doses de fungicida na qualidade fisiológica de sementes. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 5., 1996. Goiânia, **Anais...** Goiânia: EMBRAPA-Arroz e Feijão, 1996. p.512-514.

FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPQ, 1984. 39p. (Circular Técnica, 9).

GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; VENDRUSCOLO, E. R.; CUBILLA, M.; NICOLOSO, R. S.; FRIES, M. R. Matéria seca, relação C/N e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em mistura de plantas de cobertura do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 325-334, 2003.

GOMES, A. A.; ARAÚJO, A. P.; ROSSIELLO, R. O. P.; PIMENTEL, C. Acumulação de biomassa, características fisiológicas e rendimento de grãos em cultivares de feijoeiro irrigado e sob sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 10, p. 1927-1937, 2000.

GOMES, A. S.; VERNETTI JÚNIOR, F.; SILVEIRA, L. D. N. O que rende a cobertura morta. **A Granja**. Porto Alegre, v.53, n.588, p.47-49, 1997.

GUERRA, A. F.; SILVA, D. B.; RODRIGUES, G. C. Manejo de irrigação e fertilização nitrogenada para o feijoeiro na região dos cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 6, p. 1229-1236, 2000.

HERNANI, L. C.; SALTON, J. C. **Sistema plantio direto**: O produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília: EMBRAPA – CPAO, 1998. p. 15-21.

LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I.; MENEZES, E. W. Qualidade nutricional. In: ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p. 23-56.

LAM-SANCHES, A.; DURIGAN, J.F.; CAMPOS, S.L.; SILVESTRE, S.R.; PEDROSO, P.A.C.; BANZATTO, D.A. Efeitos das épocas de semeadura sobre a composição química e características físico-químicas de grãos de *Phaseolus vulgaris* L., *Phaseolus angularis* (Wild) Wright e *Vigna unguiculata* (L.) Walp. **Alimentos e Nutrição**, Campinas, v. 2, p. 35-44, 1990.

LANDERS, J. N. **Fascículo de experiências de plantio direto no cerrado**. Goiânia: APDC, 1995. 261p.

LARA CABEZAS, W. A. R. **Efeito ambiental e do manejo nas transformações de N em sistemas de plantio direto**. Uberlândia, 1999. 280p. Projeto Relatório n.1, apresentado à FAPEMIG.

LEMO, L. B.; DURIGAN, J. F.; FORNASIERI FILHO, D.; PEDROSO, P. A. C.; BANZATTO, D. O. Características de cozimento e hidratação de grãos de genótipos de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Alimentos e Nutrição**, Campinas, v. 7, p. 47-57, 1996.

LOLLATO, M. A. Colheita, processamento e armazenamento. In: **O feijão no Paraná**. Londrina: IAPAR, 1989. p. 281-302. (Circular, 63).

LOMBARDI NETO, F.; DRUGOWICH, M. **Manual técnico de manejo e conservação de solo e água**. Campinas: CATI, 1994. v. 2, 168p.

KLUTHCOUSKI, J.; FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D.; RIBEIRO, C. M.; FERRARO, L. A. Manejo do solo e o rendimento de soja, milho, feijão e arroz em plantio direto. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 57, n. 1, p. 97-104, 2000.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 319p.

MANTOVANELLI, M. C. H.; SADER, R.; PEDROSO, P. A. C.; BARBOSA, J. C. Influência de épocas de semeadura e cultivares na produção e qualidade de sementes de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 17, n. 1, p. 113-119, 1995.

MERTEN, G. H. Rendimento de grãos de feijão em diferentes sistemas de preparo do solo com tração animal. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 10., 1994, Florianópolis. **Resumos**. Florianópolis: SBSCS, 1994. p. 178-179.

MODA-CIRINO, V.; KRANZ, W. M.; LOLLATO, M. A.; OLIARI, L.; RIBEIRO, T. G. F. Escolha e zoneamento de cultivares. In: **O feijão no Paraná**. Londrina: IAPAR, 1989. p.43-51 (Circular, 63).

MORAES, E. A.; CARNEIRO, G. E. S.; CARNEIRO, J. E. S.; DEL PELOSO, M. J.; RIOS, G. P. Jalo precoce, xamego, rudá e pérola: novas cultivares de feijão para Goiás e Distrito Federal. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 5., 1996. Goiânia, **Anais...** Goiânia: EMBRAPA-Arroz e Feijão, 1996. p. 390-392.

MORAES, J. F. L.; BELLINGIERI, P. A.; FORNASIERI FILHO, D.; GALON, J. A. Efeito de doses de calcário e de gesso na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Carioca-80. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 55, n. 3, p. 438-447, 1998.

MORAES, J. F. V. Calagem e adubação. In: ZIMMERMANN, M. J. O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Coord.). **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Potafós, 1988. p. 261-262.

MORENO, C. R.; LOPES, O. P. Endurecimento del frijol común. **Cuadernos del Nutrición**, México, v. 15, n. 2, p. 17-32, 1992.

MULLINS, C. A.; STRAW, R. A. Production of snap beans as effected by soil tillage method and row spacing. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 113, n. 5, p. 667-669, 1988.

MUZILLI, O. Desenvolvimento e produtividade das culturas. In: INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Plantio direto no Estado do Paraná**. Londrina: IAPAR, 1981. p.199-203. (Circular, 23).

MUZILLI, O. Influência do sistema de plantio direto, comparando ao convencional, sobre a fertilidade da camada arável do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 7, n. 1, p. 95-102, 1983.

OLIVEIRA, I. P.; ARAÚJO, R. S.; DUTRA, L. G. Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. (Coord.) **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p.169-185.

OLIVEIRA, T. K.; CARVALHO, G. J.; MORAES, R. N. S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 8, p. 1079-1087, 2002.

PÁRRAGA, M. S.; JUNQUEIRA NETTO, A.; PEREIRA, P.; BUENO, L. C. S.; PENONI, J. S. Avaliação do conteúdo de proteína total de duzentas cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) visando seu melhoramento genético. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 5, n. 1, p. 07-17, 1981.

PEIXOTO, A. R.; TORRES, S. B.; KARASAWA, N. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de feijão. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.11, n.3, 2001.

PEREIRA, C. E.; KIKUTI, H.; ANDRADE, M. J. B.; VON PINHO, E. V. R. Qualidade fisiológica de sementes do feijoeiro-comum produzidas com diferentes doses de nitrogênio. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7, 2002. Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Fitotecnia, 2002. p. 494-495.

PIMENTEL, M. L.; MIRANDA, P.; COSTA, A. F.; MIRANDA, A. B. Estudo nutricional de linhagens de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 10, n. 2, p. 55-65, 1988.

PIZZAN, N. R.; BULISANI, E. A.; BERTI, A. J. **Feijão/Zoneamento ecológico e épocas de semeadura para o Estado de São Paulo**. Campinas: Cati, 1994. p.5. (Boletim Técnico 218).

POMPEU, A. S. Feijão. In: FURLANI, A.M.C.; VIÉGAS, G.P. (Eds.). **O melhoramento de plantas no Instituto Agronômico**. Campinas: Instituto Agronômico, 1993. p.111-155.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2. ed. Brasília: AGIPLAN/MA, 1985. 282p.

RAIJ, B. van; CANTARELA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. Interpretação de resultados de análise de solo. In: RAIJ, B. van; CANTARELA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1997. p.08-13. (Boletim Técnico, 100).

RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade**. Campinas: Instituto Agronômico, 1983. 31p. (Boletim Técnico, 81).

RAMOS JÚNIOR, E. U. **Componentes do rendimento, qualidade de sementes e características tecnológicas em cultivares de feijoeiro**. 2002. 72f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C.; BARBIERI, V. Planilhas do ambiente ExcelTM para os cálculos de balanço hídricos: normal, seqüencial e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 133-137, 1998.

ROSOLEM, C.A. **Nutrição e adubação do feijoeiro**. Piracicaba: Potafós, 1987. 91p. (Boletim Técnico, 8).

ROSOLEM, C. A. Calagem e adubação mineral. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p. 353-390.

ROSOLEM, C. A.; BOARETTO, A. E. Adubação foliar do feijoeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ADUBAÇÃO FOLIAR, 2., Botucatu, 1987. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 449-512.

SÁ, J. C. M. **Manejo da fertilidade do solo no plantio direto**. Castro: Fundação ABC, 1993. 96p.

SÁ, J. C. M. Plantio direto: transformações e benefícios ao agroecossistema. In: CURSO SOBRE MANEJO DO SOLO NO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO, 1995, Castro. **Anais...** Castro: Fundação ABC. 1995, p. 1-13.

SALTON, J. C. Alternativas para produzir palha no Mato Grosso do Sul. In: CNPF-EMBRAPA, FVN DA CEP-FECOTRIGO, FUNDAÇÃO ABC. **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo, 1993. p. 159-162.

SALTON, J. C.; KICHEL, A. N. Milheto, uma alternativa para a cobertura do solo e alimentação animal. **Revista do Plantio Direto**: Cerrado, Passo Fundo, p.41-43, 1998. Número especial.

SARRUGE, J. R., HAAG, H. P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1974. 56p. Mimeografado.

SARTORI, M. R. Armazenamento. In: ARAUJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F. ZIMMERMANN, M. J. O. (Coord.). **A cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFOS, 1996. p.543-558.

SAWAZAKI, H. E.; TEIXEIRA, J. P. F.; MORAES, R. M.; BULISANI, E. A. Modificações bioquímicas e físicas em grãos de feijão durante o armazenamento. **Bragantia**, Campinas, v. 44, p. 375-390, 1985.

SGARBIERI, V. C. Composição e valor nutritivo do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). In: BULISANI, E. A. (Coord.). **Feijão: fatores de produção e qualidade**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.257-316.

SILVA, A. J.; RAMALHO, M. A. P.; GUEDES, G. A. A.; VALE, F. R. Resposta de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) à adubação nitrogenada. I-produção de grãos e seus componentes. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 13, p. 348-355, 1989.

SILVA, H. T.; ANTUNES, I. F. Caracterização da vagem de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.): Definição de classes de comprimento e largura. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002. Viçosa, **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Fitotecnia, 2002. p.74-75.

SILVA, J. G. da. **Ordens de gradagem e sistemas de aração do solo: desempenho operacional, alterações na camada mobilizada em resposta do feijoeiro** (*Phaseolus vulgaris* L.). 1992. 180f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1992.

SILVA, V. A. da.; ANDRADE, M. J. B. de.; RAMALHO, M. A. P. Efeitos de métodos de preparo do solo e níveis de fertilizante NPK sobre o feijão da “seca” (*Phaseolus vulgaris* L.) em seqüência à cultura do milho. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 5., 1996, Goiânia. **Anais...** Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1996. v.1, p.418-420. (Documento, 69).

SILVA, T. R. B. **Adubação nitrogenada e resíduos vegetais no desenvolvimento do feijoeiro** (*Phaseolus vulgaris* L.) **em sistema de plantio direto**. 2002. 56f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2002.

SILVA, T. R. B.; SORATTO, R. P.; CHIDI, S. N.; ARF, O.; SÁ, M. E. Efeitos de doses e épocas de doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) no período de inverno. II - qualidade fisiológica de sementes. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., 1999, Salvador. **Anais...** Goiânia: EMBRAPA-Arroz e Feijão, 1999. p. 557-560.

SILVA, T. R. B.; SORATTO, R. P.; CHIDI, S. N.; ARF, O.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do feijoeiro de inverno. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v. 9, n. 1, p. 1-17, 2000.

SILVEIRA, P. M. da; DAMASCENO, M. A. Doses e parcelamentos de K e de N na cultura do feijoeiro irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 11, p. 1269-1276, 1993.

SILVEIRA, P. M. da; SILVA, S. C. da; SILVA, O. F. da; DAMASCENO, M. A. Estudo de sistemas agrícolas irrigados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 8, p. 1243-1252, 1994.

SILVEIRA, P. M. da; SILVA, O. F. da; STONE, L. F.; SILVA, L. G. da. Efeitos do preparo plantio direto e de rotações de culturas sobre o rendimento e a economicidade do feijoeiro irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 2, p. 257-263, 2001.

SILVEIRA, P. M. da; STONE, L. F. Irrigação do feijoeiro por aspersão. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.17, n.178, p.28-34, 1994.

SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M.S. Transformações bioquímicas e ciclos dos elementos no solo. In: MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. (Ed.). **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: Editora UFLA, 2002. p.305-329.

SIQUEIRA, R.; YAMAOKA, R. S.; CASÃO JÚNIOR, R. Sistemas de preparo e coberturas vegetais em um solo de baixa aptidão agrícola. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE PLANTIO DIRETO NA PEQUENA PROPRIEDADE, 1., Ponta Grossa, 1993. **Anais...** Ponta Grossa: IAPAR, 1993. p. 221-237.

SHIMADA, M. M.; ARF, O.; SÁ, M. E. Componentes do rendimento e desenvolvimento do feijoeiro de porte ereto sob diferentes densidades populacionais. **Bragantia**, Campinas, v. 59, p. 77-83, 2000.

SORATTO, R. P.; SILVA, T. R. B.; CHIDI, S. N.; ARF, O.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S. Feijoeiro irrigado e aplicação de nitrogênio em cobertura e molibdênio via foliar. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v. 9, n. 1, p. 115-132. 2000.

SOUZA, S. A.; PANTANO, A. C.; ZARATIN, C.; CESTARE, M. A.; ALMEIDA, C. R.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S.; ARF, O.; CARVALHO, M. A. C. Efeitos da adubação nitrogenada em cobertura e molibdênio foliar em feijoeiro. II-Qualidade fisiológica das sementes. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., 1999, Salvador. **Anais...** Goiânia: EMBRAPA-Arroz e Feijão, 1999. p.545-548.

SPEDDING, C. R. W.; LARGE, R. V. A point-quadrat method for the description of pasture in terms of height and density. **Journal British Grassland Society**, Hinxton, v. 12, p. 229-234, 1975.

STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A. Efeitos de sistemas de preparo do solo no uso de água e na produtividade do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 4, p. 835-841, 2000.

STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A. Resposta do feijoeiro em cobertura, sob diferentes lâminas de irrigação e preparos de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, p. 473-481, 2001.

STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. da. Efeitos do sistema de preparo na compactação do solo, disponibilidade hídrica e comportamento do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 1, p. 83-91, 1999.

TEIXEIRA, I. R. **Comportamento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Pérola) submetido a diferentes densidades de semeadura e níveis de adubação nitrogenada**. 1998. 67f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, R. J. **The water balance**, New Jersey: Laboratory of Climatology, 1955. 04p. (Publications in Climatology, 8).

URCHEI, M. A. **Efeitos do plantio direto e do preparo convencional sobre alguns atributos físicos de um Latossolo Vermelho-Escuro argiloso e no crescimento e produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) sob irrigação**. 1996. 150f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1996.

VALÉRIO, C. R.; ANDRADE, M. J. B.; FURTADO, D. F. Resposta do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) à doses de nitrogênio aplicadas no plantio e em cobertura. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., 1999. Salvador. **Anais...** Goiânia: EMBRAPA-Arroz e Feijão, 1999. p. 866-867.

VICENTE, J. R.; ALMEIDA, L. D.; GONÇALVES, J. S.; SOUZA, S. A. M. Feijão Carioca: Impactos do cultivar gerado pela pesquisa paulista. In: DIA DE CAMPO DE FEIJÃO, 16., 2000, Capão Bonito. **Anais...** Campinas: Instituto Agrônomo, 2000. p.63-78.

VIEIRA, M. J.; MUZILLI, O. Características físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 7, p. 873-882. 1984.

VIEIRA, R. D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.). **Teste de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 133-149.

VIEIRA, R. D.; PANOBIANCO, M.; LEMOS, L. B; FORNASIERI FILHO, D. Efeito de genótipos de feijão e de soja sobre os resultados na condutividade elétrica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 18, n. 2, p. 220-224, 1996.

VIEIRA, R. F.; VIEIRA, C.; RAMOS, J. A. O. **Produção de sementes de feijão**. Viçosa: EPAMIG/EMBRAPA, 1993. 131p.

VICTORIA, R. L.; PICCOLO, M. C.; VARGAS, A. A. T. O ciclo do nitrogênio. In: CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M.; NEVES, M. C. P (Coord.). **Microbiologia do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. p. 105-120.

YOKOYAMA, L. P.; BANNO, K.; KLUTHCOUSKI, T. Aspectos sócio-econômicos da cultura. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. (Coords.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p.02-04.

YOKOYAMA, L. P.; WETZEL, C. T.; VIEIRA, E. H. N.; PEREIRA, G. V. Sementes de feijão: produção, uso e comercialização. In: VIEIRA, E. H. N.; RAVA, C. A. (Coord.). **Sementes de feijão: produção e tecnologia**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA, 2000. p.249-270.