



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA - CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

**ADUBAÇÃO NITROGENADA E RESÍDUOS VEGETAIS NO
DESENVOLVIMENTO DO FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris* L.) EM
SISTEMA DE PLANTIO DIRETO**

Tiago Roque Benetoli da Silva
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. Orivaldo Arf

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia – UNESP, Câmpus de Ilha Solteira, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM AGRONOMIA – Área de Concentração em Sistemas de Produção.

**Ilha Solteira
Estado de São Paulo – Brasil
Fevereiro de 2002**

Ofereço

Aos meus pais

Moacir Inácio da Silva

Iraci Benetoli da Silva

Aos meus avós

Rosa Cantelli Fernandes

Antônio Ferreira Fernandes (*in memoriam*)

Por todo incentivo e apoio ao longo de mais essa jornada

Dedico

A minha esposa Andréa Freitas Araújo

Sem ela, nunca teria ultrapassado mais essa fase

Oferecimento especial

A minha filha Eduarda Debortoli da Silva

A distância que nos separa dói em todas as horas

Ao meu padrinho Antônio Carlos Seraguci

(*in memoriam*) Enfrentou com coragem todo seu

sofrimento

AGRADECIMENTOS

A Deus, pois sem Ele nada seria possível.

Ao orientador e amigo Dr. Orivaldo Arf, por ter me dado mais essa oportunidade de trabalhar com ele.

A Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo apoio financeiro, concedido através da bolsa de pesquisa.

Ao amigo e companheiro de estágio Rogério Peres Soratto, por toda ajuda, companheirismo, lealdade e amizade por todos esses anos.

Ao professor Doutor Marco Eustáquio de Sá e ao Doutor José Aloísio Alves Moreira, por participarem da banca examinadora.

Ao meu sogro Antônio André Araújo, minha sogra Maria das Graças Freitas Araújo, aos meus cunhados André Freitas Araújo e Aldo Freitas Araújo, a minha cunhada Juliana da Silva Souza e sua filha Lúdia Souza Araújo, pelo carinho com que me receberam em sua família.

Aos amigos Márcio Carreira Dourado, Marcelo Russo Mendonça, Marcio Ozeki, Rodrigo R. B. Palazzo, Robson Pires e Ivan Hayashi, pela amizade ao longo do mestrado.

A República Happy Eros, por ter sido excelente morada.

Aos funcionários da Fazenda de Ensino e Pesquisa da UNESP, por toda ajuda na condução do experimento.

A todos os docentes do curso de Agronomia da UNESP – Câmpus de Ilha Solteira.

A todos que direta e indiretamente me ajudaram na realização desse trabalho.

ÍNDICE

RESUMO	1
SUMMARY	3
1 – INTRODUÇÃO	5
2 – REVISÃO DE LITERATURA	7
3 – MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1 – Local de condução do experimento	19
3.2 – Condução das culturas de verão	20
3.3 – Condução da cultura do feijão	22
3.4 – Delineamento experimental e tratamentos	23
3.5 – Avaliações realizadas	25
4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1 – Análise da cobertura	28
4.2 – Características agronômicas do feijoeiro	31
5 – CONCLUSÕES	42
6 – REFERÊNCIAS	43

Lista de Tabelas

TABELA 1 - Características químicas do solo avaliadas de 0 a 20 cm de profundidade...	19
TABELA 2 – Quadrados médios referentes às avaliações da porcentagem de cobertura vegetal e à matéria seca dos restos vegetais. Selvíria (MS) 2001.	28
TABELA 3 – Valores médios referentes às avaliações da porcentagem de cobertura vegetal e à matéria seca dos restos vegetais. Selvíria (MS) 2001.	29
TABELA 4 – População de plantas obtida para o feijoeiro em função de diferentes coberturas vegetais e níveis de nitrogênio aplicado em cobertura, Selvíria (MS) 2001.	32
TABELA 5 – Quadrados médios referentes a massa de matéria seca de plantas, número de vagens e de grãos por planta e número de grãos por vagem de feijoeiro em função das coberturas vegetais e níveis de N em cobertura. Selvíria (MS) 2001.	33
TABELA 6 – Massa seca, número de vagens e de grãos por planta e número de grãos por vagem de feijoeiro em função das coberturas vegetais e níveis de N em cobertura. Selvíria (MS) 2001.	33
TABELA 7 – Desdobramento da interação significativa referente à massa seca de plantas. Selvíria (MS) 2001.	34
TABELA 8 – Desdobramento da interação significativa referente número de vagens por planta. Selvíria (MS) 2001.	36
TABELA 9 – Desdobramento da interação significativa referente número de grãos por planta. Selvíria (MS) 2001.	37
TABELA 10 – Quadrados médios referentes à massa de 100 grãos, N total da parte aérea e nos grãos e a produtividade do feijoeiro em função das coberturas vegetais e níveis de N em cobertura. Selvíria (MS) 2001.	38
TABELA 11 – Massa de 100 grãos N total na parte aérea e nos grãos e produtividade de grãos do feijoeiro em função de diferentes coberturas vegetais e níveis de nitrogênio aplicado em cobertura, Selvíria (MS) 2001.	39

RESUMO

A implantação da cultura do feijão no sistema de plantio direto vem crescendo em todo território nacional, entretanto, o plantio direto exige uma adubação nitrogenada diferenciada, tornando-se necessário buscar mais informações a esse respeito. Nesse contexto, o trabalho foi desenvolvido em um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico (LVd), em Selvíria – MS, com o objetivo de verificar o efeito da aplicação de diferentes níveis de nitrogênio em cobertura (0, 30, 60, 90, 120 e 150 kg ha⁻¹), na cultura do feijão de inverno em sistema de plantio direto, após diferentes coberturas vegetais (milho, milheto, arroz, mucuna-preta, soja, *Crotalaria juncea* e milho + mucuna-preta). O delineamento experimental foi o de blocos casualizados em um esquema de parcelas subdivididas, com 4 repetições. Foram avaliadas: cobertura vegetal da cultura anterior, matéria seca das plantas, população de plantas, componentes produtivos (número de vagens e de grãos por planta, número de grãos por vagem e massa de 100 grãos), N total na parte aérea e nos grãos e, produtividade de grãos. Concluiu-se que A *Crotalaria juncea* e mucuna-preta proporcionaram a melhor

cobertura do solo no período avaliado, com a *Crotalaria juncea* apresentando a maior quantidade de matéria seca ($15.201 \text{ kg ha}^{-1}$), o que é um fator importante no sistema de plantio direto; as diferentes coberturas vegetais não influenciaram significativamente a produtividade do feijoeiro cultivado em sucessão; a aplicação de doses crescentes de nitrogênio em cobertura aumentou a produtividade do feijoeiro, entretanto mesmo onde não houve aplicação do fertilizante a produtividade foi superior a 2000 kg ha^{-1} , de forma que uma análise econômica passa a ser um fator importante para a tomada de decisão.

Palavras-chave: Feijão, nitrogênio, cobertura vegetal, cultivo seqüencial.

SUMMARY

The no tillage system in common bean is improving in Brazil, however, there is controversy about sidedressing nitrogen fertilization, so is need more information about it. In this context, the experiment was carried out on a Typic Haplustox, in Selvíria, MS, Brazil, with the objective of evaluating the sidedressing nitrogen effects (0, 30, 60, 90, 120 and 150 kg ha⁻¹), in common bean on no tillage system under different crop residues (corn, millet, rice, black velvet bean, soybean, crotalaria and corn + black velvet bean).

The used design consisted of randomized blocks in a split-plot scheme and four replications. Crop residues, number of days to the bloom, dry matter weight, stand, number of pod and seeds per plant, number of seeds per pod, weight of 100 seeds, N in leaves and seeds and yield were evaluated. The results showed that: the *Crotalaria juncea* and black velvet bean provided the most crop residue, and the *Crotalaria juncea* with a highest dry matter weight (15.201 kg ha⁻¹), it is a important factor on the no tillage system; there was not crop residues influence under common bean yield; the

sidedressing nitrogen application increased the production, however where there was not N application the yield were higher to 2000 kg ha⁻¹, with the economic analysis is the important to decision.

Key words: Common bean, nitrogen, crop residues, sequential cropping.

1 – INTRODUÇÃO

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) desempenha um importante papel na vida social e econômica do povo brasileiro, pois além de ser o responsável por suprir grande parte das necessidades alimentares da população de baixo poder aquisitivo, ainda tem apresentado taxas de crescimento da área cultivada relativamente altas (YOKOYAMA et al., 1996).

Segundo NEHMI et al. (2001) o Brasil produziu aproximadamente 3,5 milhões de toneladas na safra 99/00, em uma área cultivada aproximada de 4,7 milhões de hectares, o que implica em uma reduzida produtividade, pois a cultura tem potencial produzir acima de 2.500 kg ha⁻¹. Existem várias causas que levam a essa baixa produtividade, visto que o feijoeiro tem inúmeros problemas com pragas, doenças, déficit hídrico em períodos críticos do desenvolvimento das plantas, más condições químicas e físicas do solo, e deficiência de alguns nutrientes, em especial o nitrogênio, que é o nutriente mais exigido pela cultura. Então a adoção de um sistema que

possibilite melhorar as condições do solo, associada ao fornecimento de nitrogênio pode ser de suma importância para o aumento do rendimento da cultura.

Um sistema de cultivo interessante é o plantio direto, pois constitui-se numa eficiente prática para o controle da erosão, propicia maior disponibilidade de água e nutrientes para as plantas, melhora as condições físicas do solo com o aumento da matéria orgânica, bem como também melhora as condições químicas do mesmo (BALBINO et al., 1996). O plantio direto, aliado a uma adubação nitrogenada adequada pode vir a propiciar um aumento na produtividade do feijoeiro, e, segundo ROSOLEM (1996), a cultura do feijão tem obtido altas respostas ao nitrogênio em todo Brasil.

Daí, a grande importância de pesquisas envolvendo plantio direto e adubação com nitrogênio, pois de acordo com BALBINO et al. (1996), ainda são poucos os trabalhos de pesquisa com esse nutriente realizados em plantio direto com o feijoeiro. Assim, o presente trabalho teve como objetivo verificar o efeito da aplicação de diferentes níveis de nitrogênio em cobertura (0, 30, 60, 90, 120 e 150 kg ha⁻¹) em feijão de inverno, semeado em sistema de plantio direto, após diferentes coberturas vegetais (milho, milheto, arroz, mucuna-preta, soja, *Crotalaria juncea* e milho + mucuna-preta).

2 – REVISÃO DE LITERATURA

A degradação física, química e biológica do solo afeta a produtividade das culturas, principalmente nas condições tropicais, além dos efeitos negativos causado pelas plantas daninhas, doenças e pragas em geral (BALBINO et al., 1996).

De acordo com BONAMIGO (1993), nas regiões de cerrado, deve-se adotar um manejo que consiga proteger o solo, reter e armazenar sem grandes perdas a água das chuvas, e que seja aplicável naturalmente nas condições existentes, do modo mais simples e menos oneroso. No plantio direto, a palha da superfície protege o solo do impacto das gotas da chuva, e minimiza perdas de água por evapotranspiração. Daí seu grande sucesso, pois de acordo com WUTKE et al. (1993) devido a pouca movimentação do solo e a grande quantidade de resíduos deixados em sua superfície, o sistema de plantio direto diminui significativamente as perdas de terra por erosão.

MUZILLI (1985) conceituou o sistema de plantio direto como o processo de semeadura em solo não revolvido, no qual a semente é colocada em sulcos ou covas,

com largura e profundidade suficientes para se obter uma adequada cobertura e um adequado contato da semente com a terra, sendo o controle das plantas daninhas geralmente feito através de métodos químicos combinados ou não com práticas mecânicas e culturais específicas. Nesse sistema o plantio deve ser realizado em solo coberto por uma camada de resteva de culturas anteriores, envolvendo um conjunto de operações e medidas que dependem não apenas de avanços tecnológicos, mas, sobretudo, da conscientização e capacitação dos agricultores (BALBINO et al., 1996).

O solo, no sistema de plantio direto sustenta o peso dos pulverizadores de herbicidas e a ação dos mecanismos da semeadora, normalmente discos ou facões, ou os dois sistemas conjugados. Tomando-se como base o preparo convencional, o solo sofre o efeito dos discos de arado, dos discos da grade niveladora, do peso dos pulverizadores de herbicidas, para, finalmente sustentar a ação dos mecanismos de semeadora (VIEIRA, 1985).

Em um experimento realizado para avaliar diferentes sistemas de manejo de um Latossolo Vermelho-Escuro argiloso no cerrado, SANTOS et al. (1996) constataram que no sistema de plantio direto a porosidade foi diferente dos demais sistemas. Nesse sistema ocorreu uma maior quantidade de microporos na superfície, e os teores de carbono orgânico foram superiores aos observados nos demais sistemas.

Avaliando os benefícios que o plantio direto condiciona, BALBINO et al. (1996) verificaram que esse sistema aumentou os níveis de nutrientes, aumentou a atividade de microorganismos, melhorou o aproveitamento do nitrogênio fixado, melhorou a infiltração de água, deu maior estabilidade aos agregados do solo, e principalmente aumentou a produtividade do feijoeiro, recomendando rotacionar o feijão com milho, aveia, soja, trigo, leguminosas forrageiras e diferentes tipos de sorgo.

STONE & SILVEIRA (1999), estudando os efeitos dos sistemas de preparo do solo com arado de aiveca, grade aradora e plantio direto, na compactação do solo, disponibilidade de água, desenvolvimento radicular e produtividade do feijoeiro, verificaram que o sistema de preparo com arado de aiveca propiciou menores valores de resistência à penetração, ao longo do perfil; o sistema de preparo com grade aradora propiciou a formação de uma camada mais compacta entre 10 e 24cm de profundidade; o plantio direto propiciou maior compactação até 15-22cm de profundidade; a distribuição do sistema radicular em profundidade foi mais uniforme no preparo com arado; no preparo com grade houve concentração de cerca de 60% das raízes na camada de 0-10cm; no plantio direto as raízes se concentraram nos primeiros 20cm de profundidade; a tensão matricial ao longo do ciclo do feijoeiro em plantio direto, em comparação aos demais sistemas de preparo do solo e, sob irrigação, a menor resistência do solo à penetração e a melhor distribuição do sistema radicular, no preparo com arado, não propiciou maior produtividade do feijoeiro em comparação aos demais sistemas de preparo do solo.

PEREIRA et al. (1999), estudando o manejo da irrigação do feijoeiro no plantio direto, observaram as grandes vantagens que esse sistema propicia, concluindo que ocorre redução efetiva do número de irrigações e o aumento do turno de rega quando a palhada cobre mais de 50% da superfície do solo, e nessas condições, tanto pela diminuição do número de irrigações quanto pelo aumento do turno de rega, haverá uma diminuição dos custos operacionais da irrigação. STONE & MOREIRA (2000) avaliando os efeitos de diferentes preparos de solo no uso da água e na produtividade do feijoeiro em um Latossolo Vermelho-Escuro no município de Santo Antônio de Goiás – GO, concluíram que o sistema de plantio direto, com adequada cobertura vegetal,

propiciou maior economia de água em comparação ao preparo com grade aradora, arado de aiveca e arado escarificador.

Em um experimento realizado em Selvíria – MS, CARVALHO et al. (1999a) avaliando a cultura do feijão de inverno em sucessão a milho, soja e algodão, em plantio direto e convencional, concluíram que o plantio direto foi bem superior ao convencional, passando de uma produtividade de 1990 kg ha⁻¹ (convencional) para 2337 kg ha⁻¹ no plantio direto, representando um acréscimo de 17,5%.

Em um experimento realizado no município de Santo Antônio de Goiás – GO, sob um Latossolo Vermelho-Escuro, objetivando verificar a resposta do feijoeiro ao nitrogênio em cobertura, sob diferentes lâminas de irrigação e preparos de solo, STONE & MOREIRA (2001) concluíram que a produtividade da cultura em sistema de plantio direto aumentou com o tempo de adoção desta prática.

As primeiras pesquisas nacionais com o cultivo do feijoeiro no sistema de plantio direto foram realizados pelo IAPAR. Os resultados obtidos mostraram a viabilidade da inclusão desta cultura no sistema de rotação de culturas em plantio direto (BALBINO et al., 1996). Entretanto, deve-se ter cuidado com as plantas que serão usadas no sistema de rotação de culturas, pois essas plantas podem liberar substâncias químicas que inibem a germinação das sementes do feijoeiro. ALMEIDA & RODRIGUES (1995) constataram que ocorreu inibição na germinação do feijão, quando cultivado sobre nabo forrageiro e tremoço, e no desenvolvimento vegetativo e radicular quando semeado depois de trigo, aveia, centeio, tremoço e nabo forrageiro.

A rotação de culturas consiste em alternar espécies vegetais ao longo dos anos, em uma mesma gleba ou talhão, onde inúmeras vantagens têm sido relacionadas, dentre elas a diversificação da renda, melhor aproveitamento das máquinas, controle de plantas daninhas e dentre outras o aumento da produtividade. Além do uso de outras

culturas, o uso de adubos verdes pode vir a proporcionar tais vantagens (CARVALHO et al., 1999a).

Então, deve-se atentar na escolha da cobertura vegetal do solo, quer como adubo verde ou cobertura morta. Tal escolha deve ser feita no sentido de obter grande produção de biomassa, onde várias são as espécies que podem ser usadas para melhorar o teor de matéria orgânica no solo (BALBINO et al., 1996).

O principal benefício proporcionado pelos microorganismos é a decomposição dessa matéria orgânica com a liberação dos elementos minerais e orgânicos, prontamente assimiláveis pelas plantas (FAVARIN & FANCELLI, 1987). Como as plantas tem diferentes relações C/N no solo, essa decomposição e posterior liberação desses elementos pode ser mais rápida ou mais demorada.

O uso de diferentes tipos de adubos verdes (leguminosas e gramíneas) apresentando diferentes relação C/N, podem afetar o cultivo do feijoeiro. Em um experimento com essa finalidade MIYASAKA et al. (1966) concluíram que o aumento da produtividade do feijoeiro com o cultivo anterior de nabo forrageiro foi praticamente nulo, e os aumentos de produtividade provocados por lablabe, tefrosia e guandu variou entre 158 e 185 kg ha⁻¹, mas o aumento proporcionado pela crotalária (*C. juncea* L.) atingiu 318 kg ha⁻¹.

Estudando o efeito de materiais orgânicos no solo, ABBOUD & DUQUE (1986) constataram que o uso da cobertura com mucuna-preta proporcionou uma nodulação mais eficiente e maior acúmulo de N e matéria seca nas plantas de feijão.

As coberturas vegetais originadas de adubos verdes variam na produção de matéria seca e de quantidade de N por ela fornecido, conforme verificaram DE-POLLI & CHADA (1989) em seu experimento. Os autores observaram que a produção de matéria seca do feijão de porco foi maior com 6040 kg ha⁻¹, propiciando um

fornecimento de N da ordem de $107,5 \text{ kg ha}^{-1}$, seguido de mucuna-preta com uma produção de matéria seca de 4412 kg ha^{-1} com fornecimento de $86,4 \text{ kg ha}^{-1}$ de N, onde todas as vegetações propiciaram uma boa cobertura do solo.

O grande interesse pela adubação verde tem motivado a pesquisa visando mostrar sua viabilidade e resolver alguns problemas de manejo. Nas regiões Sudeste e Centro Oeste do Brasil a adubação verde depara com o problema de produtividade de fitomassa durante o período da primavera, que possa beneficiar a cultura subsequente, vindo daí a necessidade de se conhecer as plantas adaptadas a essas condições (CARVALHO et al., 1999a).

GOES & OLIVEIRA (1996) em um experimento que avaliou quatro espécies vegetais de adubo verde na melhoria do solo, concluíram que das quatro espécies estudadas a mucuna-preta e a crotalária (*C. juncea* L.) propiciaram uma produção de matéria seca e cobertura do solo estatisticamente superior aos das outras duas espécies (feijão-de-porco e nabo forrageiro). Em estudos relacionados com a dinâmica do nitrogênio dos adubos verdes no solo, AMBROSANO et al. (1996a) verificaram que a mucuna-preta participou muito ativamente no fornecimento de nitrogênio ao solo, comparativamente à crotalária.

AMABILE et al. (2000) observaram, em condições de cerrado, que a crotalária apresentou a maior produção de matéria seca, aproximadamente 17 t ha^{-1} , constituindo-se então em uma excelente cultura para o plantio direto.

Avaliando a rotação de culturas e adubação verde sobre o rendimento do feijoeiro de inverno, CARVALHO et al. (1999b) concluíram que a melhor produção de grãos foi obtida na rotação, mais específica nas rotações soja, milheto e milho; milho, girassol e soja e; milho, girassol e milho. Em um experimento semelhante, ARF et al. (1999a) observaram que a incorporação de mucuna-preta praticamente dobrou a

produtividade de grãos de feijão em relação ao tratamento com incorporação apenas de palhada de milho; as maiores produtividades foram obtidas nos tratamentos com incorporação de mucuna-preta, lab-lab e milho + mucuna-preta semeada 100 dias após a semeadura do milho, e a aplicação de 45 kg ha⁻¹ de N aumentou em 17,8% a produtividade do feijoeiro.

Existem vários efeitos que a rotação de culturas com a utilização de adubos verdes podem causar ao solo, e com o objetivo de verificar tais efeitos LEANDRO et al. (1996) concluíram que as coberturas que apresentaram maior produção de matéria seca foram feijão-de-porco, *Crotalaria spectabilis*, guandu e mucuna-preta. Já AMABILE et al. (2000) avaliando *Crotalaria juncea*, *Crotalaria ochroleuca*, guandu e mucuna-preta, verificaram que os adubos verdes que mais produziram massa seca foram a *Crotalaria juncea* e o guandu.

Em um experimento objetivando avaliar o rendimento do feijoeiro irrigado em rotação com gramínea e adubos verdes WUTKE et al. (1998) notaram que a utilização da mucuna-preta, da *Crotalaria juncea* e do milho são extremamente viáveis na rotação com feijoeiro, os maiores valores de rendimento de fitomassa verde e de velocidade de infiltração básica no solo foram obtidos com o uso dessas culturas na rotação, e com o passar do tempo, pode vir a aumentar a produtividade do feijoeiro.

AMABILE et al. (2000) citam que para a região dos cerrados, das espécies de leguminosas usadas como adubo verde, as mais promissoras são: mucuna-preta (*Mucuna aterrima*), guandu (*Cajanus cajan*), crotalárias (*C. juncea*, *C. ochroleuca*, *C. paulina* e *C. spectabilis*), feijão-bravo-do-ceará (*Canavalia brasiliensis*), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) e estilosantes (*Stylosanthes guianensis*).

Para obtenção de uma boa produtividade o fornecimento de nutrientes é fundamental, principalmente de nitrogênio, que em geral é o elemento que as plantas

mais necessitam, sendo o feijão uma cultura muito exigente em termos nutricionais, mostrando então a importância de uma adubação bem feita, visando suprir toda essa necessidade da cultura. Entretanto, para o agricultor não é suficiente que o adubo aumente a produtividade: é necessário que com a adubação o seu lucro aumente, sendo numerosos os exemplos mostrando que a adubação aumenta o lucro do agricultor (MALAVOLTA, 1979).

De acordo com OLIVEIRA et al. (1996) quando o nitrogênio é deficiente, as plantas são atrofiadas, o caule e o ramo são delgados, e as folhas apresentam uma coloração entre verde-pálido e amarela, mas uma adubação nitrogenada em cobertura bem realizada supri toda a necessidade da cultura, bem como aumenta sua produtividade.

Deficiências de nitrogênio são mais acentuadas em plantio direto do que no convencional. A rotação de culturas com a inclusão de leguminosas permite diminuir a intensidade das deficiências, proporcionando melhoria da produtividade e economia nos gastos com adubo nitrogenado (MUZILLI, 1985). E de acordo com BALBINO et al. (1996), no plantio direto, tem-se constatado deficiências de nitrogênio mais acentuadas nas plantas. Essa maior demanda de nitrogênio pelas culturas deve-se à baixa taxa de mineralização da matéria orgânica, visto que não há a incorporação dos restos vegetais, havendo então a necessidade de aplicação de doses maiores.

O manejo de solo e a palhada podem influenciar na disponibilidade de nitrogênio para o feijoeiro. Em um experimento a esse respeito COELHO et al. (1996) verificaram que o sistema de preparo de solo influenciou na disponibilidade de nitrogênio para a planta, onde foi menor no plantio direto, mas a presença da palhada tanto na superfície como incorporada não causou diferença para a disponibilidade de N para a cultura.

Devido a sua aplicação ser realizada superficialmente sobre a palha dos restos culturais, pode ocorrer perda de nitrogênio através da volatilização, principalmente quando se usa uréia, afetando posteriormente a produtividade de grãos (OLIVEIRA, 1995). Porém hoje, já existem máquinas que conseguem incorporar o adubo nitrogenado no solo, cobrindo-o e reduzindo assim as perdas por volatilização.

De acordo com BARBO (1990) as deficiências de nitrogênio são mais comuns em solos arenosos, pobres em matéria orgânica ou muito ácidos. A correção de deficiência de nitrogênio pode ser feita através da aplicação de sulfato de amônio ou uréia como fontes desse nutriente (FAGERIA et al., 1996).

ROSOLEM (1987) relacionou 54 ensaios de adubação do feijoeiro foram estudadas as respostas ao nitrogênio no Estado de São Paulo, e concluiu que em 32% dos casos houve resposta ao nutriente aplicado, pois de maneira geral, a aplicação de nitrogênio tem obtido respostas positivas em todo território nacional. De acordo com ARF (1994) dentre os nutrientes, o nitrogênio é absorvido e exportado da área em maior quantidade, além disso, é o elemento que juntamente com o fósforo, tem apresentado as maiores respostas em produtividade, quando fornecido ao solo através das adubações.

Em um experimento relacionando densidade de plantas, doses de N e parcelamento de aplicação, BUZETTI et al. (1992) verificaram que o aumento na densidade de plantas não influenciou o número de grãos/vagem, diminuiu o número de vagens e de grãos/planta e, também o peso de 100 grãos; entretanto, aumentou a produtividade de grãos. O aumento nas doses de nitrogênio proporcionou um maior número de vagens/planta, assim como aumentou linearmente a produtividade de grãos.

FRONZA et al. (1994) obtiveram aumento na produtividade do feijoeiro, com o acréscimo de N no solo, um incremento de 72% em relação ao tratamento testemunha, e ANDRADE et al. (1996a) obtiveram um incremento de 93% na

produtividade com a adição de N em cobertura e 48% de acréscimo apenas com uma adubação na semeadura, mostrando então a eficiência de uma adubação em cobertura, confirmando que o feijoeiro pode responder a doses elevadas de nitrogênio.

Em um experimento relacionado com a aplicação de nitrogênio em cobertura no cultivo de feijão irrigado no inverno, AMBROSANO et al. (1996b) constataram que a produtividade pode ser aumentada pela adição de nitrogênio, e que as doses únicas aplicadas em cobertura foram mais efetivas do que aplicadas somente na semeadura, sendo a melhor época de aplicação aos 25 dias após a germinação. Já OLIVEIRA et al. (1996) constataram que uma leve adubação no sulco de semeadura e uma adubação em cobertura ao redor de 30 dias após a emergência de plantas tem resultado em maior rendimento, comparados com aplicações nitrogenadas sucessivas.

Estudando a resposta do feijoeiro à aplicação de nitrogênio em cobertura e molibdênio, DINIZ et al. (1996) constataram que a aplicação de nitrogênio em cobertura afetou o rendimento de grãos, número de vagens por planta, peso de 100 grãos, altura de plantas e estande final, elevando significativamente o valor destas características.

ANDRADE et al. (1996b) em seu experimento relacionado com a aplicação de nitrogênio, molibdênio e inoculação com *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* no feijoeiro, constataram que a inoculação com *Rhizobium* não foi eficiente, apresentando um rendimento de grãos semelhantes aos da testemunha, entretanto, com a adição de nitrogênio em cobertura houve um acréscimo significativo comparado ao rendimento da testemunha.

Em trabalho envolvendo adubação nitrogenada e deficiência hídrica no feijoeiro, CALVACHE (1997) constatou que a aplicação de nitrogênio em cobertura aumentou significativamente o número de vagens e de sementes por planta.

Visando verificar o efeito da adubação nitrogenada em cobertura e via foliar em diferentes horários de aplicação, ALMEIDA et al. (1999) concluíram que a aplicação de nitrogênio via solo aumentou a produtividade do feijoeiro, e que a adubação nitrogenada via foliar, bem como seus horários de aplicação não afetaram as características agronômicas da cultura.

Em um experimento objetivando verificar o efeito da adubação nitrogenada e aplicação foliar de molibdênio na cultura do feijão, SORATTO et al. (1999a) concluíram que a aplicação de diferentes doses de nitrogênio afetou positivamente o número de vagens e de sementes por planta, o peso de 100 sementes e a produtividade final de sementes. Resultado semelhante obtiveram ARAÚJO et al. (1999) em trabalho envolvendo adubação nitrogenada e molíbdica constatando aumento na produtividade do feijoeiro e diminuição da dose de Mo necessária, com a adição de N no sulco de semeadura. Já VIEIRA et al. (1999) concluíram que a adubação com molibdênio e a inoculação de sementes, mais suas combinações, não podem ser indicados como substitutos da adubação química convencional com nitrogênio. SOUZA et al. (1999a) verificaram em um experimento semelhante que a ausência da aplicação de nitrogênio em cobertura propiciou a obtenção do o menor número de vagens por planta.

CHIDI et al. (1999a) relacionando adubação nitrogenada em cobertura e via foliar, em um Latossolo Vermelho-Escuro no município de Selvíria – MS, constataram que houve aumento do teor de nitrogênio nas folhas e na produtividade final de sementes. Também SILVA et al. (1999a) em Selvíria – MS, estudando o efeito de doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura, verificaram que com a aplicação de doses crescentes de nitrogênio no solo houve aumento significativo em alguns componentes de produção assim como do rendimento de sementes.

Resultados semelhantes obtiveram VALÉRIO et al. (1999) em um experimento envolvendo doses de nitrogênio aplicadas na semeadura e em cobertura, concluindo que rendimento máximo de sementes foi obtido com aplicação de 90 kg ha^{-1} de N em cobertura, associado com o máximo estimado com a dose de $84,7 \text{ kg ha}^{-1}$ de N na semeadura. Já ARF et al. (1999b) em um experimento de doses e parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura na cultura do feijão, verificaram que não houve efeito significativo para os parâmetros avaliados, onde comportamento semelhante aconteceu para a análise de regressão referente às doses de N para todas as características avaliadas. Não houve efeito significativo do parcelamento da adubação nitrogenada, podendo ser explicado pelo fato do experimento ter sido conduzido em período seco, onde o fornecimento de água foi realizado de maneira controlada, minimizando as possíveis perdas por lixiviação.

Também pode-se ressaltar que a aplicação de nitrogênio em cobertura no feijoeiro, além de trazer todos os benefícios já mencionados, não traz nenhum efeito negativo quando referido à qualidade fisiológica das sementes colhidas, como foi concluído em experimentos de SOUZA et al. (1999b), SILVA et al. (1999b), SORATTO et al. (1999b) e CHIDI et al. (1999b).

De acordo com todas essas informações, ressalta-se a grande melhoria que o plantio direto propicia às condições químicas e físicas do solo, e a importância da adubação nitrogenada para o feijoeiro, evidenciando a necessidade de se ampliar os conhecimentos sobre estas práticas na cultura.

3 – MATERIAL E MÉTODOS

3.1 – Local de condução do experimento

O solo do local foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico argiloso, A moderado, hipodistrófico, álico, caulínítico, férrico, compactado, muito profundo, moderadamente ácido (LVd) (EMBRAPA, 1999). A precipitação média anual é de 1.370 mm, a temperatura média anual é de 23,5° C e a umidade relativa do ar está entre 70 e 80% (média anual).

As características químicas do solo foram determinadas antes da instalação do experimento, seguindo a metodologia proposta por RAIJ & QUAGGIO (1983), no laboratório de Fertilidade de Solo e Nutrição de Plantas da FE – UNESP, cujos dados estão contidos na Tabela 1.

TABELA 1 - Características químicas do solo avaliadas de 0 a 20 cm de profundidade.

P resina -mg/dm ³ -	M.O. -g/dm ³ -	pH -CaCl ₂ -	K	Ca	Mg	H+Al m mol _C /dm ³	SB	CTC	V
19	18	5,5	1,9	21	13	22	35,9	57,9	62

3.2 – Condução das culturas de verão

A área já vinha sendo utilizada há três anos com o sistema de plantio direto, com milho e feijão antes das culturas de verão instaladas para propiciar as diferentes coberturas vegetais para o feijoeiro, as quais foram:

Milho (*Zea mays* L.): semeado no dia 07 de dezembro de 2000, em um espaçamento de 0,9 m entrelinhas, e com 5 sementes por metro, utilizando-se o híbrido triplo CO-32. No controle de plantas daninhas foi utilizado em pré-emergência o herbicida atrazine + s-metolachlor, na dose de 2500 g ha⁻¹ do i.a.

Milheto (*Pennisetum typhoides* L.): semeado no dia 6 de fevereiro de 2001, em um espaçamento de 0,225 m entrelinhas, e com aproximadamente 20 kg ha⁻¹ de sementes.

Arroz (*Oryza sativa* L.): semeado no dia 07 de dezembro de 2000, em um espaçamento de 0,45 m entrelinhas e com 50-60 sementes viáveis por metro, utilizando-se o cultivar IAC 202. No controle de plantas daninhas foi utilizado o herbicida oxadiazon em pré-emergência, na dose de 1000 g ha⁻¹ do i.a.

Mucuna-preta (*Mucuna aterrima* Piper & Tracy.): semeada no dia 07 de dezembro de 2000, em um espaçamento de 0,45 m entrelinhas, e com 4 sementes por metro.

Soja [*Glycine max* (L.) Merrill]: semeada no dia 07 de dezembro de 2000, em um espaçamento de 0,45 m entrelinhas e com 16-20 sementes viáveis por metro, utilizando-se a variedade IAC 15-1. No controle de plantas daninhas foi utilizado o herbicida s-metolachlor em pré-emergência, na dose de 1920 g ha⁻¹ do i.a.

Crotalária juncea (*Crotalaria juncea* L.): semeada no dia 07 de dezembro de 2000, em um espaçamento de 0,45 m entrelinhas e com 30 sementes viáveis por metro.

Milho + mucuna-preta (*Zea mays* L. + *Mucuna aterrima* Piper & Tracy.): a implantação do milho foi semelhante ao cultivo solteiro e a mucuna-preta foi semeada nas suas entrelinhas no dia 21 de fevereiro de 2001, ou seja, aos 75 dias após a semeadura do milho (DAS).

Baseando-se nos resultados da análise dos solo (Tabela 1), adotou-se como adubação geral para a área experimental, a aplicação de 250 kg ha⁻¹ da fórmula 4-30-10 + 0,3% de zinco, sendo o adubo aplicado mecanicamente utilizando espaçamento de 0,45 m entrelinhas. Posteriormente foi realizada a semeadura das culturas já mencionadas.

As plantas daninhas foram eliminadas através de capinas manuais e se verificou uma ocorrência muito grande de picão preto (*Bidens pilosa*) na área de cultivo.

Após a implantação das culturas de verão, foram realizados todos os tratamentos culturais específicos para cada cultura, até o final de seu ciclo, como por exemplo à adubação nitrogenada em cobertura foi realizada para a cultura do milho (80 kg ha⁻¹) e do arroz (50 kg ha⁻¹), utilizando-se como fonte a uréia, e não foi realizada a incorporação do adubo, porém depois da sua aplicação foi efetuada uma irrigação, com o objetivo de minimizar as perdas por volatilização.

A colheita foi realizada manualmente para cada cultura, no dia 10 de abril de 2001, no caso do milho, a espiga foi retirada com a palha. No caso da soja, foi trilhada mecanicamente e os restos vegetais foram devolvidos de forma homogênea à área experimental. Após a colheita foi passado na área o trator, acoplado a um trator, com o objetivo de distribuir os restos vegetais na área de maneira uniforme. Antes da implantação da cultura do feijão foi aplicado o herbicida glifosate (1560 g ha⁻¹ i.a.) na área, com objetivo de dessecar todas as plantas remanescentes.

3.3 – Condução da cultura do feijão

A adubação básica nos sulcos de semeadura foi realizada levando-se em consideração as características químicas do solo (Tabela 1) e as recomendações de AMBROSANO et al. (1996c), utilizando 250 kg ha⁻¹ da fórmula 4-30-10 + 0,3% de zinco, junto com a semeadura realizada mecanicamente, no dia 25 de abril de 2001.

O cultivar utilizado foi o IAC Carioca Eté, proveniente de plantas selecionadas no cruzamento de L933 x LM30630, para resistência ao vírus do mosaíco dourado, e tem como principais características o crescimento indeterminado, hastes verdes, de guia curta a longa em função do ambiente, porte semi-erecto e flores de cor branca, folhas verde claras e sua vagens mostram coloração amarelada, e na maturação fisiológica, pode ou não apresentar estrias avermelhadas (POMPEU et al., 1999).

O espaçamento e densidade de plantas utilizados foi de 0,45 m entrelinhas e 12-13 sementes viáveis por metro. A emergência ocorreu no dia 1 de maio de 2001.

O controle de plantas daninhas, foi realizado aos 21 dias após a emergência das plantas, através do uso de herbicida fluazifop-p-butil + fomesafen (200+250 g i.a./ha).

O fornecimento de nitrogênio em cobertura foi realizado dia 24 de maio de 2001, aos 24 dias após a emergência das plantas (DAE), no período da manhã. A fonte de N foi uréia e, após a aplicação foi efetuada irrigação com a finalidade de minimizar as perdas de nitrogênio por volatilização.

As irrigações foram realizadas através de um sistema de irrigação por aspersão convencional. Os demais tratos culturais e fitossanitários foram os normalmente recomendados à cultura do feijão “de inverno” para a região. Foi realizada

uma aplicação do inseticida methamidophos na dose de 400 g i.a./ha aos 13 DAE, e uma aplicação do fungicida benomyl na dose de 250 g i.a./ha aos 32 DAE.

O florescimento pleno das plantas se deu aos 42 dias após a emergência. A colheita foi realizada manualmente, ocorrendo no dia 26/07/2001, totalizando um ciclo de 87 dias.

3.4 – Delineamento experimental e tratamentos

Para análise dos restos vegetais remanescentes das culturas de verão (cobertura vegetal) utilizou-se um delineamento experimental em blocos casualizados com um único fator, ou seja, as diferentes coberturas vegetais.

No caso da análise dos dados provenientes do feijoeiro, o delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados disposto em um esquema de parcelas subdivididas. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de diferentes tipos de cobertura vegetal morta (milho, milheto, arroz, mucuna-preta, soja, *Crotalaria juncea* e milho + mucuna-preta) caracterizando a parcela e diferentes níveis de nitrogênio (0, 30, 60, 90, 120 e 150 kg ha⁻¹) nas subparcelas (Figura 1), totalizando 42 tratamentos com 4 repetições. As subparcelas foram constituídas por 6 linhas de 6 m de comprimento, sendo considerada como área útil às 4 linhas centrais, desprezando-se 0,5m em ambas as extremidades de cada linha.

Foi realizada análise de variância pelo teste F para todos os dados, quando o valor de F foi significativo a 5% de probabilidade aplicou-se o teste Tukey para comparação das médias das parcelas, e análise de regressão para as médias das subparcelas.

Foi utilizado o programa SANEST, sistema de Análise de Variância por microcomputadores (ZONTA & MACHADO, 1984).

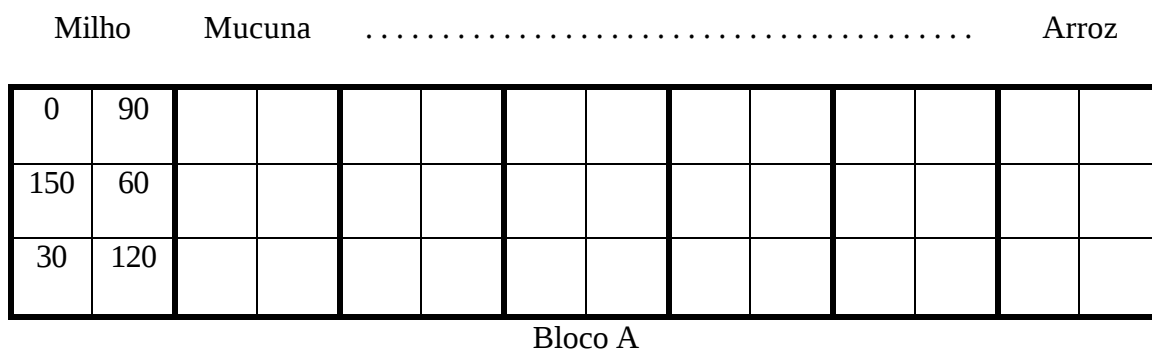


Figura 1 - Esquema de campo de um bloco experimental

Abaixo segue um esquema do quadro da análise de variância dos dados provenientes da análise da cultura do feijão:

FV	GL	QM	F
Blocos	3	Q ₁	Q ₁ / Q ₃
Cobertura Vegetal	6	Q ₂	Q ₂ / Q ₃
Resíduo (A)	18	Q ₃	
Parcelas	27	Q ₄	Q ₄ / Q ₇
Níveis de N em cobertura	5	Q ₅	Q ₅ / Q ₇
Cobertura X Níveis	30	Q ₆	Q ₆ / Q ₇
Resíduo (B)	105	Q ₇	
Total	167		

3.5 – Avaliações realizadas

No presente experimento foram realizadas as seguintes avaliações:

Massa de matéria seca dos restos vegetais

Foi realizada com a coleta de 0,5 m² dos restos vegetais no solo após o manejo do triton na área experimental, acondicionados em sacos de papel, estes devidamente identificados e levados para secagem em estufa de ventilação forçada à temperatura média de 60-70⁰ C, até atingir massa constante, o que aconteceu em 72 horas.

Cobertura

As avaliações do percentual de cobertura morta foram realizadas imediatamente e 7 e 14 dias após o manejo do triton na área, pelo método do Ponto Quadrado proposto por SPEDDING & LARGE (1957), com o objetivo de avaliar a porcentagem de cobertura do solo proporcionada pelos resíduos vegetais das culturas antecessoras. Neste período de avaliação da cobertura vegetal (10 até 25 de abril de 2001), aconteceram precipitações na ordem de 45,3 mm, distribuídos nos dias 10/4 (7,1mm), 21/4 (36 mm), 23/4 (1,2 mm) e 24/4 (1 mm), com uma temperatura média neste período de 27°C.

Florescimento pleno

Avaliou-se o período de dias compreendido entre a semeadura até a presença da primeira flor aberta em 50% das plantas.

Ciclo

Foi contado o número de dias decorridos desde a emergência das plantas de feijão até a colheita.

Massa de matéria seca da parte aérea das plantas

Por ocasião do florescimento pleno das plantas, foram coletadas em local pré-determinado na área útil de cada subparcela, 10 plantas que foram levadas ao laboratório, acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados e levados para secagem em estufa de ventilação forçada à temperatura média de 60-70⁰ C, até atingir peso constante.

População de plantas

Por ocasião da colheita, foi avaliada a população de plantas através da contagem das plantas da área útil das subparcelas.

Componentes de produção

Por ocasião da colheita, foram coletadas 10 plantas em local pré-determinado, na área útil de cada subparcela e levadas para o laboratório para determinação de:

- Número de vagens / planta

Foi obtido através da relação número total de vagens / número de plantas.

- Número de grãos / planta

Foi obtido através da relação número total de grãos / número total de plantas.

- Número médio de grãos / vagem

Foi calculado através da relação número total de grãos / número total de vagens.

Massa de 100 grãos

Foi obtido através da coleta ao acaso e pesagem de 2 amostras de 100 grãos por subparcela.

Análise do nitrogênio total nas folhas e nos grãos

Para determinação do teor de N total, foram utilizadas as folhas das plantas coletadas em cada unidade experimental, durante o período de florescimento pleno. Os grãos foram coletados após a colheita, representado por uma pequena amostra de cada subparcela. Ambos foram submetidos a uma lavagem rápida com água destilada e colocadas para secagem em estufa de ventilação forçada de ar a 60 - 70⁰C, as folhas por 72 horas e os grãos por 120 horas. A seguir, moídos em moinho tipo Willey para em seguida, sofreram a digestão sulfúrica e a análise conforme metodologia de SARRUGE & HAAG (1974).

Produtividade de grãos

As plantas da área útil de cada subparcela foram arrancadas e deixadas para secar a pleno sol. Após a secagem, as mesmas foram submetidas a trilhagem mecânica, os grãos foram pesados e os dados transformados em kg ha⁻¹ (13% base úmida).

4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 – Análise da cobertura

Os dados referentes à análise de cobertura se encontram nas Tabelas 2 e 3. Através da Tabela 2 pode-se notar para todas as características avaliadas o teste F acusou uma significância de 1% de probabilidade.

TABELA 2 – Quadrados médios referentes às avaliações da porcentagem de cobertura vegetal e à matéria seca dos restos vegetais. Selvíria (MS) 2001.

Causa de variação	Cobertura (após o triton)	Cobertura (7 dias após o triton)	Cobertura (14 dias após o triton)	Matéria Seca
Tipos de cobertura	0,098**	0.236**	0,488**	49605612,7**

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Através da Tabela 3 nota-se que em todas as avaliações da porcentagem de cobertura a soja apresentou uma menor cobertura do solo, mesmo sendo realizada a colheita mecanizada, em que os restos vegetais são devolvidos à área, comparativamente a outras culturas. Tal cultura é bastante difundida no sistema de plantio direto, principalmente na região Centro-Oeste do Brasil, por causa do seu

retorno econômico direto. Entretanto, a escolha da cobertura vegetal deve ser feita no sentido de obter grande produção de biomassa (BALBINO et al., 1996). Nota-se que a soja foi a terceira cultura que proporcionou a maior quantidade de matéria seca (9244 kg ha⁻¹). Tanto o milho, o milheto e o arroz apresentaram maior cobertura do solo mesmo com valores inferiores de matéria seca em relação à soja, possivelmente por causa de pequenas falhas e imperfeições que provavelmente ocorreram no momento da distribuição dos restos vegetais, o qual foi feito manualmente após a trilhagem das plantas de soja. Nas outras culturas a homogeneidade foi alcançada por causa do triton para distribuição dos restos culturais.

TABELA 3 – Valores médios referentes às avaliações da porcentagem de cobertura vegetal e à matéria seca dos restos vegetais. Selvíria (MS) 2001.

Cobertura Vegetal	Cobertura (após o triton)	Cobertura (7 dias após o triton)	Cobertura (14 dias após o triton)	Matéria Seca
	-----%-----			—kg ha ⁻¹ —
Milho	100 a	98,5 a	84,5 b	5799 d
Mucuna-preta	100 a	100 a	87,9 ab	10310 b
Arroz	98,5 a	94,5 a	79,5 c	4965 d
Soja	91,75 b	86,7 b	71,2 d	9244 bc
Milheto	100 a	96,75 a	83,7 b	6361 d
<i>Crotalaria juncea</i>	100 a	100 a	90,5 a	15201 a
Milho + mucuna preta	100 a	98,5 a	84,5 b	7349 cd
CV(%)	0,52	1,53	1,08	13,65

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

A *Crotalaria* proporcionou a maior quantidade de matéria seca (15201 kg ha⁻¹). Resultado semelhante foi obtido por AMABILE et al. (2000), que em condições de cerrado, observaram que a *Crotalaria juncea* apresentou a maior produção de matéria seca, aproximadamente 17.000 kg ha⁻¹, constituindo-se então em uma excelente cultura para o sistema agrícola, levando-se ainda em consideração o retorno indireto, ou seja, os benefícios gerados às culturas complementares, como reciclagem de

nutrientes, aumento da matéria orgânica, etc (BALBINO et al., 1996), e ainda pode servir como uma fonte de retorno econômico para o agricultor, com a venda de sementes, como observado por DOURADO et al. (2000) que obtiveram uma produtividade de sementes em torno de 440 kg ha⁻¹ quando as plantas foram podadas a 1 metro de altura aos 70 dias após a emergência.

Em relação a mucuna-preta, apesar de ser uma leguminosa com uma baixa relação C/N e apresentar tendência de decomposição mais rápida, nota-se que pela sua grande quantidade de matéria seca que a taxa de proteção ao solo foi excelente, não diferindo estatisticamente da *Crotalaria juncea*. Esta por ter uma quantidade maior de caule, constituiu uma cobertura de solo com um teor um pouco maior de lignina, tendendo ao longo do tempo ter uma decomposição mais lenta. O milheto que também proporcionou uma boa cobertura de solo, porém, não produziu uma quantidade alta de matéria seca.

Já o milho e o milho + mucuna-preta apresentaram comportamento semelhante em relação às análises de cobertura do solo e matéria seca, concluindo que a presença da mucuna-preta nas entrelinhas do milho não interferiu no resultado final da cobertura do solo. O arroz dentre as gramíneas foi o que proporcionou a menor cobertura, e no contexto geral foi superior apenas à soja. Vale ressaltar que o arroz deixou a menor quantidade de matéria seca sobre a superfície do solo.

4.2 – Características agronômicas do feijoeiro

O florescimento pleno do feijoeiro se deu aos 42 dias após a emergência das plantas, homogeneamente, em todos os tratamentos. A colheita foi realizada manualmente, ocorrendo no dia 26/07/2001, totalizando um ciclo de 87 dias, bem próximo aos obtidos por POMPEU et al. (1999), que observaram um ciclo em torno de 86 a 90 dias, para esse mesmo cultivar, no período de inverno.

Para população de plantas não foi realizada análise da variância, visto que o stand final foi homogêneo com variação máxima de 22.000 planta ha⁻¹ (Tabela 4). Em um experimento realizado por SHIMADA et al. (2000) com o objetivo de verificar o efeito causado no feijoeiro de inverno por diferentes populações de plantas, verificaram que tal diferença poderá causar efeitos nos outros parâmetros somente se for superior a 100 mil plantas ha⁻¹. E HORN et al. (2000) estudando uma variação de população de 100, 200, 350 e 500 mil plantas ha⁻¹ de feijão, em condições de cerrado não encontraram diferenças para a maioria das características agronômicas estudadas.

TABELA 4 – População de plantas obtida para o feijoeiro em função de diferentes coberturas vegetais e níveis de nitrogênio aplicado em cobertura, Selvíria (MS) 2001.

Parcelas	População de plantas
Coberturas vegetais	(plantas ha⁻¹)
Arroz	237000
Milheto	227000
Milho	237000
Mucuna-preta	237000
Soja	249000
<i>Crotalária juncea</i>	234000
Milho + Mucuna-preta	241000
Subparcelas	
Nitrogênio em cobertura (kg ha⁻¹)	
0	234000
30	245000
60	242000
90	238000
120	227000
150	238000

Os resultados da avaliação das diversas características agrônômicas do feijoeiro, em função das coberturas vegetais e diferentes níveis de adubação nitrogenada estão apresentados nas Tabelas 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 11. Na Tabela 5 estão apresentados ao quadrados médios referentes a massa de matéria seca de plantas, número de vagens e de grãos por planta e número de grãos por vagem. Pode-se observar que houve efeito significativo da cobertura vegetal e níveis de nitrogênio para a massa seca de plantas e efeito significativo da interação cobertura vegetal x níveis de N para a massa seca de plantas, número de vagens por planta e número de grãos por planta. Além disso, a análise de regressão para os níveis de nitrogênio aplicados em cobertura mostrou efeito significativo para a massa seca de plantas. Os dados médios obtidos na avaliação destas características estão apresentados na Tabela 6.

TABELA 5 – Quadrados médios referentes a massa de matéria seca de plantas, número de vagens e de grãos por planta e número de grãos por vagem de feijoeiro em função das coberturas vegetais e níveis de N em cobertura. Selvíria (MS) 2001.

Causa de Variação	GL	Massa Seca (g planta⁻¹)	Nº de vagens por planta	Nº de grãos por planta	Nº de grãos por vagem
Cobertura (C)	6	12,84 **	6,42 n.s.	373,3 n.s.	1,99 n.s.
Nitrogênio em cobertura (N)	5	7,0 **	6,46 n.s.	249,1 n.s.	0,53 n.s.
C*N	30	2,99 *	11,11 **	299,8 *	0,97 n.s.
Níveis de nitrogênio					
R.L.	1	3,8 n.s.	15,7 n.s.	24,9 n.s.	0,002 n.s.
R.Q.	1	10,0 *	11,1 n.s.	65,6 n.s.	0,39 n.s.
R.C.	1	18,4 **	2,8 n.s.	385,1 n.s.	0,09 n.s.

**, * e n.s. são respectivamente significativo a 1%, 5% e não significativo, pelo teste F.

R.L. = Regressão linear

R.Q. = Regressão quadrática

R.C. = Regressão cúbica

TABELA 6 – Massa seca, número de vagens e de grãos por planta e número de grãos por vagem de feijoeiro em função das coberturas vegetais e níveis de N em cobertura. Selvíria (MS) 2001.

Tratamentos	Massa seca (g planta⁻¹)	Nº de vagens por planta	Nº de grãos por planta	Nº de grãos por vagem
Coberturas Vegetais				
Arroz	6,04	10,4	49,6	4,7
Milheto	6,88	9,7	47,1	4,8
Milho	6,93	10,9	55,6	5,0
Mucuna-preta	7,06	10,8	52,2	4,7
Soja	6,59	10,4	51,0	4,8
<i>Crotalaria juncea</i>	8,43	11,3	59,1	5,1
Milho + Mucuna-preta	7,22	10,3	52,3	5,0
CV (%)	6,8	11,7	11,5	4,7
Nitrogênio em cobertura (kg ha⁻¹)				
0	6,22	9,6	52,3	5,0
30	7,21	11,5	51,7	4,8
60	7,71	12,3	50,2	4,8
90	6,97	9,9	49,6	4,9
120	6,79	9,1	53,7	4,9
150	7,23	10,5	57,7	5,0
CV (%)	18,2	22,8	24,7	8,9

Para massa seca da parte aérea das plantas nota-se que a interação cobertura x nitrogênio foi significativa, o desdobramento se encontra na Tabela 7, sendo que em geral a *Crotalaria juncea* proporcionou maior incremento nessa característica concordando com WUTKE et al. (1998) que avaliando o rendimento do feijoeiro irrigado em rotação com gramínea e adubos verdes notaram que a utilização da *Crotalaria juncea* é extremamente viável na rotação com feijoeiro, aumentando sua massa seca. Nos tratamentos com restos culturais de arroz e de soja, os dados de massa seca de plantas se ajustaram à equações cúbica e quadrática, respectivamente, em função do aumento dos níveis de nitrogênio aplicado em cobertura.

TABELA 7 – Desdobramento da interação significativa referente à massa seca de plantas. Selvíria (MS) 2001.

Tratamentos	Massa de Matéria Seca (g planta ⁻¹)							
Coberturas	Níveis de adubação nitrogenada (kg ha ⁻¹)							
Vegetais	0	30	60	90	120	150	Média	Função
Arroz	3,9 c	7,06	6,70 b	5,47	5,84	7,21 ab	6,04 c	(1)
Milheto	6,3 abc	5,87	9,80 a	5,87	6,34	7,09 ab	6,88 bc	
Milho	6,3 abc	6,61	7,04 b	6,64	7,04	7,88 ab	6,93 bc	
Mucuna-preta	5,9 bc	7,51	7,02 b	8,09	6,91	6,91 ab	7,06 bc	
Soja	5,0 bc	7,38	7,02 b	8,01	6,29	5,82 b	6,59 bc	(2)
<i>Crotalaria juncea</i>	8,7 a	7,88	9,13 ab	7,88	8,39	8,58 a	8,43 a	
Milho + Mucuna preta	5,9 bc	8,15	7,25 ab	6,87	6,74	7,13 ab	7,22 b	
D.M.S. (5%)	2,71							

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

(1) $Y = 4,073 + 0,152 x - 0,0023 x^2 + 0,00001x^3$ $r^2 = 0,95$

(2) $Y = 5,294 + 0,060 x - 0,0003 x^2$ $r^2 = 0,80$

Através da Tabela 5 verifica-se ainda que houve efeito significativo da interação cobertura vegetal x nitrogênio para o número de vagens e de grãos por planta. O desdobramento da interação referente ao número de vagens por planta está apresentado na Tabela 8, onde nota-se que houve apenas efeito significativo entre as coberturas vegetais nos níveis de 120 e 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio onde o cultivo do feijão após a *Crotalaria juncea* propiciou a obtenção do maior número de vagens por planta nos dois níveis de N utilizados e houve destaque também para o feijão cultivado após milho no nível de 150 kg ha⁻¹ de N em relação a este parâmetro. Na média observa-se que o feijoeiro apresentou comportamento semelhante em todas as coberturas vegetais utilizadas..

Para o cultivo após milho, *Crotalaria* e milho + mucuna-preta a aplicação de níveis crescentes de nitrogênio se ajustaram às funções $Y = 12,116 - 0,095x + 0,0007 x^2$, $Y = 9,126 + 0,030 x$, $Y = 11,431 - 0,063 x + 0,0004 x^2$ respectivamente, concordando com os dados SILVEIRA & DAMASCENO (1996), CALVACHE (1997), onde comprovaram em seus experimentos que o N em cobertura afetou a quantidade de vagens/planta.

TABELA 8 – Desdobramento da interação significativa referente número de vagens por planta. Selvíria (MS) 2001.

Tratamentos	Número de vagens por planta							Função
	Níveis de adubação nitrogenada (kg ha ⁻¹)							
Coberturas	0	30	60	90	120	150	Média	
Vegetais	0	30	60	90	120	150	Média	
Arroz	9,6	11,4	12,3	9,9	9,1 ab	10,5 ab	10,4	
Milheto	9,1	9,5	11,2	11,1	9,2 ab	8,2 b	9,7	
Milho	12,1	10,1	9,1	8,8	11,5 ab	13,9 a	10,9	(1)
Mucuna-preta	10,2	12,4	10,7	12,4	8,4 b	10,7 ab	10,8	
Soja	9,7	10,7	8,9	9,4	12,5 ab	11,1 ab	10,4	
<i>Crotalaria juncea</i>	10,5	8,1	12,2	9,7	13,7 a	14,1 a	11,3	(2)
Milho + Mucuna preta	11,1	11,0	7,9	9,1	11,2 ab	11,5 ab	10,3	(3)
D.M.S. (5%)	5,11							

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

(1) $Y = 12,116 - 0,095 x + 0,0007 x^2$ $r^2 = 0,97$
(2) $Y = 9,126 + 0,030 x$ $r^2 = 0,65$
(3) $Y = 11,431 - 0,063 x + 0,0004 x^2$ $r^2 = 0,70$

Na Tabela 9 está apresentado o desdobramento para o número de grãos por planta e a cobertura propiciada pelo milheto, na média, apresentou certa tendência a um menor incremento neste parâmetro. O cultivo do feijoeiro após milho se ajustou a uma função quadrática, após mucuna-preta a uma função cúbica, após a *Crotalaria* a uma função linear e após milho + mucuna-preta se ajustou a uma função quadrática em resposta a aplicação de diferentes níveis de N. Esses resultados concordam com CALVACHE (1997) e SILVA et al. (2000), pois concluíram em seus experimentos que a aplicação de doses crescentes de N no solo influenciam no número de sementes por planta.

TABELA 9 – Desdobramento da interação significativa referente número de grãos por planta. Selvíria (MS) 2001.

Tratamentos	Número de grãos por planta							
Coberturas	Níveis de adubação nitrogenada (kg ha ⁻¹)							
Vegetais	0	30	60	90	120	150	Média	Função
Arroz	46,1	53,3	53,3 ab	48,5	42,4 ab	50,2 ab	49,6 ab	
Milheto	46,8	44,7	52,1 ab	54,7	45,1 ab	50,5 ab	47,1 b	
Milho	64,1	48,5	45,9 ab	43,8	60,7 ab	70,4 a	55,6 ab	(1)
Mucuna-preta	48,8	63,2	50,8 ab	54,1	40,8 b	55,7 ab	52,2 ab	(2)
Soja	49,3	52,0	43,2 ab	48,3	59,7 ab	53,4 ab	51,0 ab	
<i>Crotalaria juncea</i>	51,8	42,1	65,9 a	50,3	69,8 a	75,1 a	59,1 a	(3)
Milho + Mucuna preta	59,1	54,3	36,6 b	47,1	60,7 ab	59,9 ab	52,3 ab	(4)
D.M.S. (5%)	27,41							

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

(1) $Y = 63,058 - 0,545 x + 0,0040 x^2$ $r^2 = 0,94$
(2) $Y = 49,347 + 0,730 x - 0,0138 x^2 + 0,00006x^3$ $r^2 = 0,70$
(3) $Y = 46,055 + 0,174 x$ $r^2 = 0,69$
(4) $Y = 59,552 - 0,420 x + 0,0029 x^2$ $r^2 = 0,68$

Na Tabela 10 onde estão apresentados os quadrados médios referentes a massa de 100 grãos, N total da parte aérea e nos grãos e a produtividade do feijoeiro. Nota-se que não houve resultado significativo do tipo de cobertura, níveis de nitrogênio ou mesmo das interações para o número de grãos por vagem, massa de 100 grãos e para a produtividade. Esses resultados concordam com ARF et al. (1999b) que trabalhando com doses e parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura na cultura do feijão de inverno, sob sistema de plantio direto, verificaram que não houve efeito significativo para os parâmetros avaliados. Além disso a análise de regressão para os níveis de nitrogênio aplicados em cobertura mostrou efeito significativo apenas para produtividade de grãos.

TABELA 10 – Quadrados médios referentes à massa de 100 grãos, N total da parte aérea e nos grãos e a produtividade do feijoeiro em função das coberturas vegetais e níveis de N em cobertura. Selvíria (MS) 2001.

Causa de Variação	GL	Massa de 100 grãos	N total da parte aérea	N nos grãos	Produtividade
Cobertura (C)	6	2,15 n.s.	48,95 n.s.	14,62 n.s.	250560 n.s.
Nitrogênio em cobertura (N)	5	1,78 n.s.	15,27 n.s.	5,07 n.s.	105169 n.s.
C*N	30	0,64 n.s.	16,52 n.s.	8,83 n.s.	42219 n.s.
Níveis de nitrogênio					
R.L.	1	0,01 n.s.	1,53 n.s.	0,72 n.s.	432253 *
R.Q.	1	4,8 n.s.	1,62 n.s.	2,12 n.s.	5510 n.s.
R.C.	1	2,8 n.s.	36,21 n.s.	4,65 n.s.	44893 n.s.

**, * e n.s. são respectivamente significativo a 1%, 5% e não significativo, pelo teste F.

R.L. = Regressão linear

R.Q. = Regressão quadrática

R.C. = Regressão cúbica

Os dados médios obtidos na avaliação dessas características estão apresentados na Tabela 11 onde nota-se que a aplicação de níveis crescentes de N bem como a utilização de diferentes coberturas vegetais não influenciaram significativamente a massa de 100 grãos, os teores de nitrogênio total na parte aérea e nos grãos. Observa-se, ainda, que em todas coberturas vegetais e níveis de nitrogênio aplicado em cobertura as plantas apresentaram na época do florescimento teores adequados de N na parte aérea (MALAVOLTA et al., 1980 e AMBROSANO et al., 1996). Isso provavelmente, ocorreu devido ao suprimento das necessidades das plantas pelo nitrogênio presente no solo ou obtido em todos os tratamentos.

TABELA 11 – Massa de 100 grãos N total na parte aérea e nos grãos e produtividade de grãos do feijoeiro em função de diferentes coberturas vegetais e níveis de nitrogênio aplicado em cobertura, Selvíria (MS) 2001.

Tratamentos	Massa de 100 grãos	N total da parte aérea	N nos grãos	Produtividade
	-----g-----	-----g kg ⁻¹ -----	-----kg ha ⁻¹ -----	
Coberturas Vegetais				
Arroz	23,4	36,4	39,1	2030
Milheto	22,9	36,1	37,7	2046
Milho	22,5	35,8	40,1	2078
Mucuna-preta	23,0	36,8	40,2	2225
Soja	23,1	36,1	39,5	2000
<i>Crotalaria juncea</i>	23,0	33,2	39,7	2271
Milho + Mucuna-preta	22,6	36,9	40,1	2101
CV (%)	3,5	3,5	3,4	9,7
Nitrogênio em cobertura (kg ha⁻¹)				(1)
0	22,6	35,6	39,4	2005
30	23,1	36,0	39,3	2107
60	23,2	37,4	38,9	2082
90	23,1	35,1	38,7	2131
120	22,6	35,1	40,1	2132
150	22,8	36,1	39,2	2187
CV (%)	4,9	10,8	6,1	13,4

Médias seguidas de mesma letra na coluna para cada fator, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

(1) $2033,38 + 0,99x$ $r^2 = 0,82$

O teor de N nos grãos dá uma idéia do estado nutricional da planta e do teor de proteínas nos mesmos, podendo-se observar que não houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 11), indicando então um equilíbrio no estado nutricional da planta e no teor de proteína dos grãos do feijoeiro cultivado em diferentes coberturas vegetais e com diferentes níveis de adubação nitrogenada em cobertura.

Os dados referentes à produtividade de grãos se encontram na Tabela 11 e pode-se verificar que as diferentes coberturas vegetais não apresentaram diferença significativa pelo teste F (Tabela 10), porém deve-se ressaltar que o cultivo de feijão após a *Crotalaria juncea* produziu 271 kg ha⁻¹ a mais do que após a soja (2000 kg ha⁻¹), correspondendo a um incremento de 13,5% se caracterizando, na prática, em um ótimo aumento na produtividade de grãos.

Geralmente se espera que o feijoeiro tenha uma produção maior sendo cultivado após leguminosas, devido à baixa relação C/N que a cobertura vegetal desse tipo de cultura apresenta e sua decomposição mais rápida disponibilizando assim nutrientes às culturas subseqüentes, também sua capacidade de fixar nitrogênio. Isso foi verificado nesse experimento, menos após a soja onde ocorreu a menor produção, podendo ser explicado porque dentre as leguminosas de verão cultivadas, apenas na soja foi realizada a colheita de grãos, levando então a uma maior exportação de nutrientes, quando comparado com as outras duas leguminosas.

Entretanto, dentro do contexto econômico nacional, dificilmente um agricultor irá deixar de cultivar a cultura da soja no verão para semear a crotalária, concordando com AMABILE et al. (2000) que afirmaram que uma das principais limitações ao uso da adubação verde na região dos Cerrados está relacionada à época de semeadura dos adubos verdes pela ocupação da área em uma cultura que não trará retorno econômico.

Porém, deve-se ressaltar que dentro de um sistema de produção, com cultivo no sistema de plantio direto, uma opção seria entrar com adubos verdes, no caso a crotalária, em uma pequena parte da área, em um sistema de rotação de culturas, visando a melhoria das características da área e o aumento da matéria orgânica no solo (WUTKE et al., 1998).

De acordo com COELHO et al. (1996) o manejo de solo e a cobertura vegetal podem influenciar na disponibilidade de nitrogênio para o feijoeiro, explicando essa diferença de resposta a esse nutriente em diferentes coberturas vegetais, pois com o uso de diferentes tipos de culturas (leguminosas e gramíneas) apresentando diferente relação C/N, para posterior cultivo do feijoeiro, podem alterar a sua produtividade. MIYASAKA et al. (1966) em um experimento com essa finalidade, concluíram que o

aumento da produção do feijoeiro com o cultivo anterior de nabo forrageiro foi praticamente nulo. Já os aumentos de produção provocados por lablabe, tefrosia e guandu variaram entre 158 e 185 kg ha⁻¹, e o aumento proporcionado pela *Crotalaria juncea* atingiu 318 kg ha⁻¹. No presente trabalho não foi verificada diferença significativa entre as diferentes coberturas vegetais na produtividade do feijoeiro.

A aplicação de nitrogênio em cobertura se ajustou a uma função linear onde com o aumento dos níveis de nitrogênio houve aumento na produtividade de grãos. Os resultados obtidos concordam com os obtidos por MALAVOLTA (1979), BUZETTI (1992), AMBROSANO et al. (1996b), OLIVEIRA et al. (1996) e SORATTO et al. (2000) os quais obtiveram um aumento significativo na produtividade de grãos com o aumento dos níveis de N aplicado em cobertura.

No presente trabalho, pode-se observar que a adição 150 kg ha⁻¹ de N propiciou um acréscimo de apenas 9% na produtividade em relação ao tratamento testemunha. Incrementos maiores foram encontrados nos trabalhos de FRONZA et al. (1994) que obtiveram um aumento de 72% em relação à testemunha, SILVA et al. (2000) obtiveram um incremento de 65%, ANDRADE et al. (1996a) obtiveram um incremento de 93% na produtividade com a adição de N em cobertura e 48% de acréscimo apenas com uma adubação na semeadura, mostrando então a eficiência da adubação em cobertura, confirmando que o feijoeiro pode responder às doses elevadas de nitrogênio.

Esse pequeno incremento pode ser explicado pelo nitrogênio presente no solo ter sido suficiente para suprir as necessidades da cultura do feijão, porém de maneira geral, os experimentos que envolvem doses de nitrogênio vem obtendo resposta em todo país (ROSOLEM, 1987).

5 – CONCLUSÕES

A *Crotalaria juncea* e mucuna-preta proporcionaram a melhor cobertura do solo no período avaliado, com a *Crotalaria juncea* apresentando a maior quantidade de matéria seca ($15.201 \text{ kg ha}^{-1}$), o que é um fator importante no sistema de plantio direto.

As diferentes coberturas vegetais não influenciaram significativamente a produtividade do feijoeiro cultivado em sucessão.

A aplicação de doses crescentes de nitrogênio em cobertura aumentou a produtividade do feijoeiro, entretanto mesmo onde não houve aplicação do fertilizante a produtividade foi superior a 2000 kg ha^{-1} , de forma que uma análise econômica passa a ser um fator importante para a tomada de decisão.

6 – REFERÊNCIAS

ABBOUD, A.C.S.; DUQUE, F.F. Efeitos de materiais orgânicos e vermiculita sobre a seqüência feijão-milho-feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.21, n.3, p.227-236, 1986.

ALMEIDA, C.; CARVALHO, M.A.C.; ARF, O.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S. Adubação nitrogenada em cobertura e via foliar em feijoeiro. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., 1999, Salvador. **Anais ...** Goiânia: EMBRAPA-arroz e feijão, 1999. p.737-740.

ALMEIDA, L.D.; FEITOSA, C.T.; BULISANI, E.A.; RONZELLI JÚNIOR, P.; LEITE, N.; SCHIMIDT, C. Efeito da adubação nitrogenada do feijoeiro no Vale do Paraíba. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1., 1982. Goiânia. **Anais ...** Goiânia: EMBRAPA-arroz e feijão, 1982. p.182.

ALMEIDA, F.S.; RODRIGUES, B.N. **Guia de herbicidas: recomendações para o uso adequado em plantio direto e convencional**. Londrina: IAPAR, 1995, 482p.

AMABILE, R.F.; FANCELLI, A.L.; CARVALHO, A.M. Comportamento de espécies de adubos verdes em diferentes épocas de semeadura e espaçamentos na região dos Cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.1, p.47-54, 2000.

AMBROSANO, E.J.; TRIVELIN, P.C.O; CANTARELLA, H.; AMBROSANO, G.M.B.; MURAOKA, T. Dinâmica do nitrogênio dos adubos verdes, crotalária juncea e mucuna-preta, em dois solos cultivados com milho. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 22., Manaus. **Anais ...** Manaus: CNPq, 1996a. p.245-346.

AMBROSANO, E.J.; WUTKE, 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 de feijão irrigado no inverno. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.53, n.1, p.338-341, 1996b.

AMBROSANO, E.J.; WUTKE, E.B.; BULISANI, E.A.; CANTARELLA, H. Feijão. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2ªed. Campinas: IAC, p.194-195, 1996c (Boletim Técnico 100).

ANDRADE, M.J.B.; RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.F.B.; ALVARENGA, P.E. Efeitos da adubação nitrogenada em cobertura e da aplicação foliar de molibdênio na cultura de feijão na região de Lavras, MG In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 5., 1996. Goiânia. **Anais ...** Goiânia: EMBRAPA-arroz e feijão, 1996a. p.170.

ANDRADE, M.J.B.; RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.F.B.; ALVARENGA, P.E. Resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) às adubações nitrogenadas e molíbdicas e a inoculação com *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli*. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 5., 1996. Goiânia. **Anais ...** Goiânia: EMBRAPA-arroz e feijão. 1996b. p.79-81.

ARAÚJO, P.R.A.; ARAÚJO, G.A.A.; VIEIRA, C.; CARDOSO, A.A. Adubação nitrogenada e molíbdica da cultura do feijão cv. meia noite. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., 1999. Salvador. **Anais ...** Goiânia: EMBRAPA-arroz e feijão, 1999. p.735-736.

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

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, 1999a.

ARF, O.; FERREIRA, E.C.; CARVALHO, M.A.C.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S. Efeito de doses e parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., 1999. Salvador. **Anais ...** Goiânia: EMBRAPA-arroz e feijão, 1999b. p.790-793.

BALBINO, L.C.; MOREIRA, J.A.A.; SILVA, J.G.; OLIVEIRA, E.F.; OLIVEIRA, I.P. Plantio direto. In: ARAUJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p.301-352.

BARBO, C.V.S. Calagem e adubação. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Unidade de execução de pesquisa de âmbito Estadual de Dourados, MS. **A cultura do feijão em Mato Grosso do Sul**. Dourados: EMBRAPA/UEPAE, 1990. p.72-75. (Circular técnica, 17).

BONAMIGO, L.A. O plantio direto no cerrado do Mato Grosso do Sul. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PLANTIO DIRETO EM SISTEMAS SUSTENTÁVEIS, 1993, Castro. **Anais . . .** Castro: Fundação ABC, 1993. p.13-16.

BUZETTI, S.; ROMEIRO, P.J.M.; ARF, O.; SÁ, M.E.; GUERREIRO NETO, G. Efeito da adubação nitrogenada em componentes da produção do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado em diferentes densidades. **Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v.1, n.1, p.11-19, 1992.

CALVACHE, A.M. Efeito da deficiência hídrica e da adubação nitrogenada na produtividade e na eficiência do uso da água em uma cultura do feijão. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.54, n.3, p.232-240, 1997.

CARVALHO, M.A.C.; ATHAYDE, M.L.F., ARF, O.; SÁ, M.E. Cultura do feijoeiro de inverno em sucessão a milho, soja e algodão, em semeadura direta e convencional, com adubação verde. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., 1999. Salvador. **Anais ...** Goiânia: EMBRAPA-arroz e feijão, 1999a. p.642-645.

CARVALHO, M.A.C.; LAZARINI, E.; ARF, O.; SÁ, M.E. Efeito da rotação de culturas e adubação verde sobre o rendimento do feijoeiro de inverno (*Phaseolus vulgaris* L.). In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., 1999. Salvador. **Anais ...** Goiânia: EMBRAPA-arroz e feijão, 1999b. p.649-652.

CHIDI, S.N.; SORATTO, R.P.; SILVA, T.R.B.; ARF, O.; BUZETTI, S. Resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em função da aplicação de doses de nitrogênio em cobertura e diferentes concentrações de uréia via foliar. I – Características Agronômicas. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., 1999. Salvador. **Anais ...** Goiânia: EMBRAPA-arroz e feijão, 1999a. p.858-861.

CHIDI, S.N.; SORATTO, R.P.; SILVA, T.R.B.; ARF, O.; SÁ, M.E. Resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em função da aplicação de doses de nitrogênio em cobertura e diferentes concentrações de uréia via foliar. II – Qualidade fisiológica de sementes. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., 1999. Salvador. **Anais ...** Goiânia: EMBRAPA-arroz e feijão, 1999b. p.599-602.

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.

DE-POLLI, M.; CHADA, S.S. Adubação verde incorporada ou em cobertura na produção do milho em solo de baixo potencial de produtividade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.2, n.13, p. 287-293, 1989.

DINIZ, A. R.; ANDRADE, M.J.B.; CARVALHO, J.G.; LIMA, S.F.; LUNKES, J.A. Resposta da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) à aplicação de nitrogênio (cobertura e semeadura) e de molibdênio foliar. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 5., 1996. Goiânia. **Anais ...** Goiânia: EMBRAPA-arroz e feijão, 1996. p.73 (Resumos expandidos).

DOURADO, M.C.; SILVA, T.R.B.; ARF, O.; SÁ, M.E. Produção de sementes e matéria seca da *Crotalaria juncea* L. em três diferentes alturas de podas e duas populações de plantas. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v.9, p.191-206, 2000.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPQ, 1999. 41p.

FAGERIA, N.K.; OLIVEIRA, I.P.; DUTRA, L. G. Exigências nutricionais. In: ____ . **Deficiências nutricionais na cultura do feijoeiro e suas correções**. Goiânia: EMBRAPA-arroz e feijão, 1996. p. 11-14. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 65).

FAVARIN, J.L.; FANCELLI, A.L. Alterações nas propriedades físicas, químicas e biológicas de solos cultivados. In: FANCELLI, A.L. **Plantio Direto**. Piracicaba: ESALQ, 1987. p.21-31.

FRONZA, V.; VIEIRA, C.; CARDOSO, A.A.; CRUZ, C.D. Resposta de cultivares eretos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) a espaçamentos entrelinhas e níveis de adubação. **Revista Ceres**, Viçosa, v.41, n.235, p.317-326, 1994.

GOES, S.B.; OLIVEIRA, M. Adubação verde e cobertura vegetal com quatro espécies de leguminosas em solo Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico no semi-árido do Nordeste do Brasil. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 22., 1996. Manaus. **Anais ...** Manaus: CNPq, 1996. p.104-105.

HORN, F.L.; SCHUCH, L.O.B.; SILVEIRA, E.P.; ANTUNES, I.F.; VIEIRA, J.C.; MARCHIORO, G.; MEDEIROS, D.F.; SCHWENGBER, J.E. Avaliação de espaçamentos e populações de plantas de feijão visando à colheita mecanizada direta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, p.123-130, 2000.

LEANDRO, W.M.; ARAÚJO, R.A.; EGITO, M.J.; CUNHA, P.P.; BARBOSA, F.; SILVA, A.L.; BOTELHO, S.A. Efeitos de coberturas verdes nas características químicas de solos degradados de Goiás – dados do 1º ano. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 22., 1996. Manaus. **Anais ...** Manaus: CNPq, 1996. p. 522-523.

MALAVOLTA, E. Adubos nitrogenados. In: ____ . **ABC da Adubação**. São Paulo: Ceres, 1979. p.26-30.

MALAVOLTA, E.; DAMIÃO FILHO, C.F.; VOLPE, C.A.; MACHADO JUNIOR, G.R.; VELHO, L.M.S.; ROSA, P.R.F.; DE LAURENTIZ, S. Deficiências e excessos minerais no feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L., cv. Carioca). **Anais da ESALQ**, Piracicaba, v. 37, n .2, p. 701-718, 1980.

MIYASAKA, S.; FREIRE, E.S.; MASCARENHAS, H.A.A.; NERY, C.; CAMPANA, M.; DE SORDI, G. Efeito da adubação verde com uma gramínea e quatro leguminosas sobre a produção do feijoeiro “da seca”, em Terra-Roxa-Misturada. **Bragantia**. Campinas, v.25, n.25, p.277-289, 1966.

MUZILLI, O. Fertilidade do solo em Plantio Direto. In: FANCELLI, A.L., TORRADO, P.V., MACHADO, J. (Coords.). **Atualização em Plantio Direto**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. p.147-158.

NEHMI, I.M.D.; FERRAZ, J.V.; MEHMI FILHO, V.A.; SILVA, M.L.M. (Coord.). **AGRIANUAL 2001**. Anuário Estatístico da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio. 2000. 541p.

OLIVEIRA, E.F. **Eficiência do modo de aplicação do sulfato de amônio e uréia nas culturas de milho e algodão**. Cascavel: OCEPAR, 1995. p. 40-49. (OCEPAR. Resultado de Pesquisa 1).

OLIVEIRA, I.P., ARAÚJO, R.S., DUTRA, L.G. In: ARAUJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p.184.

PEREIRA, A.L.; STONE, L.F.; MOREIRA, J.A. Manejo da irrigação em plantio direto: cobertura do solo. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., 1999. Salvador. **Anais ...** Goiânia: EMBRAPA-arroz e feijão. 1999. p.450-451.

POMPEU, A.S.; CARBONELL, S.A.M.; ITO, M.F.; BORTOLETTO, N. IAC-Carióca Eté e IAC-Carióca Tybatã: cultivares de feijoeiro para o Estado de São Paulo. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., 1999, Salvador. **Anais...** Goiânia: EMBRAPA-arroz e feijão, 1999. p.382-3.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do Solo e Adubação**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1991. 343p.

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

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

SANTOS, M.N.; RESCK, D.V.S.; SILVA, J.E.; CASTRO, L.H. Influência de diferentes sistemas de manejo no teor de matéria orgânica e no tamanho e distribuição de poros em Latossolo Vermelho-Escuro argiloso na região dos cerrados, Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 1., 1996. Brasília. **Anais ...** Brasília: EMBRAPA, 1996. p.372-374.

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

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

SILVA, T.R.B.; SORATTO, R.P.; CHIDI, S.N.; ARF, O.; BUZETTI, S. Efeitos de doses e da época de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) no período de inverno. I – Características Agronômicas. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., 1999. Salvador. **Anais ...** Goiânia: EMBRAPA-arroz e feijão, 1999a. p.805-808.

SILVA, T.R.B.; SORATTO, R.P.; CHIDI, S.N.; ARF, O.; SÁ, M.E. Efeitos de doses e da época de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) no período de inverno. II – Qualidade fisiológica das sementes. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., 1996. Salvador. **Anais ...** Goiânia: EMBRAPA-arroz e feijão, 1999b. 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 Agronômica**, Ilha Solteira, v.9, p.1-17, 2000.

SILVEIRA, P. M., DAMASCENO, M. A. Estudo de doses e parcelamento de k e doses de nitrogênio na cultura do feijão irrigado. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 5., 1996. Goiânia. **Anais...** Goiânia: EMBRAPA-arroz e feijão, 1996. p. 161.

SORATTO, R.P.; CHIDI, S.N.; SILVA, T.R.B.; ARF, O.; SÁ, M.E. Resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) à aplicação de nitrogênio em cobertura e molibdênio via foliar. I – Características Agronômicas. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., 1999. Salvador. **Anais ...** Goiânia: EMBRAPA-arroz e feijão, 1999a. p.854-857.

SORATTO, R.P.; CHIDI, S.N.; SILVA, T.R.B.; ARF, O.; SÁ, M.E. Resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) à aplicação de nitrogênio em cobertura e molibdênio via foliar. II – Qualidade fisiológica das sementes. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., 1999. Salvador. **Anais ...** Goiânia: EMBRAPA-arroz e feijão, 1999b. p.595-598.

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 Agronômica**, Ilha Solteira, v.9, p.115-32, 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. I – Produção de sementes. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., 1999. Salvador. **Anais ...** Goiânia: EMBRAPA-arroz e feijão, 1999a. p.541-544.

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, 1999b. p.545-548.

SPEDDING, C.R.W.; LARGE, R. A point quadrat method for the description of pasture in terms of height and density. **Journal British Grass Society**, v.12, 1957. p.229-234.

STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A. Efeitos de sistemas de preparo do solo no uso da água e na produtividade do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.4, p.835, 41, 2000.

STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A. Resposta do feijoeiro ao nitrogênio em cobertura, sob diferentes lâminas de irrigação e preparos do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.3, p.473-81, 2001.

STONE, L.F.; SILVEIRA, P.M. 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.

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.

VIEIRA, M.J. Comportamento Físico do solo em Plantio Direto. In: FANCELLI, A.L., TORRADO, P.V., MACHADO, J. (Coords). **Atualização em Plantio Direto**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. p.164-175.

VIEIRA, S.M.; RONZELLI JÚNIOR, P.; KOEHLER, S.; PREVEDELLO, B.M.S. Nitrogênio, molibdênio e inoculante, isolados e associados para duas variedades de feijoeiro-comum. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., Salvador. **Anais ...** Goiânia: EMBRAPA-arroz e feijão, 1999. p.835-838.

WUTKE, E.B.; BULISANI, E.A.; MASCARENHAS, H.A.A. **I Curso de adubação verde no Instituto Agronômico**. Campinas: IAC, 1993. p.89.

WUTKE, E.B., FANCELLI, A.L.; PEREIRA, J.C.V.N.A.; AMBROSANO, G.M.B. Rendimento do feijoeiro irrigado em rotação com culturas graníferas e adubos verdes. **Bragantia**, Campinas, v. 57, n. 2, p.325-338, 1998.

YOKOYAMA, L.P.; BANNO, K.; KLUTHCOUSKI, T. Aspectos socio-econômicos da cultura. In: ARAUJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p.2-4.

ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. **Sistema de análise estatística para microcomputadores – SANEST**. Pelotas, VFPel, 1984. (Disquete).