



UFAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALGOAS
UNIDADE ACADÊMICA CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO



CECA

LUANA TORRES

**NODULAÇÃO DO FEIJOEIRO COMUM (*Phaseolus vulgaris* L.) SUBMETIDO
A DOSES DE MOLIBDÊNIO E COBALTO APLICADAS NA SEMENTE.**

RIO LARGO – AL

2011

LUANA TORRES

**NODULAÇÃO DO FEIJOEIRO COMUM (*Phaseolus vulgaris* L.) SUBMETIDO
A DOSES DE MOLIBDÊNIO E COBALTO APLICADAS NA SEMENTE.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Unidade Acadêmica Centro de Ciências Agrárias como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Aloísio Gomes Martins

Rio Largo – AL

2011

“Quando o trabalho é prazer, a vida é uma grande alegria. Quando o trabalho é dever, a vida é uma escravidão”.

(Máximo Gorki)

AGRADECIMENTOS

A minha mãe e aos meus padrinhos pelo esforço em dar-me a melhor educação possível;

Ao professor Aloísio Gomes Martins pela orientação, amizade e boa vontade em ajudar e a passar seus conhecimentos com tanta dedicação;

As amigas Araceli Palmeira Oliveira, Ellen Rebeca e Nayane Michelle Bezerra dos Santos pela contribuição. Sem a ajuda delas esse trabalho jamais seria o mesmo.

Aos companheiros de turma pelo longo e árduo caminho percorrido nesses anos;

Aos professores da graduação em Agronomia pelos valiosos ensinamentos repassados;

A todos os integrantes diretos e indiretos do Centro de Ciências Agrárias e a todo corpo docente da UFAL por me proporcionar a valiosa oportunidade de tornar-me Engenheira Agrônoma.

Agradeço também a meu padrasto José Antônio e minhas irmãs Andressa e Jasmine.

Aos amigos Lara, Tati, Guia, Sérgio, Adilene, Junior, Neto e Roseane pelos sorrisos nas horas de angústia e pela eterna amizade.

Agradeço aos Amigos do Senar pela oportunidade de aprimorar meus conhecimentos.

A todos aqueles que contribuíram com este trabalho, estimo meus sinceros agradecimentos.

DEDICO

A Deus, por me dar o milagre da vida e a força para conquistar todos os meus sonhos. A minha mãe Maria das Graças Helena Torres por todo o amor e dedicação, aos meus padrinhos Álvaro Arthur e Vera Lúcia. Dedico a Juliana, Thaísa, Arthur, Maria Fernanda, Matheus, Arthur e Davi.

Dedico também a todos os tios e tias, primos e primas, a meu avô e a minha avó.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 Unidades experimentais utilizadas na realização do trabalho	19
Figura 2 Esquema do delineamento experimental do trabalho.....	20
Figura 3 Número de nódulos correspondente aos tratamentos.	23
Figura 4 Peso dos nódulos (mg) correspondentes aos tratamentos.....	24
Figura 5 Peso das raízes (mg) correspondentes aos tratamentos.....	25
Figura 6 Peso das vagens correspondente aos tratamentos.	26
Figura 7 Andamento do Experimento.....	33

LISTA DE TABELAS

Quadro 1 – Característica química do solo da área experimental.....	18
--	-----------

Tabela 1 – Descrição dos tratamentos utilizados no experimento.....	19
--	-----------

Tabela 2 Quadrados médios e coeficientes de variação obtidos na análise de variância para rendimento do feijoeiro em função de doses de molibdênio e cobalto	22
---	-----------

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes doses de molibdênio e cobalto sobre a nodulação na parte radicular da planta. O feijão (*Phaseolus vulgaris L.*) é um nome comum para uma grande variedade de sementes de plantas de alguns gêneros da família Fabaceae (anteriormente, grão). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com três repetições e 16 tratamentos disposto em esquema fatorial 4 x 2, constituídos de quatro doses crescentes de molibdênio (0, 40, 80 e 120 g há⁻¹) e cobalto (0, 4, 8 e 12 g ha⁻¹), e cada parcela foi definida por dois vasos, totalizando 48 parcelas. As fontes de molibdênio e de cobalto utilizadas foram o molibdato de sódio (Na₂MoO₄.2H₂O) e o cloreto de cobalto (CoCl₂.6H₂O), respectivamente. Ao longo do trabalho não houve grandes diferenças significativas, mas o resultado final mostra que houve um aumento no número de nódulos e no peso de nódulos a partir da interação entre molibdênio e cobalto. Isoladamente, o molibdênio e o cobalto não foram significativos no peso de raiz, mas a interação dos elementos apresentou um acréscimo no peso, porém não foi um acréscimo significativo. A melhor dose atuante nos quesitos avaliados foi Co₂+Mo₂.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris L.*, molibdato de sódio e cloreto de cobalto.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effect of different doses of molybdenum and cobalt on nodulation on the roots of the plant. The bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is a common name for a wide variety of plant seeds of some genera of Fabaceae (formerly, grain). The experimental design was randomized blocks with three replications and 16 treatments arranged in 4 x 2 factorial scheme, consisting of four increasing doses of molybdenum (0, 40, 80 and 120 g ha⁻¹) and cobalt (0, 4, 8 and 12 g ha⁻¹), and each plot was defined by two vessels, totaling 48 plots. The sources of molybdenum and cobalt used were sodium molybdate (Na₂MoO₄·2H₂O) and cobalt chloride (CoCl₂·6H₂O), respectively. Throughout the work there were no major differences, but the end result shows that there was an increase in nodule number and weight of nodules from the interaction between molybdenum and cobalt. Separately, molybdenum and cobalt were not significant in root weight, but the interaction of the elements showed an increase in weight, but it was not a significant increase. The best acting dose was evaluated in the categories Co₂ + Mo₂.

Keywords: *Phaseolus vulgaris* L., sodium molybdate and cobalt chloride.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1	Feijoeiro Comum	12
2.2	Inoculação de Sementes	13
2.3	A fixação biológica de nitrogênio no feijão comum com rizóbio.....	14
2.4	Molibdênio na cultura do feijoeiro comum	15
2.5	Cobalto na Cultura do Feijoeiro Comum.....	16
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	18
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1	Número de nódulos.....	22
4.2	Peso dos nódulos	24
4.3	Peso da raiz.....	25
4.4	Massa seca das vagens.....	26
5	CONCLUSÃO	28
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
7	ANEXO.....	33

1 INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é um nome comum para uma grande variedade de sementes de plantas de alguns gêneros da família Fabaceae (anteriormente, grão). O feijoeiro é planta considerada exigente em nutrientes devido ao seu ciclo curto e sistema radicular pouco profundo.

Cultivado por pequenos e grandes produtores, em diversificados sistemas de produção e em todas as regiões brasileiras, o feijoeiro comum reveste-se de grande importância econômica e social. Seu aspecto nutricional é notório. O feijão tem um alto teor protéico, assim como também contém vitaminas do complexo B, ferro e cálcio.

No Brasil, o feijão é cultivado, na maioria das vezes, em condições de solos ácidos, situação em que a fixação biológica de nitrogênio (FBN) é deficiente. Nessas condições, a deficiência de molibdênio pode contribuir para redução do fornecimento de nitrogênio para as plantas, uma vez que esse micronutriente é essencial para o crescimento vegetal, participando como co-fator de enzimas envolvidas em reações bioquímicas importantes no metabolismo do nitrogênio. O Molibdênio tem importantes funções no sistema enzimático do metabolismo do nitrogênio, e, por esse motivo, plantas dependentes de simbiose, quando sujeitas à deficiência desse nutriente, ficam carentes de N.

No caso do feijoeiro, cujo sistema de fixação de nitrogênio é de baixa eficiência, a necessidade do nutriente está mais relacionada à atividade da redutase do nitrato, enzima indispensável no aproveitamento dos nitratos absorvidos pela planta, pois é responsável pela redução do nitrato a nitrito, no processo de assimilação do nitrogênio. Dessa forma, a aplicação de doses elevadas de nitrogênio, pode não resultar em altas produções, provavelmente devido ao possível acúmulo de nitrato na planta, resultado da nitrificação do amônio e síntese insuficiente de redutase do nitrato, por falta de Molibdênio. Além disso, a aplicação foliar de Molibdênio aumenta a redução do acetileno e a remobilização do nitrogênio durante o estágio de enchimento de vagens, e os

efeitos combinados desses processos resultam em maior produtividade de grãos.

Devido à exportação de molibdênio pelas sementes, à deficiência natural de alguns solos, à intensificação da produção e a não realização de adubação molíbdica pela maioria dos agricultores, aos poucos estão se exaurindo as reservas naturais de molibdênio no solo, o que pode afetar a capacidade produtiva das culturas (MALAVOLTA, 1979).

O cobalto também influencia a absorção de nitrogênio por via biológica porque faz parte da estrutura das vitaminas B12, necessárias à síntese de leghemoglobina, que determina a atividade dos nódulos (SOMASEGARAN e HOBEN, 1994; MENGEL e KIRKBY, 2001).

O cobalto não é considerado essencial para o feijoeiro, entretanto, sabe-se que está intimamente ligado ao processo de fixação biológica de nitrogênio e, conseqüentemente, é essencial aos microrganismos fixadores de nitrogênio. O Cobalto é indispensável à produção do feijoeiro quando a necessidade em nitrogênio está sendo suprida através da associação simbiótica feijoeiro-bactéria, já que esta última depende do Cobalto para seus mecanismos de fixação. A aplicação do cobalto, assim como a do molibdênio, pode ser por via foliar ou ainda por aplicação na semente.

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de diferentes doses de molibdênio e cobalto, sobre a nodulação na raiz do feijoeiro através da coleta de dados específicos referentes à parte radicular da planta, tais como peso de nódulos, peso das raízes, número de nódulos e massa seca das vagens.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Feijoeiro Comum

O feijão é uma leguminosa de grande importância na economia brasileira tanto por questões sociais, relacionadas com seu papel na alimentação humana, por ser uma alternativa de exploração econômica para propriedades rurais, inclusive as pequenas e por ser uma alternativa que ocupa mão-de-obra menos qualificada (FERREIRA e BARROS, 2002).

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é a leguminosa mais importante para o consumo humano, principalmente nos países em desenvolvimento (FAGERIA, 2002). É cultivado principalmente em climas tropical e subtropical. Em nível mundial, a maior produção está nas Américas do Sul e Central, no Caribe, na Ásia e na África. A América do Norte e a Europa também cultivam-no, mas em menor escala. O feijão, rico em proteína (20-25%), é a principal fonte de alimento da população das Américas do Sul e Central, do Caribe e da África. A proteína do feijão é deficiente em aminoácidos essenciais, como os sulfurados metionina e cistina, mas rica em lisina e treonina, nos quais os cereais são deficientes. Contém também aproximadamente 2% de gorduras e 50% de carboidratos (FAGERIA, 1989).

Feijão é uma das mais importantes fontes de proteína na dieta alimentar do povo brasileiro, de consumo diário pela população rural e urbana. Em razão da sua boa adaptação às mais variadas condições edafoclimáticas do Brasil, o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) faz parte da maioria dos sistemas produtivos de pequenos e médios produtores, cuja produção é direcionada ao consumo familiar e à comercialização do excedente. A cultura passou, recentemente, a atrair produtores usuários de tecnologias mais avançadas, como a adubação nitrogenada, foliar e tratamento de sementes com macro e micronutrientes e estimulantes enraizadores (COELHO, 1998).

A cultura do feijão é cultivada em todas as partes do mundo, mas aproximadamente 47% da produção estão concentradas na América Latina e no Caribe, embora com baixa produtividade (DELAVALLE et al., 1999).

O feijoeiro apresenta características que o fazem um material de alta qualidade nos estudos de controle do desenvolvimento vegetal e da absorção de nutrientes. Devido, a sua relevância, tem sido realizados numerosos estudos visando seus aspectos culturais, melhoramento genético, tratamento com defensivos e outros, podendo os reguladores vegetais virem a contribuir para melhorar as características morfológicas e fisiológicas do feijoeiro (CASTRO et al.,1990).

A aplicação de produtos vias sementes ou foliar tem se tornado uma prática agrícola rotineira, destacando-se o uso de fungicidas, inseticidas, inoculantes, antibióticos, hormônios, dentre outros. Muito embora, as finalidades destes produtos sejam as mais diversas, de modo geral, os objetivos são de proporcionar algum nível de melhoria na cultura, tanto em relação à produção, como no desenvolvimento vegetativo das plantas (DELAVALLE et al., 1999). Segundo a Embrapa, o Brasil é o segundo produtor mundial de feijão do gênero *Phaseolus* e o primeiro na espécie *Phaseolus vulgaris* (LOLLATO et al., 2001).

Além do caráter social da cultura, o feijoeiro é um produto agrícola com alto significado econômico, plantado em 4,2 milhões de hectares, com uma produção anual em torno de 3,5 milhões de toneladas (AGRIANUAL, 2010).

2.2 Inoculação de Sementes

O procedimento é muito simples, basta misturar as sementes com o inoculante de rizóbio para o feijão até formar uma pasta homogênea. Deixar as sementes inoculadas secando a sombra, em local fresco e arejado, até que seja feita a semeadura. As sementes devem ser plantadas até no máximo dois dias depois, senão, deve-se proceder a uma nova inoculação. Deve-se sempre verificar o prazo de validade do inoculante, que geralmente é de apenas seis meses, e nunca usar inoculante vencido. O inoculante contém bactérias vivas, por isto deve ser guardado em lugar fresco, de preferência na parte de baixo da geladeira. É preciso cuidado no transporte e no armazenamento dos pacotes de inoculante, nunca os deixando exposto ao sol, dentro do carro, por exemplo. As sementes inoculadas também não podem ficar expostas ao sol, por isto

deve-se fazer a inoculação das sementes nas horas mais frescas do dia, pela manhã ou à tardinha, e deixar secar à sombra. As sementes inoculadas devem ser plantadas o mais rapidamente possível, mantendo-as sempre protegidas do sol (STRALIOTTO, 2003).

2.3 A fixação biológica de nitrogênio no feijão comum com rizóbio

A associação do feijoeiro com bactérias do grupo dos rizóbios, capazes de fixar o nitrogênio atmosférico e fornecê-lo à cultura, é uma tecnologia capaz de substituir, pelo menos parcialmente, a adubação nitrogenada resultando em benefícios ao pequeno produtor. Apesar do conceito geral de que o feijoeiro apresenta baixa capacidade fixadora, os resultados de pesquisa, obtidos em condições de campo, indicam que é possível que a planta se beneficie da inoculação com o rizóbio, atingindo níveis de produtividade entre 1500 e 2000 kg/ha. Os rizóbios são bactérias benéficas presentes no solo, as quais são atraídas para as raízes das plantas leguminosas, ou seja, aquelas que produzem vagens como o feijoeiro e outros (STRALIOTTO, 2003).

Estas bactérias, uma vez em contato com as raízes do feijoeiro, por exemplo, induzem a formação de pequenas bolinhas, chamadas de nódulos. No interior dos nódulos ocorre o processo de aproveitamento nitrogênio do ar por estas bactérias. Este processo é chamado de fixação biológica de nitrogênio, e permite que o agricultor economize na adubação nitrogenada. Esta associação do rizóbio com as raízes das leguminosas é chamada de "simbiose", termo que define um tipo de relação benéfica entre os parceiros, neste caso a planta e a bactéria. O rizóbio utiliza os carboidratos provenientes da fotossíntese da planta hospedeira para gerar a energia necessária para promover o processo de fixação biológica de nitrogênio. Existem rizóbios no solo, mas estes, pelo menos no caso do feijoeiro, são geralmente muito pouco eficientes no processo de fixação biológica de nitrogênio, embora formem nódulos e muitas vezes atrapalhem a nodulação pelo rizóbio presente no inoculante (STRALIOTTO, 2003).

2.4 Molibdênio na cultura do feijoeiro comum

O molibdênio é um dos mais importantes micronutrientes para as plantas, pois está presente em várias reações essenciais do metabolismo vegetal, além de ser componente de enzimas mitocôndrias das bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico (CAMARGO e SILVA, 1975). Esse micronutriente desempenha um importante papel no sistema enzimático de fixação do nitrogênio. Plantas que dependem da simbiose para obter nitrogênio, quando sujeitas às deficiências de molibdênio, apresentam também carência de nitrogênio (OLIVEIRA e THUNG, 1988).

Alguns autores afirmam que o melhor é aplicar o Mo no solo, antes da semeadura (VARGAS & RAMIREZ, 1989). Entretanto, em face da sua imobilização no solo, a sua eficiência seria muito inferior, requerendo, para isso, quantidades necessárias de Mo superiores em dez vezes, para equiparar eficiência com a de outros métodos. Em face da facilidade, do baixo custo e da eficiência de aplicação, e há alternativa de aplicação do Mo é via semente, por ocasião da semeadura, imediatamente antes do inoculante (CAMPO & LANTMANN, 1998).

Na planta, o molibdênio participa como co-fator integrante nas enzimas nitrogenase, redutase do nitrato e oxidase do sulfato, e está intimamente relacionado com o transporte de elétrons durante as reações bioquímicas das plantas, sendo a FBN seriamente afetada, quando ocorre deficiência de Mo (LANTMANN, 2002).

Devido à exportação de molibdênio pelas sementes, à deficiência natural de alguns solos, à intensificação da produção e a não realização de adubação molíbdica pela maioria dos agricultores, aos poucos estão se exaurindo as reservas naturais de molibdênio no solo, o que pode afetar a capacidade produtiva das culturas (MALAVOLTA, 1979).

O molibdênio é o micronutriente mais estudado na cultura do feijoeiro (VIEIRA, 1998). A aplicação de pequenas quantidades de Mo, isolada ou em combinação com outros nutrientes, tem aumentado a produção, o número de nódulos e os teores de N, de proteínas, de aminoácidos, de carboidratos, de

caroteno, de clorofila e de ácido ascórbico (BARBOSA FILHO et al., 1979). As respostas das plantas à aplicação de Mo têm se mostrado variável entre as espécies e mesmo entre os cultivares da mesma espécie. Tal comportamento é consequência das variações na capacidade de absorção, translocação, acúmulo nos tecidos e utilização do nutriente pela planta (PIRES et al., 2002).

O molibdênio faz parte da enzima nitrogenase, do centro ativo da enzima, e em sua ausência a enzima não fará seu papel de desdobrar a molécula de N₂. Como as fontes minerais de Mo no solo são muito poucas e anualmente as culturas vão esgotando o nutriente existente originalmente, torna-se necessária sua reposição para que se obtenham elevadas produtividades. Hoje, na cultura da soja, o uso de Mo já é uma prática indispensável e não se admite cultivar soja ou feijão sem a adição de Mo (CERETTA et al., 2005).

O Mo tem importantes funções no sistema enzimático do metabolismo do nitrogênio (N), e, por esse motivo, plantas dependentes de simbiose, quando sujeitas à deficiência desse nutriente, ficam carentes de N (MARSCHNER, 1995; VIEIRA et al., 1998; PESSOA ET al., 2000).

A aplicação foliar de Mo aumenta a redução do acetileno e a remobilização do N durante o estágio de enchimento de vagens, e os efeitos combinados desses processos resultam em maior produtividade de grãos (VIEIRA et al., 1998, JESUS JÚNIOR et al., 2004).

No caso do Mo, apesar de sua importância, ainda não foi determinado em que parte constituinte da semente ele se encontra. Sabe-se apenas que do total de Mo absorvido pelas plantas de feijão, 24% a 65% é translocado para as sementes e que a adubação foliar aumenta a concentração de Mo nas sementes (JACOB NETO e ROSSETO, 1998; PESSOA et al., 2000).

2.5 Cobalto na Cultura do Feijoeiro Comum

Existem poucos estudos mostrando os benefícios do cobalto (Co) nas plantas. Especificamente, este elemento não é considerado essencial para o feijoeiro, entretanto, sabe-se que está intimamente ligado ao processo de

fixação biológica de nitrogênio (FBN) e, conseqüentemente, é essencial aos microrganismos fixadores de N (VIEIRA, 1998).

De acordo com OLIVEIRA et al. (1996), o Co é indispensável à produção do feijoeiro quando a necessidade em nitrogênio está sendo suprida através da associação simbiótica feijoeiro-bactéria, já que esta última depende do Co para seus mecanismos de fixação. A maioria dos trabalhos tem sido desenvolvida com aplicação de cobalto no solo ou via semente, com resultados positivos (JUNQUEIRA NETTO et al., 1977; CORRÊA et al., 1990).

Entretanto, apesar de serem conhecidos os efeitos benéficos do Co nas leguminosas, não existem recomendações precisas de doses do nutriente para o feijoeiro em aplicações foliares. Poucos são, entretanto, os estudos envolvendo aplicação foliar de Co, sendo que a maioria deles não apresenta efeito significativo.

Os experimentos com cobalto e molibdênio, essenciais para a atividade do rizóbio, são, normalmente, usadas em doses baixas variando de 0,25 a 2,0 kg ha⁻¹ (VIEIRA, 1998).

O cobalto, por sua vez, faz parte da cobalamina (vitamina B12), essencial nos processos bioquímicos da fixação. Também faz parte do processo de formação da nitrogenase e da leghemoglobina (PESSOA, 2000).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido na Casa de Vegetação no Centro de Ciências Agrárias, localizado no município de Rio Largo, Estado de Alagoas. A análise química do solo revelou o seguinte resultado: pH 6,0; 2,64 cmol_c dm⁻³ de H⁺ + Al³⁺; 2,90 cmol_c dm⁻³ de Ca²⁺; 1,10 cmol_c dm⁻³ de Mg²⁺; 0,11 cmol_c dm⁻³ de K⁺; 7,13 mg dm⁻³ de P; 61,37% de saturação por base como mostra o Quadro 1.

O solo usado nos vasos foi coletado nas áreas experimentais do próprio Centro de Ciências Agrárias.

Quadro 1 – Característica química do solo da área experimental

Características	Unidade	Valor
pH	–	6
P	mg dm ⁻³	7,13
K	mg dm ⁻³	45
K na CTC	%	1,68
Na	mg dm ⁻³	18
Na na CTC	%	1,15
Ca + Mg	cmol _c dm ⁻³	4
Ca + Mg na CTC	%	58,54
Ca	cmol _c dm ⁻³	2,9
Ca na CTC	%	42,44
Mg	cmol _c dm ⁻³	1,1
Mg na CTC	%	16,1
Al	cmol _c dm ⁻³	0,05
Al na CTC	%	1,19
H + Al	cmol _c dm ⁻³	2,64
H + Al na CTC	%	37,9
S	cmol _c dm ⁻³	4,19
T	cmol _c dm ⁻³	6,83
V	%	61,37

Como unidades experimentais foram utilizados sementes de feijão comum, vasos plásticos com capacidade para 2,5 L e terra vegetal 140 L, como são mostrados na Figura 1.



Figura 1 Unidades experimentais utilizadas na realização do trabalho

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com 3 repetições e 16 tratamentos disposto em esquema fatorial 2 x 4, constituídos de quatro doses crescentes de cada substância molibdênio (0, 40, 80 e 120 g ha⁻¹) e cobalto (0, 4, 8 e 12 g ha⁻¹), e cada parcela foi definida por dois vasos, totalizando 48 parcelas. As fontes de molibdênio e de cobalto utilizadas foram o molibdato de sódio (Na₂MoO₄.2H₂O) e o cloreto de cobalto (CoCl₂.6H₂O), respectivamente. A tabela 2 mostra a disposição de cada tratamento.

Tabela 1 – Descrição dos tratamentos utilizados no experimento

Tratamentos	Descrição
Co0 + Mo0	0g de cobalto e molibdênio
Co0 + Mo1	40g de molibdênio
Co0 + Mo2	80g de molibdênio
Co0 + Mo3	120g de molibdênio
Co1 + Mo0	4g de cobalto
Co2 + Mo0	8g de cobalto
Co3 + Mo0	120g de cobalto
Co1 + Mo1	4g de cobalto + 40g de molibdênio
Co1 + Mo2	4g de cobalto + 80g de molibdênio
Co1 + Mo3	4g de cobalto + 120g de molibdênio
Co2 + Mo1	8g de cobalto + 40g de molibdênio
Co2 + Mo2	8g de cobalto + 80g de molibdênio
Co2 + Mo3	8g de cobalto + 120g de molibdênio
Co3 + Mo1	12g de cobalto + 40g de molibdênio
Co3 + Mo2	12g de cobalto + 80g de molibdênio
Co3 + Mo3	12g de cobalto + 120g de molibdênio

Foram utilizadas 500 sementes de feijão comum, e estas foram divididas em 16 placas contendo 25 sementes cada. As sementes foram imersas em soluções com as doses crescentes de molibdênio e cobalto já citadas. O período de imersão das sementes foi de 12 minutos, exceto para as sementes da testemunha.

Após a imersão, as sementes foram inoculadas com rizóbio. Esse procedimento foi realizado com a utilização de uma solução de água destilada e goma arábica. Essa solução foi misturada ao inoculante até que se formou uma pasta homogênea. Em seguida, misturaram-se as sementes até que elas ficassem completamente cobertas pelo inoculante. Depois, as sementes foram levadas ao campo para a semeadura. A figura 2 mostra como ficou o delineamento experimental.



Figura 2 Esquema do delineamento experimental do trabalho.

A semeadura foi realizada manualmente em sulcos de aproximadamente 5 cm de profundidade, utilizando 5 sementes por vaso, as quais, após duas

semanas de semeadura foram desbastadas, permanecendo 3 plantas por vaso. A adubação utilizada na semeadura foi de 198 kg.ha⁻¹ da fórmula 10 – 60 – 40 (N - P₂O₅ - K₂O), conforme os resultados de análise de solo. As sementes foram submetidas à inoculação com rizóbio.

A análise do efeito sobre a nodulação da raiz do feijoeiro foi realizada pela determinação do número de nódulos, peso dos nódulos e pelo peso das raízes, colhidas aos 60 dias após o plantio, usando o programa para cálculo estatístico The ASSISTAT Software: statistical assistance.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os quadrados médios obtidos da análise de variância dos resultados deste trabalho encontram-se na Tabela 1, onde observa significância isolada do fator molibdênio e do fator cobalto para as variáveis de peso de nódulo, peso de raiz, número de nódulos e peso seco das vagens. Também é mostrado os valores da interação molibdênio e cobalto para variáveis as mesmas variáveis já citadas.

Tabela 2 Quadrados médios e coeficientes de variação obtidos na análise de variância para rendimento do feijoeiro em função de doses de molibdênio e cobalto

VARIÁVEL	BLOCO	MOLIBDÊNIO	COBALTO	INTERAÇÃO MO VS CO	CV(%)
Nº de nódulos	1,2851 ^{ns}	2,1006 ^{ns}	2,4300 ^{ns}	1,3433 ^{ns}	77,72
Peso de nódulos	1,2573 ^{ns}	0,3979 ^{ns}	0,9950 ^{ns}	1,9818 ^{ns}	134,93
Peso de raiz	0,9353 ^{ns}	1,8648 ^{ns}	0,3444 ^{ns}	1,1931 ^{ns}	74,59
P.S. das vagens	1,8779 ^{ns}	0,0446*	1,5941 ^{ns}	3,8981*	33,58
G.L	2	3	3	9	

P.S. = Peso Seco; ns = não significativo, * = significativo ao nível de 5% de probabilidade

4.1 Número de nódulos

A figura 3 está ilustrando os resultados obtidos a partir do número de nódulos.

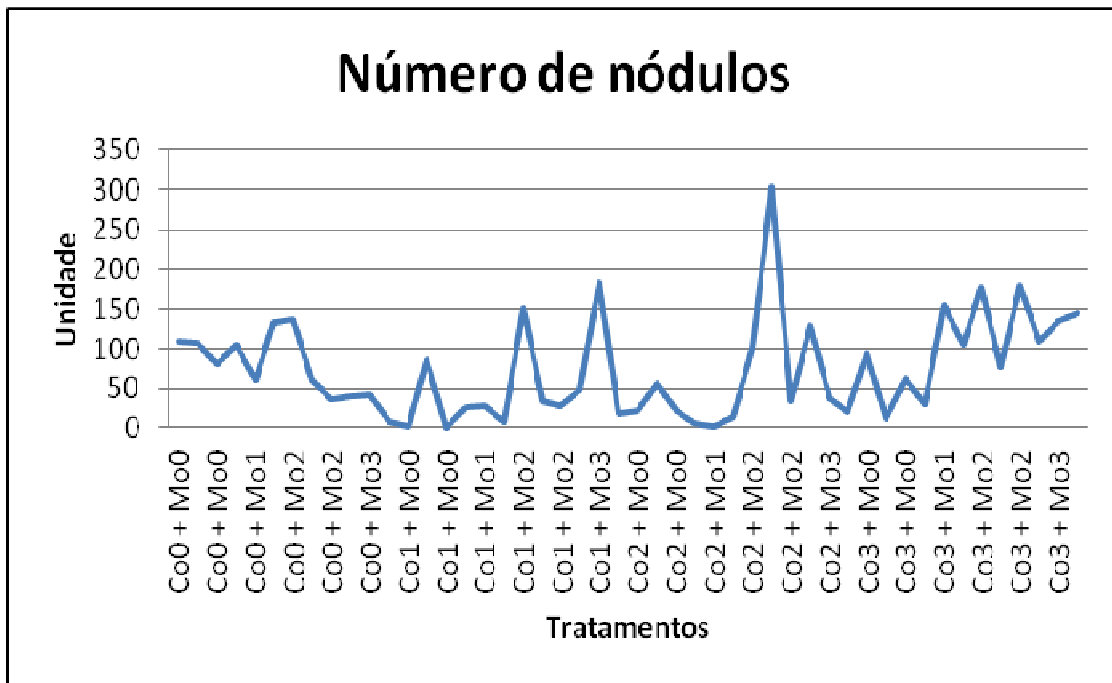


Figura 3 Número de nódulos correspondente aos tratamentos.

O tratamento isoladamente de molibdênio que obteve melhor desempenho sobre o número de nódulos foi o molibdênio 2, apesar de não ser significativo segundo o teste de Tukey. O molibdênio não apresentou um bom resultado quando utilizado em doses menores que o molibdênio 2. Houve um decréscimo nos resultados ao utilizar doses crescentes de molibdênio.

Isoladamente o cobalto não foi significativo segundo o teste Tukey, mas a melhor dose foi a cobalto 2.

Sobre as interações molibdênio e cobalto, o tratamento que apresentou melhor rendimento foi o Co2 + Mo2, apesar de não ser significativo segundo o teste Tukey.

O tratamento Co1 + Mo1 não obteve um bom desempenho e não foi significativo segundo o teste Tukey.

Verificou-se o menor valor no tratamento que recebeu a dose de 4g.ha-1 de cobalto e 0g.ha-1 de molibdênio.

4.2 Peso dos nódulos

A figura 4 ilustra os resultados obtidos quanto ao peso dos nódulos coletados em cada tratamento.

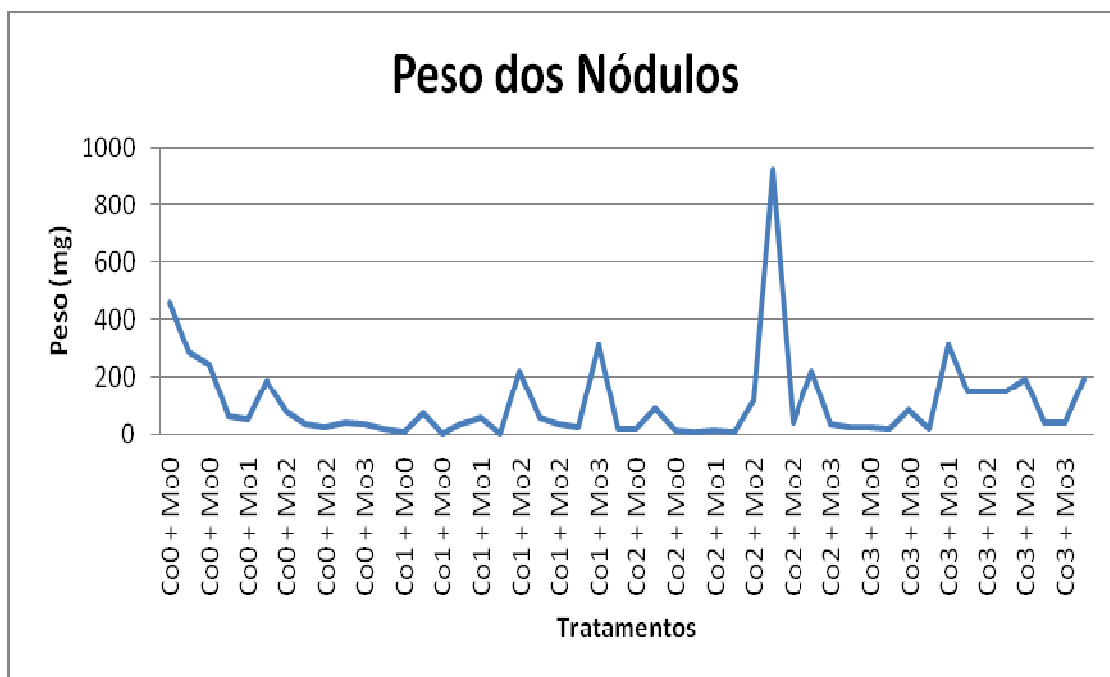


Figura 4 Peso dos nódulos (mg) correspondentes aos tratamentos.

Os tratamentos com molibdênio isolado apresentaram poucas variações e o tratamento que apresentou melhor desempenho foi o Molibdênio 2 apesar de não ser significativo segundo o teste de Tukey.

Os tratamentos isolados com cobalto apresentaram um decréscimo nas doses inferiores e também nas doses superiores ao Co2, sendo assim, o tratamento que obteve o melhor desempenho foi o Cobalto 2, apesar de não ser significativo segundo o teste de Tukey.

As interações molibdênio e cobalto apresentaram pequenas variações e o que apresentou o maior valor foi o tratamento Co2+Mo2 (8g.ha⁻¹ e 80g.ha⁻¹, respectivamente) apesar de não ser significativo segundo o teste de Tukey.

Os tratamentos Co1+Mo0, Co1+Mo3 e Co3+Mo1 não obtiveram bom desempenho e seus valores foram semelhantes.

4.3 Peso da raiz

A figura 5 ilustra os resultados obtidos quanto ao peso da raiz de cada tratamento.

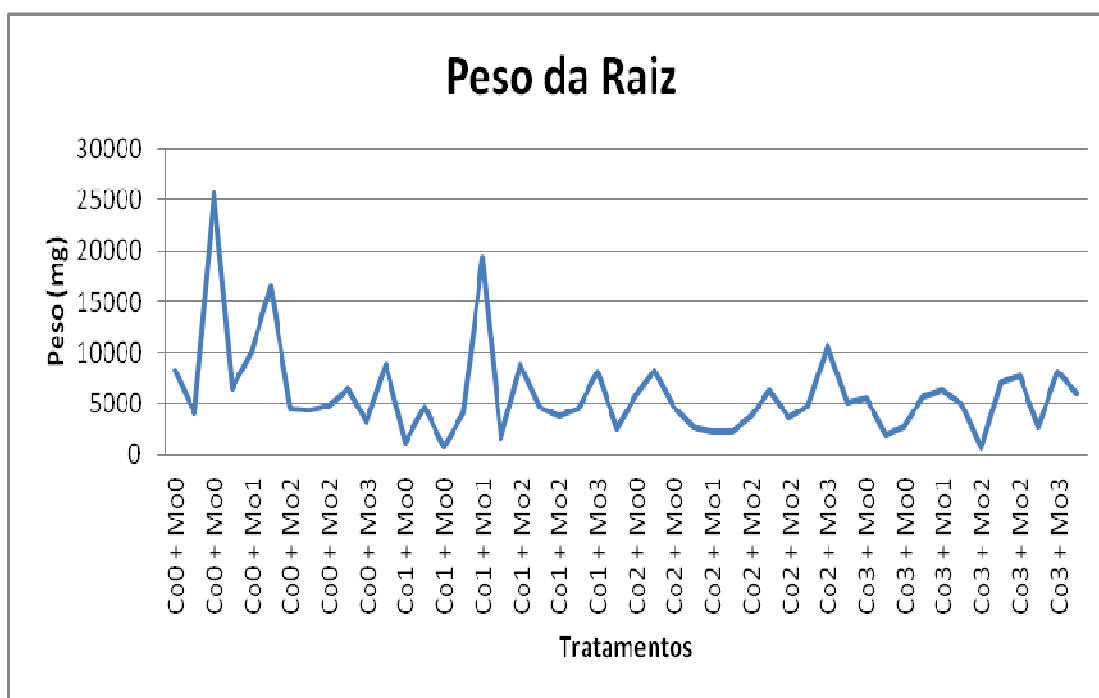


Figura 5 Peso das raízes (mg) correspondentes aos tratamentos.

O tratamento que melhor se destacou nesse quesito foi o Co0+Mo0, ou seja, as testemunhas.

Isoladamente o molibdênio e o cobalto não foram significativos para o trabalho, segundo o teste Tukey.

O tratamento Co1+Mo1 obteve um bom desempenho, apresentando um valor muito próximo ao valor da testemunha.

O pior desempenho com relação ao peso de raiz foi observado no tratamento Co3+Mo2, com as doses de 12g.ha⁻¹ e 80g.ha⁻¹, respectivamente.

4.4 Massa seca das vagens

A figura 6 ilustra os resultados obtidos a partir da massa seca das vagens coletadas em cada tratamento.

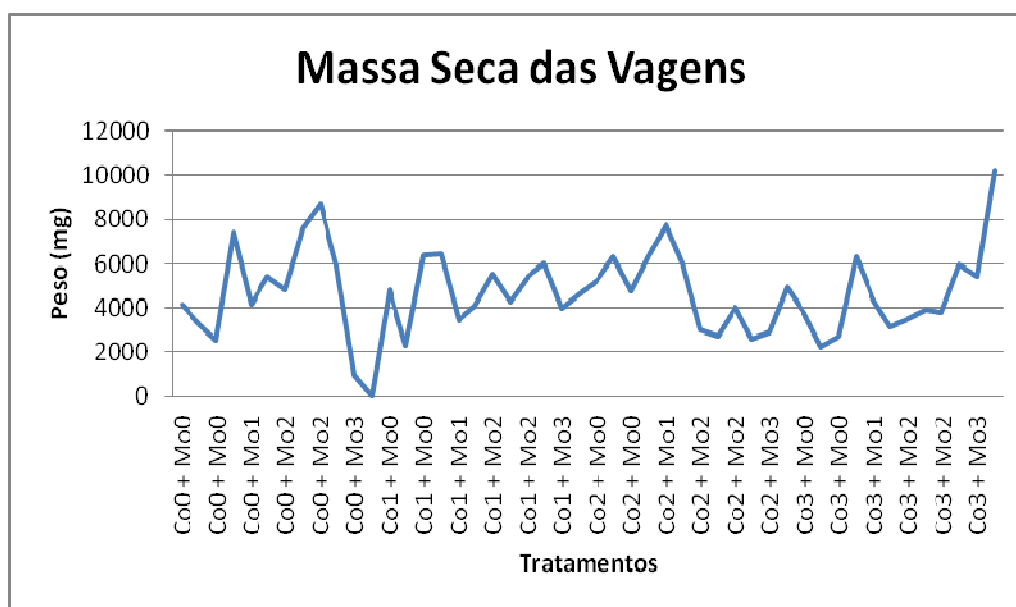


Figura 6 Massa seca das vagens correspondente aos tratamentos.

Os tratamentos com molibdênio isolado apresentaram uma variação e foram significativos segundo o teste Tukey, diferindo a 5% das testemunhas. O melhor desempenho foi obtido pela dose de molibdênio 3.

Os tratamentos com cobalto isolado também apresentaram uma pequena variação, mas não foram significativos segundo o teste Tukey. O melhor tratamento foi a dose de cobalto 3.

Nas interações molibdênio e cobalto houve pequenas variações, onde o maior valor foi do tratamento cobalto 3 mais molibdênio 3, sendo significativos

segundo o teste Tukey, diferindo a 5% das testemunhas. O menor valor foi do cobalto 2 mais molibdênio 2..

5 CONCLUSÃO

As doses intermediárias tanto do cobalto quanto do molibdênio promoveram um aumento no número de nódulos encontrados na raiz do feijoeiro e também foram eficazes no aumento do peso desses nódulos. Vale ressaltar que um maior número de nódulos não significa necessariamente um aumento no peso dos nódulos.

Os tratamentos que não continham molibdênio e cobalto, ou seja, as testemunhas obtiveram melhor resposta relativa ao peso da raiz. Isso pode ter ocorrido pelo fato de que as substâncias usadas podem ter inibido o crescimento da raiz em razão do aumento do número e do peso de nódulos.

Ao longo do trabalho não houve grandes diferenças significativas, mas o resultado final mostrou que houve aumento em todas as variáveis analisadas.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL 2010: **Anuário da Agricultura Brasileira**. Feijão. São Paulo: FNP, 2010, p. 318-323.

BARBOSA FILHO, M. P. et al. **Efeitos de idade, fósforo, molibdênio e cobalto no teor percentual de nitrogênio em diferentes partes do feijoeiro-comum**. Ciência e Prática, Lavras, v. 3, n. 2, p. 107-116, 1979.

CORRÊA, J. R. V.; JUNQUEIRA NETTO, A; REZENDE, P. M.; ANDRADE, L. A. B. **Efeitos de rhizobium, molibdênio e cobalto sobre o feijoeiro comum cv. carioca**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 25, n. 4, 1990, p. 513-519.

CAMARGO, P. N.; SILVA, O. **Manual de adubação foliar**. São Paulo: La Librería, 1975, 258p.

COELHO, F.C. et al. **Nitrogênio e molibdênio nas culturas do milho e do feijão, em mono cultivo e em consórcio: I - Efeitos sobre o feijão**. Revista Ceres, Viçosa, v.45, p.393-407, 1998.

CAMPO, R. J.; LANTMANN, A. F. **Efeitos de micronutrientes na fixação biológica do nitrogênio e produtividade da soja**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 33, n. 8, p. 1245-1253, ago. 1998.

CERETTA, C.A.; PAVINATO, A.; PAVINATO, P.S.; MOREIRA, I.C.L.; GIROTTI, E.; TRENTIN, E.F. **Micronutrientes na soja: produtividade e análise econômica**. Ciência Rural, v.35, n.3, p.576-581, 2005.

DELAVALLE, F.G.; CARVALHO, M.A.C.; JUSTI, M.M.; SÁ, M.E.; ARF, O. **Influência do tamanho na qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.)**. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6, Salvador, 21/26 nov. 1999. Resumos Expandidos. Goiânia: EMBRAPA, 1999. p.570-571.

FERREIRA, A.C.B.; ARAÚJO, G.A.A.; CARDOSO, A.A.; FONTES, P.C.R.; VIEIRA, C. **Características agronômicas do feijoeiro em função do molibdênio contido na semente e da sua aplicação via foliar.** Acta Scientiarum: Agronomy, Maringá, v.25, n.1, p.65-72, 2003.

JACOB NETO, J.; ROSSETTO, C.A.V. **Concentração de nutrientes nas sementes: o papel do molibdênio.** Floresta e Ambiente, Seropédica, v.5, n.1, p.171-183, 1998

JESUS JÚNIOR, W.C.; VALE, F.X.R.; COELHO, R.R.; HAU, B.; ZAMBOLIM, L.; BERGER, R.D. **Management of angular leaf spot in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) with molybdenum and fungicide.** Agronomy Journal, Madison, v.96, n.3, p.665- 670, 2004

JUNQUEIRA NETTO, A.; SANTOS, O.S.; HAIDAR, H.; VIEIRA, C. **Ensaio preliminares sobre a aplicação de molibdênio e cobalto na cultura de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.).** Revista Ceres, Viçosa, v. 24, n. 136,1977, p. 628-633.

LANTMANN, A. F. **Nutrição e produtividade da soja com molibdênio e cobalto.** Artigos Embrapa - Coletânea Rumos e Debates, 2002.

LOLLATO, M. A. et al. **Cadeia produtiva do feijão: diagnóstico e demandas atuais.** Londrina: Iapar, 2001. 48p. (Documento, 25).

MALAVOLTA, E. ABC da adubação. Jubileu de Prata. 4 ed. São Paulo/SP: CERES, 1979.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** 2.ed. San Diego: Academic Press, 1995. 889p.

OLIVEIRA, I. P.; THUNG, M. D. T. **Nutrição Mineral** In: ZIMMERMANN, M. J. O. et al. (Ed.) **Cultura do Feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Potafós, 1988. p. 175-212.

OLIVEIRA, I.P. ; ARAÚJO, R.S.; DUTRA, L.G. **Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio**. In: ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONR,L.F.; ZIMMERMANN,M.J.O. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996, p. 169-221.

PESSOA, A.C.S.; RIBEIRO, A.C.; CHAGAS, J.M.; CASSINI, S.T.A. **Concentração foliar de molibdênio e exportação de nutrientes pelo feijoeiro “Ouro Negro” em resposta à adubação foliar com molibdênio**. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.24, n.1, p.75-84, 2000.

PIRES, A. A. et al. **Acúmulo de Mo e de N pelo feijoeiro, cv. Manteigão Fosco 11, em resposta a doses crescentes de Mo**. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa. *Resumos expandidos...* Viçosa: UFV, 2002. p. 681-684.

SILVA, F. DE A. S. E. & AZEVEDO, C. A. V. DE. **Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance**. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SILVA, F. DE A. S. E. & AZEVEDO, C. A. V. DE. **A New Version of The Assistat-Statistical Assistance Software**. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4, Orlando-FL-USA: *Anais...* Orlando: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2006. p.393-396.

SILVA, F. DE A. S. E. & AZEVEDO, C. A. V. DE. **Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows**. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v.4,n.1, p71-78,2002.

SILVA, F.DE A.S.E. **The ASSISTAT Software: statistical assistance.**
In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 6,
Cancun, 1996. Anais... Cancun: American Society of Agricultural Engineers,
1996. p.294-298.

SOMASEGARAN, P.; HOBEN, H.J. **Handbook for Rhizobia: Methods in
Legume-Rhizobium Technology.** New York: Springer-Verlag, 1994. 450p.

STRALIOTTO, R. Engenheira Agrônoma. Doutora em Ciência do Solo.
Pesquisadora III, **Embrapa Agrobiologia. Seropédica**, Rio de Janeiro, 2003.

VARGAS, R.; RAMIREZ, C. **Respuesta de la soya y el maní a
Rhizobium y a la fertilización con N, P y Mo en un típico pellustert de
cañas, guanacaste.** Agronomía Costarricense, San José, v. 13, p. 175-182,
1989.

VIEIRA, C. **Adubação mineral e calagem.** In: VIEIRA, C.; PAULA
JÚNIOR, T.J.; BORÉM,A. **Feijão: aspectos gerais e cultura no estado de
Minas Gerais.** Viçosa: UFV, 1998, p. 41-42.

VIEIRA, R. F. et al **Foliar application of molybdenum in common
bean II: nitrogenase and nitrate reductase activities in a soil of low
fertility.** Journal of Plant Nutrition, v. 21, n. 10, p. 2141-2151, 1998.

VIEIRA, R.F.; CARDOSO, E.J.B.N.; VIEIRA, C.; CASSINI, S.T.A. **Foliar
application of molybdenum in common beans. I. Nitrogenase and nitrate
reductase activities in a soil of high fertility.** Journal of Plant Nutrition,
Athens, v.21, n.2, p.169-180, 1998

VIEIRA, C. **Feijão: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas.**
Editado por VIEIRA, C.; PAULA, Jr., T.J. de; BORÉM, A. Viçosa: UFV. 596 p.
1998.

7 ANEXO

A figura 7 ilustra o desenvolvimento do projeto na casa de vegetação.



Figura 7 Andamento do Experimento.