

TRICIA COSTA LIMA

**ENRIQUECIMENTO DE SEMENTES DE FEIJÃO COM
MOLIBDÊNIO E SEUS EFEITOS NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE
SEMENTES E NA PRODUTIVIDADE EM TRÊS GERAÇÕES DE
PLANTIO.**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2009

TRICIA COSTA LIMA

**ENRIQUECIMENTO DE SEMENTES DE FEIJÃO COM
MOLIBDÊNIO E SEUS EFEITOS NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE
SEMENTES E NA PRODUTIVIDADE EM TRÊS GERAÇÕES DE
PLANTIO.**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 18 de dezembro de 2009.

Prof. Geraldo Antonio de Andrade Araújo
(Co-orientador)

Prof. José Eustáquio de Souza Carneiro

Pesq. Rogério Faria Vieira

Prof. Paulo Geraldo Berger

Prof. Valterley Soares Rocha
(Orientador)

A Deus,

*Aos meus pais, **Lima e Irinéia**, pelo carinho, companheirismo e exemplo de vida.*

À Paulo, por todos os momentos,

Às minhas irmãs, Francine e Priscila,

À Ana Paula e Juliana, pela amizade e carinho incondicionais

Aos meus sobrinhos, Isabelle e Pedro,

Ao meu avô, Zé Costa (in memoriam)

Ao meu afilhado, João Pedro e,

À sementinha, que hoje é a mais bela flor do feijoad, Beatriz!

Dedico

“Vá tão longe quanto possa ver

Quando chegar lá você poderá ver ainda mais longe”

Thomas Carlyle

AGRADECIMENTOS

Em 2005, tive a oportunidade de iniciar o doutorado na minha instituição de formação (UFV), a qual me ofertou exemplos de qualidade profissional. Vi me diante da oportunidade não só de me qualificar, mas de ganhar muito mais, ao me dedicar à esse trabalho. Por isso, agradeço aqueles que serviram de exemplos:

Prof. Valterley Soares Rocha, ensinou-me que a dedicação e disciplina seriam necessárias para a nova caminhada;

Prof. Geraldo Andrade, a visão ampla do processo que nos envolve tem que estar presente;

Prof. Paulo Roberto Cecon, competência profissional, não só pode, como deve ser aliada a competência pessoal;

Prof. José Eustáquio de Souza Carneiro, dedicação e conhecimento naquilo que se faz e a capacidade de transferir ao ensinar;

Prof. Paulo Berger, capacidade de se entregar naquilo que se determina fazer;

Pesquisador Dr. Rogério Faria Vieira, oportunidade de personificar o legado do pesquisador Prof. Clibas Vieira e oportunidade de aprender ainda mais.

Agradeço também à Bruna Mendes de Oliveira pela dedicação, amizade e carinho.

Aos técnicos de apoio à pesquisa Gilberto, Domingos, Itamar, Carminha pelo auxílio na condução dos experimentos de campo e das análises realizadas nos laboratórios de nutrição e de sementes/UFV.

Aos funcionários da Estação Experimental em Coimbra-MG, Carlinhos, Jorge “Potoca”, José Pereira, Luis, João e Sebastião.

Aos funcionários da Pós-Graduação/Fitotecnia, particularmente para Mara Rodrigues e Tatiani Gouvêa, pela atenção e amizade no decorrer do curso.

Ao Prof. João Carlos Galvão pelo incentivo, conselhos e amizade.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig) pelo financiamento do projeto.

Aos companheiros de curso de Pós-Graduação, em especial ao grupo do feijão, Bruna Mendes, Paulo Rocha, Lelisângela, Gilmar, Jose Ângelo, Vanessa, Renato, Marilene e Gislayne pela convivência e amizade nessa jornada.

Aos sinceros amigos Tânia, Elita, Fabrícia e Leonardo,

Aos meus pais, Lima e Irinéia, meus eternos agradecimentos por cada detalhe que me compõe hoje.

À minha irmã Francine e Priscila, minha prima-irmã Nahara e Fabiana Ribeiro, pelas histórias engraçadas que fazem a vida mais gostosa.

Aos meus tios Dudu e Ana Maria pelo exemplo de vida.

À Dolores Pena, por me permitir compreender melhor as particularidades da vida.

E a todos aqueles que estiveram presente de alma e coração para realização deste trabalho.

Muito Obrigada!

SUMÁRIO

ÍNDICE DE TABELAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
RESUMO.....	vii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Adubação molíbdica do feijoeiro	4
2.2. Qualidade fisiológica da semente em função da adubação molíbdica	7
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	9
3.1. Efeito de doses de Mo sobre os componentes de produção e a produtividade:.....	11
3.2. Efeito de doses de Mo sobre o teor de nitrogênio e molibdênio na folha e na semente..	11
3.3. Efeito de doses de molibdênio sobre a qualidade fisiológica de sementes de feijão.....	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
4.1. Cultivar Ouro Vermelho	14
4.2. Cultivar Ouro Branco	24
5. CONCLUSÕES	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
ANEXO	39

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Tratamentos realizados no enriquecimento das sementes (SE).	10
Tabela 2. Efeito ^{ns} de doses de molibdênio nos componentes de produção, no teor de nitrogênio na forma orgânica na folha e na semente, de SE (sementes enriquecidas) e de sementes de três gerações de plantio do feijão Ouro Vermelho.	20
Tabela 3. Efeito ^{ns} de doses de molibdênio nos componentes de produção, no teor de nitrogênio na forma orgânica na folha e na semente, de SE (sementes enriquecidas) e de sementes de três gerações de plantio do feijão Ouro Branco.....	28
Tabela 4. Resultado da análise química do solo na camada de 0-20 cm de profundidade, de onde foi cultivado o feijão Ouro Vermelho.....	39
Tabela 5. Resultado da análise química do solo na camada de 0-20 cm de profundidade, de onde foi cultivado o feijão Ouro Branco.....	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Teor de molibdênio na semente, conteúdo de molibdênio e teor de molibdênio na folha do feijão Ouro Vermelho em função de doses de molibdênio..	17
Figura 2. Massa de 100 sementes e produtividade do feijão Ouro Vermelho em função de doses de molibdênio.... ..	19
Figura 3. Germinação (TPG), primeira contagem de germinação (PC) e germinação após envelhecimento acelerado (TEA) do feijão Ouro Vermelho em função de doses de molibdênio.....	23
Figura 4. Teor de molibdênio na semente, conteúdo de molibdênio e teor de molibdênio na folha do feijão Ouro Branco em função de doses de molibdênio.	25
Figura 5. Massa de 100 sementes do feijão Ouro Branco em função de doses de molibdênio.....	27
Figura 6. Germinação (TPG), primeira contagem de germinação (PC) e germinação após envelhecimento acelerado (TEA) do feijão Ouro Branco em função de doses de molibdênio.....	31
Figura 7. Dados de precipitação e temperatura média, registrados em Coimbra-MG, nas épocas de plantio da cultivar Ouro Vermelho.....	40
Figura 8. Dados de precipitação e temperatura média, registrados em Coimbra-MG, nas épocas de plantio da cultivar Ouro Branco.....	41

RESUMO

LIMA, Tricia Costa, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2009.
Enriquecimento de sementes de feijão com molibdênio e seus efeitos na qualidade fisiológica de sementes e na produtividade em três gerações de plantio. Orientador: Valterley Soares Rocha. Co-orientadores: Geraldo Antonio de Andrade Araújo e Paulo Roberto Cecon.

Objetivou-se avaliar o efeito de doses de molibdênio sobre a qualidade fisiológica das sementes e a produtividade em três gerações de plantio do feijoeiro Ouro Vermelho e do feijoeiro Ouro Branco. Foram conduzidos quatro experimentos para cada cultivar na Estação Experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, no município de Coimbra-MG (20°50'30" de latitude sul, 42°48'30" de longitude oeste e altitude de 715 metros). Os experimentos foram conduzidos no delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições. Com a cultivar Ouro Vermelho, o primeiro experimento foi conduzido no período primavera-verão (época das águas) com semeadura em outubro de 2005; o segundo no período de verão-outono (época da seca) com a semeadura em março 2006; o terceiro no período de inverno, com semeadura em agosto de 2006; e o quarto experimento no período de verão-outono (época da seca), com semeadura em março 2007. Com a cultivar Ouro Branco o primeiro experimento foi conduzido no período de inverno com semeadura em agosto de 2006; o segundo no período de verão-outono (época da seca), com semeadura em março 2007; o terceiro no período de inverno, com semeadura em agosto de 2007; e o quarto no período de verão-outono (época da seca) com semeadura em março 2008. No primeiro experimento de cada cultivar aplicaram-se sete doses de molibdênio 0, 75, 150, 300, 600, 1200, 2400 g ha⁻¹ (as doses 0, 75, 150 e 300 foram aplicadas em dose única aos 15 DAE e as doses 600, 1200, 2400 foram parceladas até 30 DAE) utilizando se como fonte o molibdato de sódio pulverizado sobre as folhas, obtendo-se sementes enriquecidas (SE). Os três experimentos seguintes (1^a geração, 2^a geração e 3^a geração) foram instalados

com sementes colhidas no experimento que os antecederam, respectivamente. Para a cultivar Ouro Vermelho a dose de 1700 g ha⁻¹ de Mo foi suficiente para aumentar o teor de Mo na folha e na semente e o conteúdo de Mo na semente da geração enriquecida e da 1^a geração de plantio, mas não teve efeito sobre a produtividade nessas gerações. O aumento da dose de Mo melhorou a qualidade fisiológica, das sementes enriquecidas, das sementes da 1^a e 2^a geração, mas não influenciou a qualidade fisiológica das sementes 3^a geração de plantio. Para a cultivar Ouro Branco até a dose 350 g ha⁻¹ de Mo foi suficiente para aumentar o conteúdo de Mo das sementes enriquecidas (SE) e das sementes obtidas na 1^a geração. Contudo não houve efeito sobre a produtividade para nenhuma geração. As doses Mo influenciaram positivamente a qualidade fisiológica das sementes enriquecidas, da 1^a geração e da 2^a geração. Conclui se que sementes enriquecidas com Mo influencia positivamente apenas a 1^a geração de plantio.

ABSTRACT

LIMA, Tricia Costa, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, December, 2009. **Enrichment of bean seeds with molybdenum and its effects on seed physiological quality and yield in three generations.** Adviser: Valterley Soares Rocha. Co-advisers: Geraldo Antonio de Andrade Araújo and Paulo Roberto Cecon.

The objective was to evaluate the effects of molybdenum rates on the common bean seed physiological quality and yield in three planting generations. Two cultivars were used: Ouro Vermelho and Ouro Branco. Four experiments were conducted for each cultivar at the Experimental Station of Federal University of Viçosa, in the municipality of Coimbra, state of Minas Gerais (latitude of 20°50'30" S, longitude of 42°48'30" W and altitude of 715 meters). The experiments were conducted in a randomized block design with four replications. With the cultivar Ouro Vermelho, the first experiment was conducted during the spring-summer (rainy season) 2005; the second experiment was conducted in the summer-autumn (dry season) 2006; the third in the winter season, 2006; and the fourth experiment in summer-autumn (dry season), 2007. With the Ouro Branco cultivar, the first experiment was conducted during the winter, 2006; the second experiment was conducted in summer-autumn (dry season), 2007; the third in the winter, 2007; and the fourth experiment in summer-autumn (dry season), 2008. In the first experiment of each cultivar seven molybdenum rates of 0, 75, 150, 300, 600, 1200 and 2400 g ha⁻¹ were sprayed. The rates of 0, 75, 150 and 300 were sprayed once at 15 DAE and the rates of 600, 1200, and 2400 were split by 30 DAE. The source of Mo was sodium molybdate that was sprayed on the leaves to obtain enriched seeds (SE). In the following three experiments (1st generation, 2nd generation and 3rd generation) seeds collected in the previous experiments were used. In the cultivar Ouro Vermelho, Mo concentration in leaves and seeds increased until the rate of 1700 g ha⁻¹ of Mo sprayed on plants. Also, content of Mo in seed increased by 1700 g ha⁻¹ of Mo. This

happened at both in the seed generation enriched and 1st generation. Physiological quality of seed improved as Mo rates increased at enriched seeds, seeds of the 1st and 2nd generation, but not at 3rd generation. For the Ouro Branco, rates until 350 g Mo ha⁻¹ increased Mo content of the seed enriched (SE) and the seed obtained from the 1st generation. However, there was no effect on yield in any generation. Mo improved physiological quality of seeds enriched, in the 1st generation and 2nd generation. It was concluded that enriched seeds can provided Mo to plants just for one generation.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de feijão do gênero *Phaseolus* e o primeiro produtor da espécie *Phaseolus vulgaris*, sendo responsável por cerca de 16 % da produção mundial. O feijão está entre as cinco maiores culturas do país em área de produção, juntamente com a soja, o milho, o trigo e o arroz. Diferentemente de outras culturas, o feijão, em sua quase totalidade, é consumido internamente, não representando uma *commodity* de exportação significativa.

A cadeia produtiva do feijão, composta por lavouras com menos de 10 ha, que equivale cerca de 75 % do total da área cultivada do país, desempenha importante papel sócio-econômico, principalmente para as populações de baixa renda. Na safra 2008/09 foi cultivada uma área de 4,18 milhões de ha, com produtividade média de 900 kg ha⁻¹ (CONAB, 2009).

A baixa fertilidade dos solos é fator preponderante para a obtenção desse baixo rendimento, principalmente no que se refere ao nitrogênio, já que esse nutriente é um dos que influencia diretamente a produtividade do feijoeiro.

O molibdênio (Mo) é nutriente essencial ao feijoeiro, fundamental para a obtenção de incrementos no rendimento, pois atua como cofator das enzimas nitrogenase e nitrato redutase, ambas primordiais ao metabolismo do nitrogênio na planta. Em adição, o Mo participa da estrutura da enzima oxidase do sulfato e na formação da proteína Mo-Fe-S (MARTENS & WESTERMANN, 1991).

Devido à importância da nitrogenase na fixação biológica do nitrogênio atmosférico, principalmente em plantas leguminosas, o molibdênio é importante para o desenvolvimento dessas espécies; ao passo que a assimilação do nitrogênio pela planta depende diretamente da atuação da nitrato redutase.

A nitrato redutase (ou redutase do nitrato) é uma flavoproteína que possui Mo como grupo prostético, cuja síntese é induzida pela presença de Mo e NO_3^- no meio (MALAVOLTA, 1980). Essa enzima catalisa a redução biológica do NO_3^- a NO_2^- , o primeiro passo para a assimilação do nitrogênio (DECHEN & NACHTIGALL, 2007). Ela, evita o acúmulo de NO_3^- em plantas alimentícias e forragens, impedindo a combinação do mesmo com a hemoglobina do sangue e a produção de meta-hemoglobina que, por não funcionar como transportadora de O_2 , causa deficiência de oxigênio em pessoas e animais (MALAVOLTA, 1980).

O requerimento do molibdênio pela enzima nitrato redutase é menor do que pela nitrogenase. Os sintomas associados com deficiência de Mo são semelhantes aos sintomas relativos à deficiência de nitrogênio (GUPTA & LIPSETT, 1981). O feijoeiro com deficiência de molibdênio apresenta sintomas que começam nas folhas mais novas, desenvolvendo clorose e deformação do limbo (FAGERIA *et al.*, 1996).

O molibdênio utilizado pelas plantas pode ser originado da semente, do solo e/ou resultante da aplicação de produtos que o contenham em sua composição. O fornecimento do fertilizante molíbdico tem sido feito de três formas: aplicação direta no solo, pulverização da folhagem e tratamento das sementes por imersão em solução aquosa, por peletização ou por enriquecimento da semente com Mo pela translocação desse elemento durante o período de formação da mesma.

O fornecimento do Mo via tratamento da semente teria, provavelmente, maior eficiência em razão da pequena dose a ser aplicada. Entretanto, assim como o fornecimento via solo, a aplicação direta na semente pode ter a sua eficiência comprometida pelo processo de imobilização do Mo pela matéria orgânica, óxidos de ferro e de alumínio do solo, o que resulta na redução da disponibilidade do Mo para as plantas. A absorção do Mo pela planta é favorecida quando aplicado via foliar, pois o

seu aproveitamento é mais rápido e não ocorre o problema de fixação de molibdênio por componentes do solo (VIDOR & PERES, 1988; BERGER *et al.* 1995).

Apesar da essencialidade do Mo para as plantas, especialmente para as fixadoras de N₂ atmosférico, a quantidade desse elemento requerida pelas plantas é relativamente pequena. Por isso, o conteúdo de Mo na semente pode ser suficiente para promover o crescimento normal da planta por vários plantios sem fornecimento externo (BRODRICK *et al.*, 1992).

O enriquecimento da semente com Mo poderá permitir diversas vantagens, já que seriam eliminadas as perdas do fertilizante aplicado. Além disso, a disponibilidade do nutriente ocorrerá de acordo com a demanda da planta, aumentando, assim, a eficiência do uso do nutriente. Também, a produção de sementes enriquecida é, sem dúvida, um incentivo à utilização de sementes de alta qualidade pelo produtor, por ser uma prática de baixo custo e tecnicamente viável.

Objetivou se avaliar o efeito de doses de molibdênio sobre a qualidade fisiológica das sementes e a produtividade em três gerações de plantio do feijoeiro Ouro Vermelho e do feijoeiro Ouro Branco.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Adubação molíbdica do feijoeiro

O molibdênio (Mo) utilizado pelas plantas pode ser originado do solo e/ou resultante da aplicação de produtos que o contenham em sua composição. A adubação molíbdica pode ser feita: via solo, via foliar ou via semente, esta por imersão em solução aquosa, por peletização ou por enriquecimento da semente com Mo pela translocação desse elemento durante o período de formação da mesma.

Em alguns casos, o Mo pode substituir a adubação nitrogenada de cobertura devido às suas funções metabólicas, favorecendo a assimilação do nitrogênio atmosférico e/ou, o melhor aproveitamento do nitrogênio, disponível na forma de N-NO_3 (VIEIRA *et al.*, 1998).

Quando deficiente na planta, o metabolismo do nitrogênio pode ser seriamente afetado, por causa da participação do Mo como componente da nitrogenase, responsável pela fixação do nitrogênio atmosférico e da redutase do nitrato, que responde pela redução do nitrato a nitrito no processo de assimilação do nitrogênio (TAIZ & ZEIGER, 2004).

Ao avaliar uma combinação adequada de adubação nitrogenada com a adubação molíbdica, constatou-se que a adubação com Mo foi essencial à cultura do feijão. Para as máximas produtividades, as doses de Mo variam de 70 a 100 g ha⁻¹, combinando-se as maiores doses de Mo com as menores doses de nitrogênio. Na presença de adubação fosfatada e potássica, a combinação de nitrogênio com Mo promoveu aumentos de produção de feijão que variaram de 90 % a mais de 200 % (AMANE *et al.*, 1999).

A absorção do Mo pela planta é favorecida quando pulverizado na folhagem, pois o seu aproveitamento é mais rápido, porque não ocorre fixação à semelhança de quando a sua aplicação é feita no solo. Essa eficiência pode ser comprovada pelos resultados alcançados em diversos trabalhos conduzidos na Zona da Mata de Minas Gerais, com destaque para as pesquisas abordando a adubação molíbdica (VIEIRA *et al.*, 1992; AMANE *et al.*, 1994; BERGER *et al.*, 1996;; PESSOA *et al.*, 2000; FERREIRA *et al.*, 2003; PIRES *et al.* 2004 e LEITE *et al.*, 2007).

PESSOA *et al.* (2000) verificaram que a aplicação de Mo aumentou a concentração de Mo nas folhas, de 0,49 mg kg⁻¹ para 0,95 mg kg⁻¹, proporcionando incremento na utilização do nitrogênio e aumento na produção de grãos de feijoeiro. Também, a aplicação de 120 g ha⁻¹ de Mo via foliar, aos 25 dias após a emergência (DAE), aumentou três vezes seu teor nos grãos de feijão.

Segundo FERREIRA *et al.* (2003) a adubação foliar influenciou positivamente a produtividade de grãos do feijoeiro atingindo o máximo (1659 kg ha⁻¹) com a dose de 83,9 g ha⁻¹, contribuindo com o aumento de 41 % na produtividade em relação à dose zero.

PIRES *et al.* (2004), trabalhou com o cultivar Meia Noite no cultivo de verão-outono e obtiveram efeito significativo da aplicação foliar de Mo sobre a produtividade do feijoeiro (de 902 kg ha⁻¹, no tratamento sem adubação, para 2558 kg ha⁻¹, incremento de 183,6%, com a aplicação de 80 g ha⁻¹ de Mo).

LEITE *et al.* (2007) avaliaram a influência de doses elevadas de molibdênio aplicadas via foliar sobre componentes de produção e rendimento de grãos dos feijoeiros Novo Jalo e Meia Noite e verificaram que os componentes de produção, exceto o número de sementes por vagem, e o rendimento de grãos aumentaram com a

adubação molíbdica, sendo a dose ótima estimada de Mo para o feijoeiro, em ambos os cultivares de 255 g ha⁻¹.

Entretanto, alguns trabalhos com adubação molíbdica mostraram que nem sempre são obtidas respostas à aplicação foliar de Mo no feijoeiro. NASCIMENTO *et al.* (2004), aplicaram 80 g ha⁻¹ de Mo aos 30 DAE na cultivar IAC Carioca Eté, e não obtiveram efeito dessa dose nos componentes de produção e VIEIRA *et al.* (2000) encontraram resultados semelhantes. Esses resultados podem estar associados ao nível de Mo no solo capaz de suprir as necessidades da cultura ou o uso de sementes com conteúdo de Mo suficiente para suprir a necessidade da planta.

SILVA *et al.* (2006) avaliaram a influencia da adubação nitrogenada e molíbdica na produtividade e nos componentes de produção do feijoeiro e verificaram que a adubação nitrogenada em cobertura e a adubação molíbdica pulverizada na folhagem não influenciaram a produtividade.

Feijoeiros provenientes de sementes enriquecidas com Mo, pulverizado na folhagem apresentaram maiores atividades da nitrogenase, acúmulo de biomassa e teor de N (KUBOTA *et al.*, 2008).

BERGER *et al.*(1996) recomendaram a pulverização foliar entre 15 e 25 dias após emergência. PIRES *et al.* (2004) verificaram que a adubação com Mo deve ser feita aos 15 e 20 dias após a emergência para o cultivo de verão-outono e 15 e 30 dias após a emergência no cultivo inverno-primavera. Contudo, FERRO *et al.* (2009) encontraram que a melhor época de aplicação foliar de Mo em feijão foi nas fases de desenvolvimento R7 (desenvolvimento das vagens) e R8 (desenvolvimento das sementes na vagem) e que o parcelamento do Mo não aumentou o conteúdo de Mo na semente.

2.2. Qualidade fisiológica da semente em função da adubação molíbdica

Estudos com doses de Mo de 0 a 160 g ha⁻¹ pulverizados na folhagem do feijoeiro com o objetivo de avaliar a qualidade fisiológica das sementes colhidas demonstraram que ela não é influenciada pelos tratamentos (SORATTO *et al.*, 2000; BASSAN *et al.*, 2001) ou há melhoria da qualidade com a aplicação de Mo (CARVALHO *et al.*, 1998; MEIRELES *et al.*, 2003).

ASCOLI *et al.* (2008) verificaram que a aplicação de Mo no feijoeiro, aos 26 DAE, aumentou a porcentagem de germinação. Entretanto, a qualidade fisiológica das sementes de feijão, avaliada pelo teste de primeira contagem, reduziu com o aumento da dose de Mo.

O fornecimento do Mo via tratamento da semente teria, provavelmente, maior eficiência em razão da pequena dose a ser aplicada. Entretanto, assim como o fornecimento via solo, a aplicação direta na semente poderá ter a sua eficiência comprometida pelo processo de imobilização do Mo pela matéria orgânica, óxidos de ferro e de alumínio, o que resultaria na redução da disponibilidade do Mo para as plantas (DECHEN & NACHTIGALL, 2007).

O plantio de sementes com elevado conteúdo de Mo, em solos pobres desse micronutriente da África, preveniu o aparecimento de deficiência de Mo até o quarto cultivo consecutivo no mesmo local (BRODRICK *et al.*, 1995). Entretanto, altos teores de Mo em uma cultivar de feijoeiro de sementes grandes foram suficientes para evitar a deficiência de Mo em substrato sem Mo, mas não em uma cultivar de sementes pequenas (BRODRICK *et al.*, 1992). Plantas de feijoeiro oriundas de sementes com alto conteúdo de Mo acumularam quantidade de Mo pouco diferente da quantidade original da semente, sugerindo que muito pouco Mo foi absorvido do solo (BRODRICK *et al.*, 1992).

FERREIRA *et al.* (2003) estudaram o efeito de Mo contido na semente, em associação com doses desse nutriente aplicado via foliar aos 25 DAE, sobre a nutrição molíbdica do feijoeiro, cultivar Meia-Noite. Verificaram que o teor de Mo nas sementes aumentou com a adubação molíbdica e o conteúdo de Mo de até $0,535 \mu\text{g semente}^{-1}$ não alterou a produtividade.

LEITE *et al.*, (2009) verificaram que a dose ótima de Mo para a produção de sementes de feijão de elevada qualidade fisiológica foi de 600 e 1200 g ha^{-1} de Mo, para feijões das cultivares Meia Noite e Novo Jalo, respectivamente.

Os nutrientes contidos na semente podem suprir as necessidades da planta nos estádios iniciais do seu desenvolvimento; e cultivares com capacidade de acumular molibdênio nas sementes podem ser usados para produção de sementes em solos que possuam quantidades favoráveis desse nutriente para, posteriormente, serem utilizadas em solos ácidos e com deficiência de Mo (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000; FRANCO & MUNNS, 1981). Em soja, as sementes com maior conteúdo de molibdênio apresentaram melhor qualidade fisiológica, suprimindo melhor a demanda metabólica inicial, levando ao maior crescimento inicial das plântulas e, posteriormente, possibilitando maior e mais rápido crescimento do sistema radicular; resultando no aumento da absorção de nutrientes, e, conseqüentemente, na cadeia produtiva da planta (TRIGO *et al.*, 1997).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na Estação Experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, no município de Coimbra-MG (20°50'30" de latitude sul, 42°48'30" de longitude oeste e altitude de 715 metros).

Realizaram-se quatro experimentos com a cultivar Ouro Vermelho, de crescimento indeterminado (planta tipo II), porte semi ereto e ciclo de vida de 80 a 90 dias, pertencente ao grupo comercial vermelho (CARNEIRO *et al.*, 2005); e quatro experimentos com a cultivar Ouro Branco, de crescimento determinado (planta tipo I), ciclo de vida de 90 dias, pertencente ao grupo comercial branco (CHAGAS *et al.*, 1994).

O solo foi preparado utilizando-se uma aração e duas gradagens. A adubação de plantio foi de 350 kg ha⁻¹ do formulado 8-28-16 no sulco de plantio; quantidade baseada na interpretação da análise química do solo (Anexo - Tabelas 4 e 5) e na Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação (ALVAREZ V. *et al.*, 1999).

Os experimentos foram delineados em blocos ao acaso, com quatro repetições. Foram semeadas 15 sementes por metro. A parcela experimental constou de cinco fileiras de 5 m de comprimento, espaçadas de 0,5 m nas entrelinhas. A área útil foi composta das três fileiras centrais sem 0,5 m de cada extremidade.

Em todos os experimentos não houve aplicação de nitrogênio em cobertura. Os tratos culturais em relação ao controle de patógenos e plantas daninhas foram realizados de acordo com a necessidade da cultura na região, não utilizando produtos que continham molibdênio em sua formulação. Quando necessário foi realizada irrigação por aspersão.

Com a cultivar Ouro Vermelho, o primeiro experimento foi conduzido no período primavera-verão (época das águas) com semeadura em outubro de 2005; o segundo no período de verão-outono (época da seca) com a semeadura em março 2006; o terceiro no período de inverno, com semeadura em agosto de 2006; e o quarto experimento no período de verão-outono (época da seca), com semeadura em março 2007.

Com a cultivar Ouro Branco, o primeiro experimento foi conduzido no período de inverno com semeadura em agosto de 2006; o segundo no período de verão-outono (época da seca), com semeadura em março 2007; o terceiro no período de inverno, com semeadura em agosto de 2007; e o quarto experimento no período de verão-outono (época da seca) com semeadura em março 2008.

No primeiro experimento, de cada cultivar, aplicaram-se sete doses de molibdênio, utilizando se como fonte o molibdato de sódio ($\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) (39 % de Mo) (Tabela 1) pulverizado sobre as folhas, obtendo-se sementes enriquecidas (SE). Os três experimentos seguintes (1ª geração, 2ª geração e 3ª geração) foram instalados com sementes colhidas no experimento que os antecederam, respectivamente.

Tabela 1. Tratamentos realizados no enriquecimento das sementes (SE).

Dose de Molibdênio	Época de aplicação
Sem Mo	-----
75 g ha ⁻¹	15 DAE
150 g ha ⁻¹	15 DAE
300 g ha ⁻¹	15 DAE
600 g ha ⁻¹	15 DAE
1200 (600 +600) g ha ⁻¹	15 e 20 DAE
2400 (600 +600+600+600) g ha ⁻¹	15, 20, 25, 30 DAE

As plantas, colhidas manualmente, ficaram dependuradas em galpão coberto, com ventilação natural. Quando as sementes estavam com o teor de água próximo de 13 % realizou-se a debulha manual. Após a limpeza das sementes, por meio de peneiras, determinaram-se:

3.1. Efeito de doses de Mo sobre os componentes de produção e a produtividade:

- a) **Número de plantas ha⁻¹:** na época da colheita foi realizada a contagem das plantas da área útil de cada parcela;
- b) **Número de vagens planta⁻¹:** foi realizada a contagem de todas as vagens da área útil de cada parcela e dividido pelo número de plantas da área útil da parcela;
- c) **Massa de 100 grãos:** foi obtido dividindo-se a massa de grãos da área útil da parcela pelo número de sementes correspondente, multiplicado por 100;
- d) **Produtividade (kg ha⁻¹):** os dados de produtividade foram obtidos pela conversão da massa de grãos da área útil da parcela para kg ha⁻¹.

3.2. Efeito de doses de Mo sobre o teor de nitrogênio e molibdênio na folha e na semente:

- a) **Teor de Mo na semente e na folha:** foi realizada de acordo com a metodologia com iodeto de potássio (PESSOA, 1998).
- b) **Conteúdo de Mo na semente:** foi determinado com base no teor de Mo das sementes e na massa dessas, determinada logo após a secagem da mesma em estufa com circulação forçada de ar, 70 °C, por 72 horas, período considerado suficiente para que o material atinja peso seco constante.
- c) **N na forma orgânica:** Para a análise do teor de N na forma orgânica e Mo foi coletada, aos 36 DAE, a primeira folha trifoliolada adulta completamente desenvolvida, a partir do ápice da planta, de dez plantas da área útil. As folhas foram lavadas em água destilada, secas em estufa de ventilação forçada a 70 °C e trituradas em moinho tipo Wiley equipado com peneira de 20 mesh. Usaram-se amostras de 0,1 g de

matéria seca, que foram submetidas à digestão sulfúrica. No extrato, dosou-se o N na forma orgânica, utilizando-se o reagente Nessler (JACKSON, 1965) com leitura em espectrofotômetro a 480nm.

3.3. Efeito de doses de molibdênio sobre a qualidade fisiológica das sementes de feijão:

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Sementes do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, sendo utilizadas sementes de feijão dos cultivares Ouro Vermelho e Ouro Branco produzidas no experimento de campo.

Uma amostra de cada parcela foi utilizada para determinações das seguintes características, no Laboratório de Sementes do Departamento de Fitotecnia/ UFV:

a) **Germinação (TPG):** O teste foi realizado com 50 sementes por repetição, distribuídas em rolos de papel toalha germitest, a 25 °C. O volume de água para embebição foi 2,5 vezes a massa do papel. A contagem de plântulas normais foi efetuada aos cinco e nove dias após a sementeira, de acordo com as recomendações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992). Os resultados foram expressos em porcentagem.

b) **Primeira contagem de germinação (PC):** Foram utilizados os dados de plântulas normais obtidas no TPG aos cinco dias após a sementeira.

c) **Envelhecimento acelerado (TEA):** Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento. As sementes foram colocadas sobre uma tela em caixas plásticas do tipo gerbox contendo 40 ml de água (MARCOS FILHO, 1994). As caixas tampadas foram mantidas no interior de câmaras tipo BOD, a 42 °C, onde permaneceram por 48 horas. Após esse período, as sementes foram avaliadas pelo teste

de germinação como descrito no item “a” computando-se o número de plântulas normais, aos cinco e nove dias após a semeadura.

Os dados foram submetidos à análise de variância. Quando significativo, o efeito de dose foi ajustado pelas equações de regressão, utilizando-se o programa estatístico SAEG (SAEG, 2007). Os modelos foram escolhidos baseados no coeficiente de determinação (R^2), na significância dos coeficientes da regressão, e no fenômeno biológico em estudo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Cultivar Ouro Vermelho

No experimento de enriquecimento das sementes (SE), o teor de Mo na semente aumentou significativamente com a aplicação do micronutriente, atingindo o valor máximo de 10,21 mg kg⁻¹ com o uso de 1817 g ha⁻¹ de Mo. As sementes colhidas desse ensaio foram plantadas novamente e verificou-se que a resposta ao teor de Mo contido na semente foi crescente e de forma linear (1ª geração de plantio). Nos dois outros plantios (2ª e 3ª geração) não se observou efeito de dose de Mo (Figura 1A). Apesar da quantidade acumulada de Mo na semente na fase de enriquecimento ter sido elevada em relação aos níveis de suficiência relatados por BRODRICK *et al.* (1995) (0,3 a 5,2 mg kg⁻¹), na 1ª geração houve decréscimo considerável do teor de Mo na semente em relação à semente enriquecida. Esses resultados comprovam que apenas a 1ª geração teve teor de Mo na semente suficiente para atender a demanda da planta.

Sementes de feijão Ouro Negro, com teores de molibdênio abaixo de 0,55 mg kg⁻¹ apresentaram deficiência do micronutriente, interferindo no metabolismo do nitrogênio (PESSOA *et al.*, 2000). JACOB NETO & FRANCO (1986) verificaram que a concentração de Mo de 3,51 µg semente⁻¹ foi suficiente para plantas de feijão se desenvolver sem adubação complementar com esse micronutriente. VIEIRA *et al.* (2005) citaram aumento de 13 vezes no conteúdo de Mo na semente quando compararam a dose de 0 com a de 1440 g ha⁻¹ de Mo pulverizados na folhagem. A elevação do conteúdo de Mo na matéria seca das sementes, devido ao aumento das doses desse nutriente aplicado em pulverização foliar, evidenciou sua grande

capacidade de translocação e armazenamento no dreno principal (JACOB NETO & ROSETTO, 1998).

Neste estudo, verificou-se que sementes enriquecidas e sementes de 1ª geração apresentaram o conteúdo de Mo na semente (Figura 1B) crescente. Entretanto, na 2ª e 3ª gerações, esses conteúdos (0,02 e 0,70 $\mu\text{g semente}^{-1}$) não foram suficientes para atender a demanda das plantas (Figura 1B).

Para aumentar a concentração de Mo nas sementes é necessário que as plantas cresçam em solos com alta disponibilidade do elemento. Nas condições brasileiras predominam solos ricos em óxidos de ferro e de alumínio, ácidos e com pouca disponibilidade de Mo, condições que propiciam a produção de sementes quase sempre com baixo teor de Mo. Esses resultados corroboram com vários estudos realizados na Zona da Mata de Minas Gerais que apresentaram respostas positivas à aplicação de Mo no feijoeiro, indicando que os solos dessa região são pobres neste micronutriente (VIEIRA *et al.*, 1992; AMANE *et al.*, 1994; BERGER *et al.*, 1996;; PESSOA *et al.*, 2000; FERREIRA *et al.*, 2003; PIRES *et al.* 2004 e LEITE *et al.*, 2007).

Outro fator relacionado à pulverização foliar para aumento do conteúdo de Mo na semente é a época de aplicação desse elemento. BERGER *et al.*(1996) recomendaram a pulverização foliar entre 15 e 25 dias após emergência. PIRES *et al.* (2004) verificaram que a adubação com Mo deve ser feita aos 15 e 20 dias após a emergência para o cultivo de verão-outono e 15 e 30 dias após a emergência no cultivo inverno-primavera. Contudo FERRO *et al.* (2009) encontraram que as melhores épocas de aplicação foliar de Mo em feijão foram nas fases de desenvolvimento R7 (desenvolvimento das vagens) e R8 (desenvolvimento das sementes na vagem) e o parcelamento do Mo não aumentou o conteúdo de Mo na semente.

O teor de Mo nas folhas aumentou com a adubação molíbdica, ajustando-se um modelo raiz quadrada (1ª geração), modelo quadrático (2ª geração) e modelo RLP (Linear Response Plateau) (3ª geração), com teores máximos de Mo nas folhas (1,26; 0,48 e 0,27 mg kg⁻¹) obtidos com as doses de 1711, 1060 e 440 g ha⁻¹, respectivamente (Figura 1C). A eficiência da adubação molíbdica, pulverizado na folhagem, em relação ao teor de Mo na folha também foi relatado por outros autores (DALLPAI, 1996; PESSOA *et al.*, 2000).

Segundo OLIVEIRA & THUNG (1988), a faixa de suficiência do teor de Mo na folha de feijoeiro é de 0,40 a 1,40 mg kg⁻¹. Entretanto, PESSOA *et al.*, (2000), que trabalhou com sementes de feijão Ouro Negro provenientes da Zona da Mata mineira, relataram que a planta com teores de Mo abaixo de 0,55 mg kg⁻¹ apresentaram deficiência desse micronutriente, conseqüentemente interferindo no metabolismo do nitrogênio.

FERREIRA *et al.* (2003) verificaram a correlação positiva entre teor de Mo na semente e folhas e o seu conteúdo na semente, evidenciando a importância de se avaliarem essas características e sua interrelação influenciando a produtividade do feijoeiro.

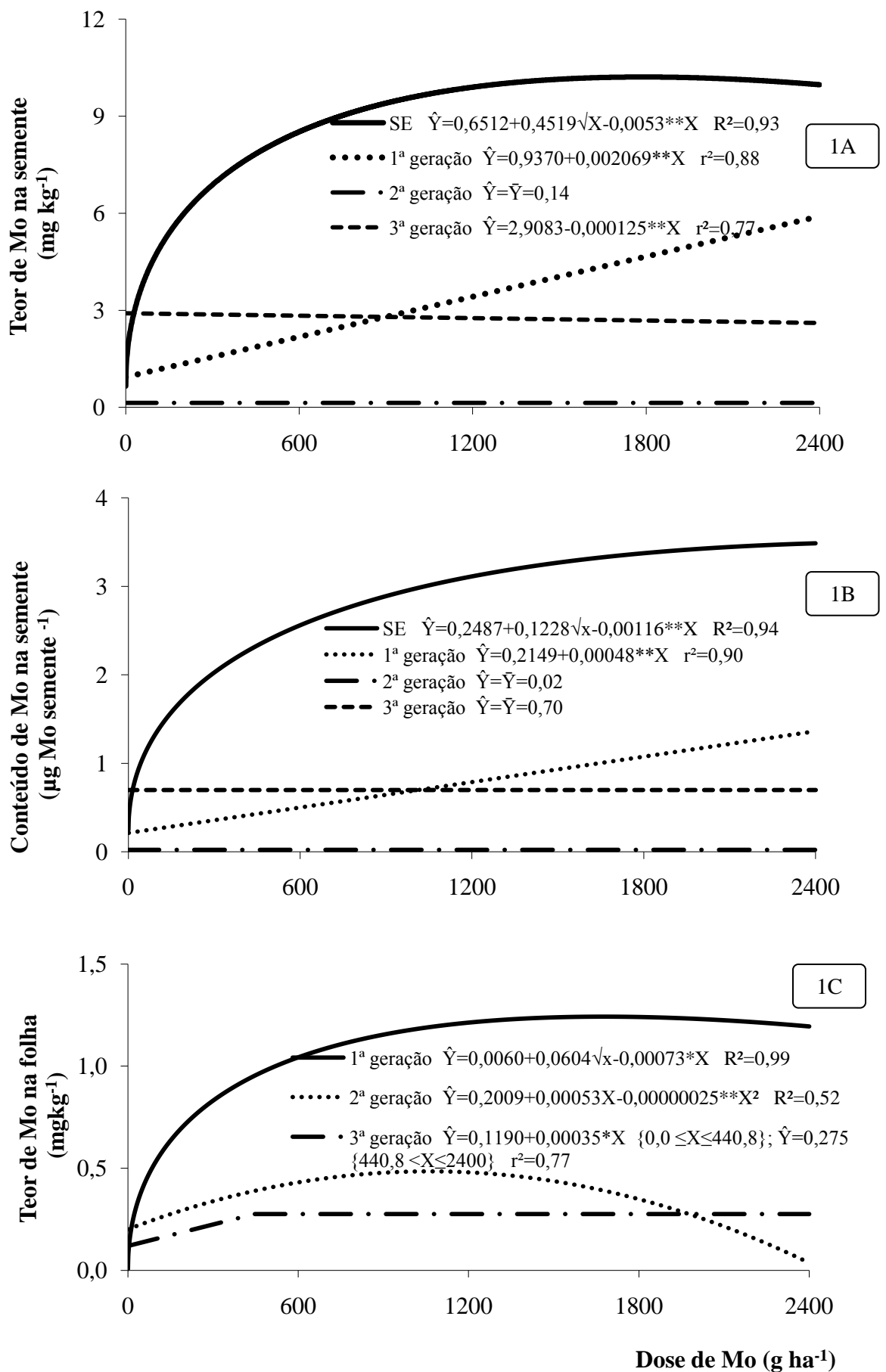


Figura 1. Teor de molibdênio na semente, conteúdo de molibdênio e teor de molibdênio na folha do feijão Ouro Vermelho em função de doses de molibdênio.

A massa de 100 sementes máxima (28,78 g) foi obtida com a dose estimada de 1576 g ha⁻¹ de Mo, na semente enriquecida (Figura 2A). Contudo, na 1^a e 2^a gerações a massa foi de 22,8 g e 19,5 g, respectivamente.

Na 2^a geração de plantio houve diminuição da massa de 100 sementes (Figura 2A) provavelmente devido à falta de Mo que influencia o enchimento de grãos, mesmo havendo aumento na produtividade de grãos nessa geração, pois este aumento (871 a 1166 g ha⁻¹) (Figura 2B) foi menor do que a produtividade média de 1867 g ha⁻¹ da 1^a geração.

A disponibilidade de Mo também está relacionada à matéria orgânica do solo. O Mo ligado a ela é liberado no solo após a mineralização da matéria orgânica, ficando disponível para absorção pela planta. Mesmo em solos ácidos, pode haver elevada absorção de Mo pelas plantas, se o conteúdo de matéria orgânica for alto. Acredita-se que a matéria orgânica “proteja” o molibdênio, evitando a formação de compostos insolúveis que reduzem a sua disponibilidade em condições ácidas.

Componentes de produção como plantas ha⁻¹ e vagem planta⁻¹, não tiveram influência das doses de Mo aplicadas, tanto no experimento de semente enriquecida quanto nas três gerações de plantio (Tabela 2) e que em parte justifica o resultado da produtividade média de 1271 kg ha⁻¹ com SE, 1867 kg ha⁻¹ na 1^a geração e com efeito linear positivo na 2^a geração, de qualquer forma, menor que a média da SE.

O efeito não significativo (Tabela 2) do N orgânico na folha e na semente na 2^a geração de plantio, assim como o N foliar da 3^a geração de plantio evidenciaram que o baixo teor de molibdênio na semente afetou o metabolismo do nitrogênio, provavelmente, em consequência da menor atividade das enzimas nitrogenase e redutase do nitrato.

Pode-se considerar que a precipitação e a temperatura (Anexo - Figura 7) foram adequadas para a cultura na 1ª geração durante seu desenvolvimento, o que pode justificar maior produtividade (Figura 2B). Considerou-se que influência do ambiente sobre o desenvolvimento das sementes é traduzida principalmente por variações no tamanho, peso e potencial fisiológico (MARCOS FILHO, 2005).

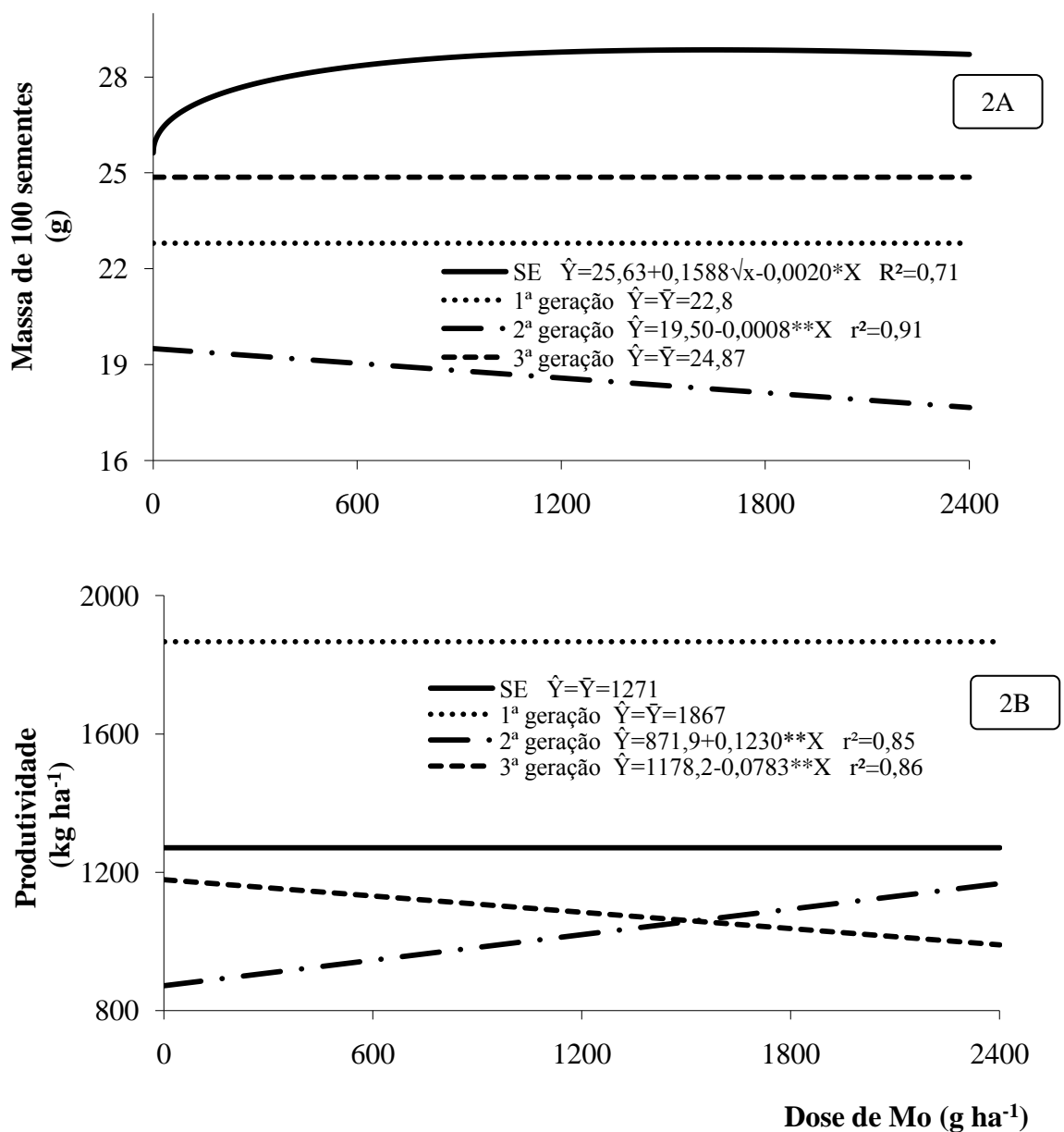


Figura 2. Massa de 100 sementes e produtividade do feijão Ouro Vermelho em função de doses de molibdênio.

Tabela 2. Efeito^{ns} de doses de molibdênio nos componentes de produção, no teor de nitrogênio na forma orgânica na folha e na semente, de SE (sementes enriquecidas) e de sementes de três gerações de plantio do feijão Ouro Vermelho.

Tratamentos (g ha ⁻¹ de Mo)	Número de Plantas ha ⁻¹ (x 1000)	Número de Vagem planta ⁻¹ ¹	N orgânico Foliar (dag kg ⁻¹)	N orgânico Semente (dag kg ⁻¹)
SE (Sementes enriquecidas)				
0	272	4,35	2,80	2,97
75	276	5,23	3,17	3,14
150	267	5,24	3,56	3,38
300	282	4,64	3,27	3,20
600	272	4,80	3,38	3,08
1200	267	4,65	3,96	3,09
2400	274	4,74	3,08	3,10
Média	273	4,81	3,32	3,14
CV (%)	6,1	13,5		6,3
Sementes 1 ^a geração				
0	265	6,95	0,03	0,42
75	184	10,64	0,47	0,35
150	223	9,19	0,60	1,03
300	249	7,97	0,79	2,42
600	291	6,74	1,08	3,18
1200	233	9,4	1,24	3,29
2400	259	7,56	1,18	5,64
Média	243	8,35	0,77	2,33
CV (%)	17,6	23,0	6,42	12,7
Sementes 2 ^a geração				
0	169	4,35	0,29	0,19
75	197	5,23	0,36	0,22
150	179	5,24	0,22	0,33
300	189	4,64	0,21	0,06
600	161	4,80	0,23	0,00
1200	216	4,65	0,68	0,04
2400	211	4,74	0,00	0,13
Média	189	4,81	0,29	0,14
CV (%)	13,9	13,5	11,8	25,8
Sementes 3 ^a geração				
0	218	11,6	0,10	2,93
75	170	14,5	0,15	2,83
150	161	14,2	0,21	2,88
300	219	11,9	0,21	2,87
600	173	14,1	0,27	2,84
1200	183	13,8	0,28	2,86
2400	174	12,8	0,28	2,55
Média	185	13,2	0,21	2,82
CV (%)	10,3	13,2	6,0	6,5

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. Médias das doses comparadas dentro de cada geração de plantio.

No primeiro experimento (SE) o molibdênio promoveu o aumento da germinação pelo teste padrão de germinação (TPG) e a dose estimada que proporcionou maior germinação (97%) foi de 2103 g ha⁻¹ de Mo. Nas três gerações de plantio (1^a, 2^a e 3^a geração), entretanto, não houve efeito significativo das doses de Mo. A germinação média foi de 91,3 %; 86,4 % e 97,6 % em cada geração, respectivamente (Figura 3A).

As doses de Mo influenciaram positivamente a qualidade fisiológica das sementes, como indicou o teste de primeira contagem (PC) no primeiro experimento (SE). Na 1^a e 2^a geração houve incremento na porcentagem de germinação (PC) até a dose de 830 e 866 g ha⁻¹ respectivamente. Após essa dose houve decréscimo da germinação no PC (Figura 3B).

Na 3^a geração, não houve efeito das doses de Mo na qualidade fisiológica das sementes apesar da alta porcentagem de germinação de 98 % no PC e 84,2 % no TEA (Figura 3B e 3C). Esses resultados nos testes de vigor indicam que o conteúdo de Mo (Figura 1B) não influenciou a qualidade fisiológica da semente, mas que, provavelmente, condição como, por exemplo, época de plantio do experimento, influenciou positivamente a qualidade fisiológica da semente.

Efeito positivo do molibdênio sobre a qualidade fisiológica da semente foi relatado em alguns poucos trabalhos com feijão. MEIRELES *et al.* (2003) citaram que o molibdênio aumentou significativamente a qualidade fisiológica das sementes de feijão, quando determinado pelo teste do envelhecimento acelerado. As sementes produzidas com deficiência do micronutriente apresentam menor vigor em relação às produzidas por plantas pulverizadas com Mo.

Vale ressaltar que o molibdênio é cofator da oxidase do aldeído, enzima que catalisa a etapa final da biossíntese dos fitohormônios AIA e ABA, de modo que sementes com elevados conteúdos de Mo podem apresentar, também, níveis elevados

de ABA. Esse hormônio regula vários processos fisiológicos essenciais das plantas, dentre eles a germinação da semente por inibir a atividade da α -amilase (MARCOS FILHO, 2005), como sugerido nos resultados do teste de PC, em que foi avaliado o desenvolvimento inicial da plântula, o que não ocorreu com as sementes submetidas ao TEA (Figuras 3B e 3C).

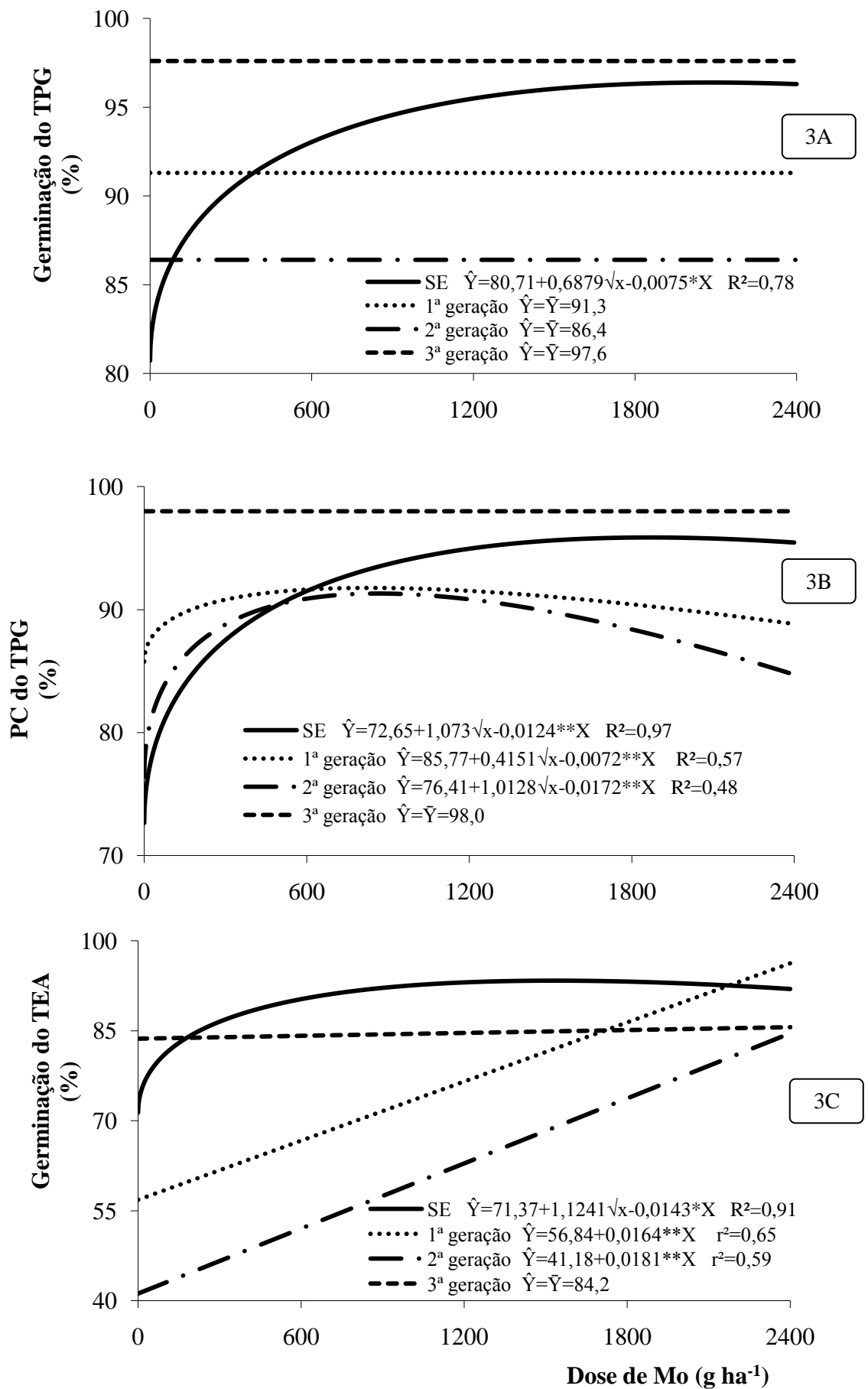


Figura 3. Germinação (TPG), primeira contagem de germinação (PC) e germinação após envelhecimento acelerado (TEA) do feijão Ouro Vermelho em função de doses de molibdênio.

4.2. Cultivar Ouro Branco

O efeito da dose de Mo sobre o teor e o conteúdo de Mo na semente está ilustrado nas Figuras 4A e 4B. Em ambos os casos, o aumento da dose até valores próximos de 350 g ha⁻¹ de Mo elevou linearmente aquelas variáveis, as quais, a partir destas doses, alcançaram um patamar que representou acréscimos no teor de Mo da ordem de 9 mg kg⁻¹ em relação ao não enriquecimento (dose de 0 g ha⁻¹) na SE e 4,5 mg kg⁻¹ nas sementes da 1ª geração (Figura 4A).

Esse comportamento caracteriza segundo ALVAREZ V. (1985), uma resposta do tipo RLP (Linear Response Plateau), a qual tem definidos dois segmentos: a um deles se ajusta uma regressão linear, ao passo que o outro é representado pela média da variável dependente. Esse modelo, também chamado de “linear descontínuo”, apresentou ajuste bem superior ($R^2=0,94$ e $0,95$) ao do modelo linear simples. Adotando-se o modelo LRP, portanto, pode-se inferir que o teor e o conteúdo de Mo aumentaram com o incremento da dose de Mo até próximo de 350 g ha⁻¹ de Mo, estabilizando-se com o emprego de doses maiores.

Contudo, esses resultados não influenciaram a massa de 100 sementes (Figura 5) tanto na SE como nas 1ª e 3ª gerações e nem na produtividade (Tabela 3). Mas, a massa de 100 sementes (Figura 5) da 2ª e 3ª geração foram maiores que da 1ª geração, assim como o teor de Mo na folha (Figura 4C), isto provavelmente devido ao fornecimento de Mo pelo solo.

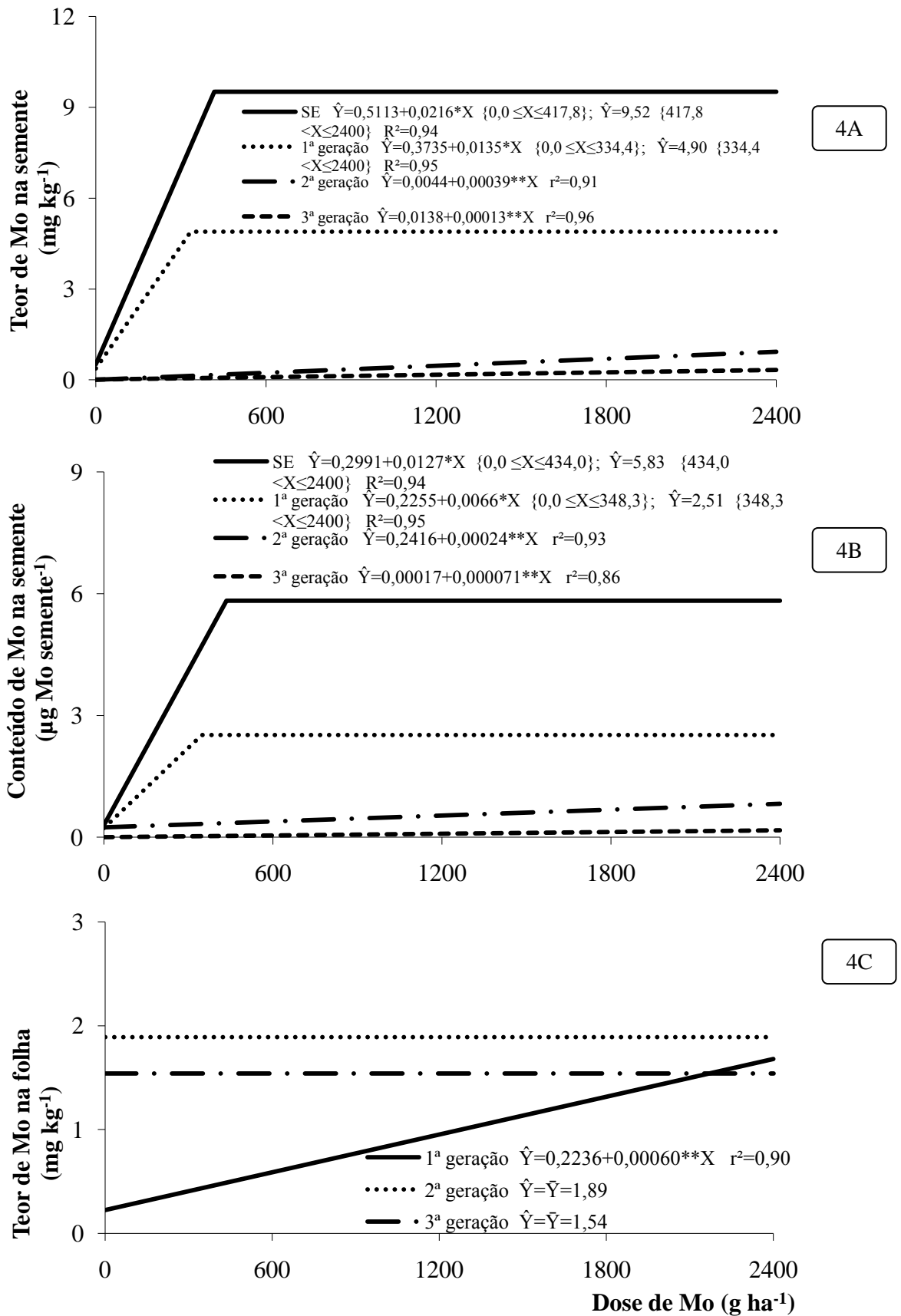


Figura 4. Teor de molibdênio na semente, conteúdo de molibdênio e teor de molibdênio na folha do feijão Ouro Branco em função de doses de molibdênio.

Sementes de feijão Ouro Negro, com teores de molibdênio abaixo de 0,55 mg kg⁻¹ apresentaram deficiência do micronutriente, interferindo no metabolismo do nitrogênio (PESSOA *et al.*, 2000). Outro trabalho indicou que teores suficientes encontrados nas sementes enriquecidas estão na faixa de 0,3 a 5,2 mg kg⁻¹ (BRODRICK *et al.*, 1995).

O aumento do conteúdo de Mo na matéria seca das sementes, devido ao aumento das doses até 350 g ha⁻¹ desse nutriente pulverizado na folhagem, evidenciou sua grande capacidade de translocação e armazenamento no dreno principal (JACOB NETO & ROSETTO, 1998). JACOB NETO & FRANCO (1986) verificaram que a concentração de Mo de 3,51 µg semente⁻¹ foi suficiente para plantas de feijão se desenvolverem sem adubação complementar. VIEIRA *et al.* (2005) citaram aumento de 13 vezes no conteúdo de Mo na semente com aplicação de doses de 0 a 1440 g ha⁻¹ de Mo.

Devido à exportação de Mo pelas sementes, a deficiência natural de alguns solos, a intensificação da produção, 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.

O efeito não significativo do N orgânico na folha do plantio de 1ª geração (0,63 dag kg⁻¹ de N) e na semente na 2ª e 3ª geração de plantio (0,27 e 0,10 dag kg⁻¹ de N, respectivamente) (Tabela 3) evidenciou que a deficiência de molibdênio pode ter afetado o metabolismo do nitrogênio, em consequência, provavelmente, da menor atividade das enzimas nitrogenase e redutase do nitrato. De acordo com HUNGRIA & NEVES (1986), o maior acúmulo de N nas sementes do feijoeiro esta associada a taxas elevadas da atividade da nitrogenase, no período de floração e estabelecimento inicial das vagens e, as taxas elevadas da translocação do nitrogênio das folhas para os grãos. Deve-se destacar que plantas adubadas com Mo apresentam teores máximos de N nas

folhas durante o estágio de florescimento. Com o desenvolvimento das vagens, os teores de N começam a diminuir por causa do intenso crescimento e da sua translocação para as vagens, associados à redução da absorção do N do solo, bem como da fixação biológica por causa da diminuição da atividade nitrogenase.

Segundo PESSOA (1998), esses efeitos são mais acentuados nas plantas deficientes de Mo e, conseqüentemente, essas plantas apresentam menor concentração de N nos grãos, em comparação com aquelas bem nutridas com Mo.

A produtividade média (sem diferença significativa entre as doses de Mo) na geração de sementes enriquecidas foi de 2882 kg ha⁻¹, na 1ª geração de plantio foi de 1605 kg ha⁻¹, na 2ª geração de plantio foi de 2307 kg ha⁻¹ e na 3ª geração de plantio foi de 2747 kg ha⁻¹ (Tabela 3). MEAGHER *et al.* (1952), verificaram que o conteúdo da semente (maior que 0,5 µg Mo semente⁻¹) pode fornecer molibdênio suficiente por no mínimo, uma geração, sem redução da produtividade. Entretanto tal fato não foi observado neste trabalho com a cultivar Ouro Branco.

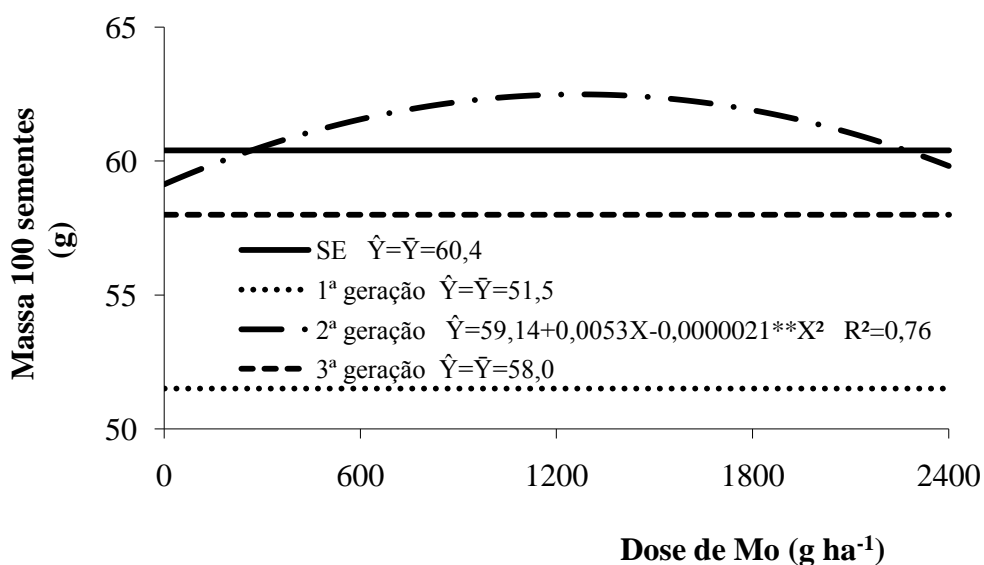


Figure 5. Massa de 100 sementes de feijão Ouro Branco e função de doses de molibdênio

Tabela 3. Efeito^{ns} de doses de molibdênio nos componentes de produção, no teor de nitrogênio na forma orgânica na folha e na semente, de SE (sementes enriquecidas) e de sementes de três gerações de plantio, do feijão Ouro Branco.

Tratamentos (g ha ⁻¹ de Mo)	Número de Plantas ha ⁻¹ (x 1000)	Número de Vagem planta ⁻¹	N orgânico Foliar (dag kg ⁻¹)	N orgânico Semente (dag kg ⁻¹)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
SE (Sementes enriquecidas)					
0	212	10,3	2,11	3,2	3195
75	220	10,1	2,62	3,1	2609
150	202	9,9	3,18	3,4	2620
300	209	9,7	3,25	3,1	2843
600	209	9,9	3,75	3,1	3085
1200	208	9,9	3,70	3,2	3008
2400	213	9,5	3,30	3,3	2818
Média	211	9,9	3,13	3,2	2882
CV (%)	5,16	12,9		5,9	20,2
Sementes 1 ^a geração					
0	250	4,5	0,00	0,19	1878
75	241	3,9	0,23	1,9	1566
150	241	4,6	0,33	2,0	1770
300	260	3,0	0,45	4,5	1065
600	235	3,7	0,64	4,6	1365
1200	259	4,5	1,27	5,2	1959
2400	261	4,0	1,50	4,9	1638
Média	250	4,0	0,63	3,32	1605
CV (%)	7,3	24,2	7,8	6,1	28,0
Sementes 2 ^a geração					
0	181	7,4	1,65	0,00	2557
75	175	6,8	1,74	0,16	2089
150	196	6,3	1,68	0,10	2098
300	187	6,6	1,76	0,07	2276
600	176	7,1	2,80	0,91	2470
1200	197	6,3	1,88	0,36	2409
2400	147	7,9	1,69	1,02	2255
Média	180	6,9	1,89	0,27	2307
CV (%)	12,0	15,6	18,0	6,4	20,2
Sementes 3 ^a geração					
0	282	5,6	1,65	0,02	2672
75	264	5,9	1,66	0,06	2879
150	267	5,4	1,70	0,03	2652
300	274	5,0	1,24	0,02	2595
600	269	4,8	1,70	0,09	2795
1200	261	5,8	1,35	0,15	2730
2400	272	5,9	1,45	0,34	2912
Média	270	5,5	1,54	0,10	2747
CV (%)	4,4	13,7	12,0	6,5	9,2

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. Médias das doses comparadas dentro de cada geração de plantio.

A análise dos dados revelou efeitos significativos ($P < 0,05$) das doses de Mo na germinação das sementes enriquecidas e nas sementes da 3ª geração. O aumento da dose de molibdênio (Mo) até a dose estimada de 1191 g ha^{-1} promoveu a melhoria na germinação (96,5 %) quando comparada as sementes sem molibdênio (0 g ha^{-1}) na geração de semente enriquecida (SE) que foi de 91 %. Porém, na 1ª e 2ª geração sucessiva observou-se que as doses de Mo não influenciaram a germinação que foram de 94,4 e 96 % respectivamente. Na 3ª geração observa-se diminuição gradativa da germinação com o aumento das doses de Mo (Figura 6A). Isso indicou que o baixo teor de Mo na semente (Figura 4B) reduziu de maneira drástica a germinação pelo teste TPG.

Houve efeito significativo de doses de Mo no vigor da semente, indicado pelo teste de primeira contagem (PC) e teste de envelhecimento acelerado (TEA). Sementes enriquecidas e sementes de 1ª geração apresentaram efeito quadrático (com máximo na dose de 1257 g ha^{-1}) e efeito linear positivo na 1ª geração (Figuras 6B e 6C). Esses resultados indicaram sementes vigorosas nessas ocasiões com o aumento da dose. Contudo, na 2ª geração as sementes apresentaram alto vigor, mas independente da dose. Na 3ª geração o efeito da dose de Mo no vigor da semente foi inversamente proporcional e os valores percentuais indicaram sementes menos vigorosas em relação às outras gerações, independente da dose (Figura 6B e 6C). Nas sementes enriquecidas, verificou-se pelo teste de envelhecimento acelerado que o vigor máximo ocorreu com a dose de 1341 g ha^{-1} (84 %), sendo as sementes mais vigorosas que na 1ª, 2ª e 3ª gerações (Figura 6C).

Portanto, a máxima qualidade fisiológica da SE de feijão, com base nos resultados de germinação e TEA, ocorreu entre 1191 a 1341 g ha^{-1} de Mo, respectivamente (Figuras 6A e 6C).

Efeito positivo do molibdênio sobre a qualidade fisiológica da semente foi relatado em alguns poucos trabalhos com feijão. MEIRELES *et al.* (2003) citaram que o molibdênio aumenta significativamente a qualidade fisiológica das sementes de feijão, quando determinado pelo teste do envelhecimento acelerado, sendo que as sementes produzidas com deficiência do micronutriente apresentam menor vigor em relação às produzidas por plantas adubadas.

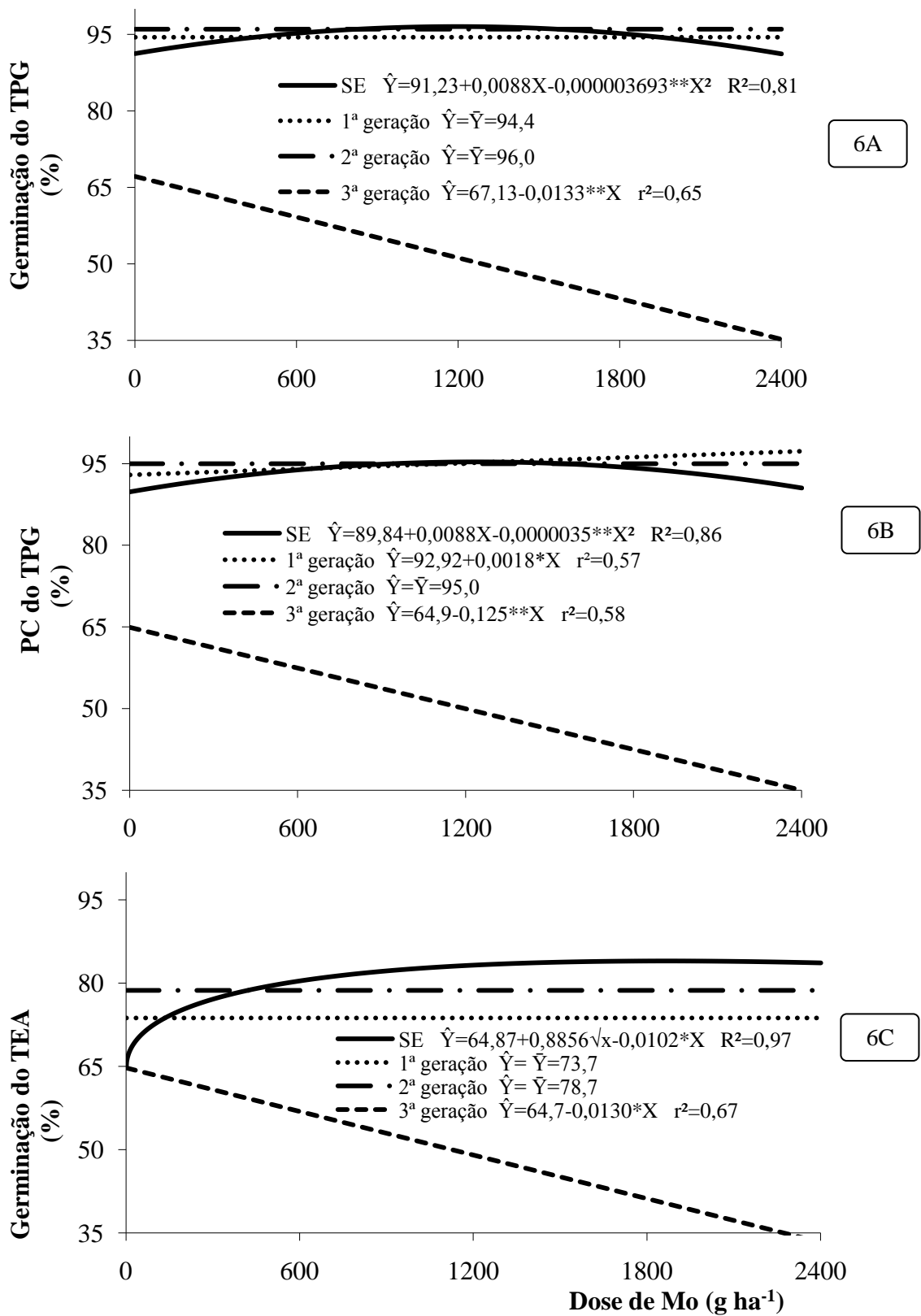


Figura 6. Germinação (TPG), primeira contagem de germinação (PC) e germinação após envelhecimento acelerado (TEA) de feijão Ouro Branco em função de doses de molibdênio.

5. CONCLUSÕES

- Nos experimentos com a cultivar Ouro Vermelho a dose de Mo de 1700 g ha⁻¹ aproximadamente, foi suficiente para aumentar o teor de Mo na folha, na semente e o conteúdo de Mo das sementes enriquecida e das sementes da 1^a geração de plantio, mas não teve efeito sobre a produtividade nessas gerações.
- O aumento da dose de Mo melhorou a qualidade fisiológica, das sementes enriquecidas, das sementes da 1^a e 2^a geração, mas não influenciou a qualidade fisiológica das sementes 3^a geração de plantio.
- Nos experimentos com a cultivar Ouro Branco até a dose 350 g ha⁻¹ de Mo foi suficiente para aumentar o teor e conteúdo de Mo das sementes enriquecidas (SE) e das sementes obtidas na 1^a geração. Contudo não houve efeito sobre a produtividade para nenhuma geração.
- As doses Mo influenciaram positivamente a qualidade fisiológica das sementes enriquecidas, da 1^a geração e da 2^a geração. E diminuiu a qualidade fisiológica das sementes da 3^a geração de plantio.
- Conclui se que sementes enriquecidas com Mo influencia positivamente apenas a 1^a geração de plantio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ V., V. H. **Avaliação da fertilidade do solo: superfícies de resposta - modelos aproximativos para expressar a relação fator-resposta.** Lavras: UFLA, 1985. n. 228, 75 p.

ALVAREZ V., V.H.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; CANTARUTTI, R.B.; LOPES, A.S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V. V.H. (Eds.) **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação.** Viçosa, MG, Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 25-32.

AMANE, M.I.V.; VIEIRA, C.; CARDOSO, A.A.; ARAÚJO, G.A.A. Resposta de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) às adubações nitrogenada e molíbdica. **Revista Ceres**, 41:202-216, 1994.

AMANE, M.I.V.; VIEIRA, C.; NOVAIS R.F.; ARAÚJO, G.A.A. Adubação nitrogenada e molíbdica da cultura do feijão na zona da mata de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.23. p.643-650, 1999.

ASCOLI, A.A.; SORATTO, R.P.; MARUYAMA, W.I. Aplicação foliar de molibdênio, produtividade e qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro irrigado. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.2. p.377-384, 2008.

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

BERGER, P.G; VIEIRA, C.; ARAÚJO, G.A.A.; CASSINI, S.T.A. Peletização de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) com carbonato de cálcio, rizóbio e molibdênio. **Revista Ceres**, v.42, n.243, p.562-574, 1995.

BERGER, P.G.; VIEIRA, C.; ARAÚJO, G.A.A. Efeitos de doses e épocas de aplicação de molibdênio sobre a cultura do feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.7, p.473-480, 1996.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Secretária Nacional de Defesa Agropecuária, 1992. 365p.

BRODRICK, S.J.; AMJEE, F.; KIPE-NOLT, J.A.; GILLER, K.E. Seed analysis as a mean of identifying micronutrient deficiencies of *Phaseolus vulgaris* L. in the tropics. **Tropical Agriculture**, St. Augustine, v.72, n.4, p.277-284, 1995.

BRODRICK, S.J.; SAKALA, M.K.; GILLER, K.E. Molybdenum reserves of seed, and growth and N₂ fixation by *Phaseolus vulgaris* L. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v.13, n.1, p.39-44, 1992.

CARNEIRO, J.E.S; CHAGAS, J.M.; PAULA JÚNIOR, T.J.; SILVA, L.C.; ARAÚJO, G.A.A.; CARNEIRO, P.C.S.; GIÚDICE, M.P. MENEZES JUNIOR, J.A.N. Ouro Vermelho: nova cultivar de feijão vermelho para Minas Gerais. In: VIII CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 2005, Goiânia. **Anais: VIII Congresso Nacional de Pesquisa de Feijão**, 2005. v.1, p. 525-527.

CARVALHO, E.G.; ARF, O.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S. Efeito de nitrogênio, molibdênio e inoculação das sementes em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) na região de Selvíria, MS. II – Qualidade fisiológica e desempenho das sementes no campo. **Científica**, São Paulo, v.26, n.1, p.59-71, 1998.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000, 588p.

CHAGAS, J. M.; ARAÚJO, G. A. A.; VIEIRA, C. Ouro Branco, cultivar de feijão branco para Minas Gerais. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 41, p. 217-221, 1994.

CONAB-Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em <<http://www.conab.gov.br>> Acesso em: 02 fev. 2009.

DALLPAI, D.L. **Determinação espectrofotométrica de molibdênio em solo e tecido vegetal e adsorção de molibdato em alguns solos de Minas Gerais**. Viçosa: UFFV, 1996. 56p. Dissertação Mestrado.

DECHEN, A.R.; NACHTIGALL, G.R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS et al. (Eds.) **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.91-132.

FAGERIA, N.K.; OLIVEIRA, L.P.; DUTRA, L.G. **Diferenças nutricionais na cultura do feijoeiro e suas correções**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1996. 40p. (Doc. 65)

FERREIRA, A.C.B.; ARAÚJO, G.A.A.; CARDOSO, A.A.; FONTES, P.C.R.; VIEIRA, C. Influência do molibdênio contido na semente e da sua aplicação foliar sobre a composição mineral de folhas e sementes de feijoeiro. **Revista Ceres**. Viçosa, v.49, n.284, p. 443-452, 2002.

FERREIRA, A.C.B.; ARAÚJO, G.A.A.; CARDOSO, A.A.; FONTES, P.C.R.; VIEIRA, C. Diagnose do estado nutricional molibídico do feijoeiro em razão do molibdênio contido na semente e da sua aplicação foliar. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v.9, n.4, p. 397-401, 2003.

FERRO, C. G.; VIEIRA, R. F.; SALGADO, L. T.; CARNEIRO, J. E. S.; PAULA JUNIOR, T. J.; TEIXEIRA, H. Adubação com feijão com altas doses de molibdênio visando à colheita de sementes ricas desse micronutriente -- efeitos de épocas de aplicação e parcelamento. In: VI Seminário de Iniciação Científica de Tecnológica, 2009, Belo Horizonte. **Anais: VI Seminário de Iniciação Científica de Tecnológica**, 2009.

FRANCO, A.A.; MUNNS, A.N. Response of *Phaseolus vulgaris* L. to molybdenum under acid conditions. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, Madison, v.45, p.1144-1148, 1981.

GUPTA, U.C.; LIPSETT, J. Molybdenum in soil, plants and animals. **Advances in Agronomy**, 34:73-115, 1981.

HUNGRIA, M.; NEVES, M. C. P. Ontogenia da fixação biológica do nitrogênio em *Phaseolus vulgaris*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.21, p.715-730, 1986.

JACKSON, M.L. Nitrogen determinations for soil and plant tissue. In: JACKSON, M.L., ed. Soil chemical analysis. Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1965. p.183-204.

JACOB NETO, J.; FRANCO A.A. Adubação de molibdênio em feijoeiro. **Comunicado Técnico**. EMBRAPA, 1986. p.1-2.

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.

KUBOTA, F.Y.; ANDRADE NETO, A.C. de; ARAÚJO, A.P.; TEIXEIRA, M.G. Crescimento e acumulação de nitrogênio de plantas de feijoeiro originadas de sementes com alto teor de molibdênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32. p.1635-164, 2008.

LEITE, U.T.; ARAÚJO, G.A.A.; MIRANDA, G.V.; VIEIRA, R.F.; CARNEIRO, J.E.S.; PIRES, A.A. Rendimento de grãos e componentes de rendimento do feijoeiro em função da aplicação foliar de doses crescentes de molibdênio. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.29, n.1 p.113-120, 2007.

LEITE, U.T.; ARAÚJO, G.A.A.; MIRANDA, G.V.; VIEIRA, R.F.; PIRES, A.A. Influência do conteúdo de molibdênio na qualidade fisiológica da semente de feijão: cultivares Novo Jalo e Meia Noite. **Revista Ceres**, Viçosa, v.56(2), p.225-231, 2009.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251p.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495 p.

MARCOS FILHO, J. Utilização de testes de vigor em programas de controle de qualidade de sementes. **Informativo ABRATES**, v.4, p.33-35, 1994.

MARTENS, D. C.; WESTERMANN, D. T. Fertilizers applications for correcting micronutrient deficiencies. In: MORTVEDT, J. J.; COX, F. R.; SHUMAN, L. M.; WELCH, R. M. (Eds.). **Fertilizers applications for correcting micronutrient deficiencies: micronutrients in agriculture**. 2^aed. Madson: Soil Science of America, 1991. p.549-592.

MEAGHER, W.R.; JOHNSON, C.M.; STOUT, P.R. Molybdenum requirement of leguminous plants supplied with fixed nitrogen. **Plant Physiology**. Bethesda, v.27, p.223-230, 1952.

MEIRELES R.C., REIS L.S. dos, ARAÚJO E.F., SOARES A. da S.; PIRES A.A., ARAÚJO G.A.A. Efeito da época e do parcelamento de aplicação de molibdênio, via foliar, na qualidade fisiológica das sementes de feijão. **Revista Ceres**, v. 50, n. 292, p.699-707, 2003.

NASCIMENTO, M.S.; ARF, O.; SILVA, M.G. Resposta do feijoeiro a aplicação de nitrogênio em cobertura e molibdênio via foliar. **Acta Scientiarum Agronomy**, Marinagá, v. 26, n. 2, p.153-159, 2004.

OLIVEIRA, I.P.; THUNG, M.D.T. Nutrição mineral. In: ZIMMERMANN, M.J.O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Eds.) **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFOS, 1988. p.175-212.

PESSOA, A.C.S. **Atividades de nitrogenase e nitrato redutase e produtividade do feijoeiro em resposta à adubação com molibdênio e fósforo**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1998. 151p. (Tese de Doutorado).

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

PIRES, A.A.; ARAÚJO, G.A.A.; MIRANDA, G.V.; BERGER, P.G.; FERREIRA, A.C.B.; ZAMPIROLI, P.D.; LEITE, U.T. Rendimento de grãos, componentes do rendimento e índice SPAD do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em função de época de aplicação e do parcelamento da aplicação foliar de molibdênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.28, n. 5, p. 1092-1098, 2004.

SAEG, **Sistema para Análises Estatísticas**, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007.

SILVA, T.R.B.; LEMOS, L.B.; TAVARES, C.A. Produtividade e característica tecnológica de grãos de feijoeiro adubado com nitrogênio e molibdênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.5, p.739-745, 2006.

SORATTO, R.P.; SILVA, T.R.B.; CHIDI, S.N.; ARF, O.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S. Feijoeiro irrigado e aplicação de nitrogênio em cobertura e molibdênio via foliar. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v.9, n.1, p.115-32, 2000.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

TRIGO, L.F.N, PESKE, S.T.; GASTAL, M.F.; VAHL, L.C.; TRIGO, M.F.O. Efeito do conteúdo de fósforo na semente de soja sobre o rendimento da planta resultante. **Revista Brasileira de Sementes**, v.19, n.1, p.111-115, 1997.

VIDOR, C.; PERES, J. R. R. Nutrição de plantas com molibdênio e cobalto. In: SIMPÓSIO SOBRE ENXOFRE E MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA. **Anais**: Londrina: EMBRAPA-CNPQ/IAPAR/SBCS, p.179-203, 1988.

VIEIRA, C.; NOGUEIRA, A.O.; ARAÚJO, G.A.A. Adubação nitrogenada e molíbdica na cultura do feijão. **Revista Agricultura**, 67:117-124, 1992.

VIEIRA, R. F., SALGADO, L. T.; FERREIRA, A.C.B. Performance of common bean using seeds harvested from plants fertilized with high rates of molybdenum. **Journal of Plant Nutrition**, v.28, n.2, p.363-377. 2005.

VIEIRA, R.F.; CARDOSO, E.J.B.N.; VIEIRA, C.; CASSINI, S.T.A. Foliar application of molybdenum in common beans. I.nitrogenases and reductase activities in a soil of high fertility. **Journal of Plant Nutrition**, Japan, 21:169-180.1998.

VIEIRA, S.M.; RONZELLI JÚNIOR, P.; DAROS, E.; KOEHLER, H.S.; PREVEDELLO B.M.S. Nitrogênio, molibdênio e inoculante para a cultura do feijoeiro. **Scientia Agraria**, UFPR, v.1, n.1-2, p.63-66, 2000.

ANEXO

Tabela 4. Resultado da análise química do solo na camada de 0-20 cm de profundidade, de onde foi cultivado o feijão Ouro Vermelho.

Características	2005	2006	2007
Matéria orgânica (dag kg ⁻¹)	1,4	1,3	1,2
pH em água (1:25)	5,9	4,8	4,9
P (mg dm ⁻³)	5,5	9,2	0,9
K (mg dm ⁻³)	59	52	22
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0	0,2	1,0
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	2,32	1,0	0,2
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,74	0,3	0,2
H+Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	4,4	3,47	6,93
SB (cmol _c dm ⁻³)	3,21	1,43	0,46
CTC efetiva (cmol _c dm ⁻³)	3,21	1,63	1,46
CTC total (cmol _c dm ⁻³)	7,6	4,9	7,4
V(%)	42,2	29	6
m (%)	-	12	68
Classificação	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico		

Tabela 5. Resultado da análise química do solo na camada de 0-20 cm de profundidade, de onde foi cultivado o feijão Ouro Branco.

Características	2006	2007	2008
Matéria orgânica (dag kg ⁻¹)	1,34	1,2	2,2
pH em água (1:25)	4,8	4,9	5,1
P (mg dm ⁻³)	9,2	0,9	1,8
K (mg dm ⁻³)	52	22	51
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,2	1,0	0,3
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,0	0,2	1,2
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,3	0,2	0,5
H+Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	3,47	6,93	3,63
SB (cmol _c dm ⁻³)	1,43	0,46	1,83
CTC efetiva (cmol _c dm ⁻³)	1,63	1,46	2,13
CTC total (cmol _c dm ⁻³)	4,9	7,39	5,46
V(%)	29	6	33
m (%)	12	68	14
Classificação	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico		

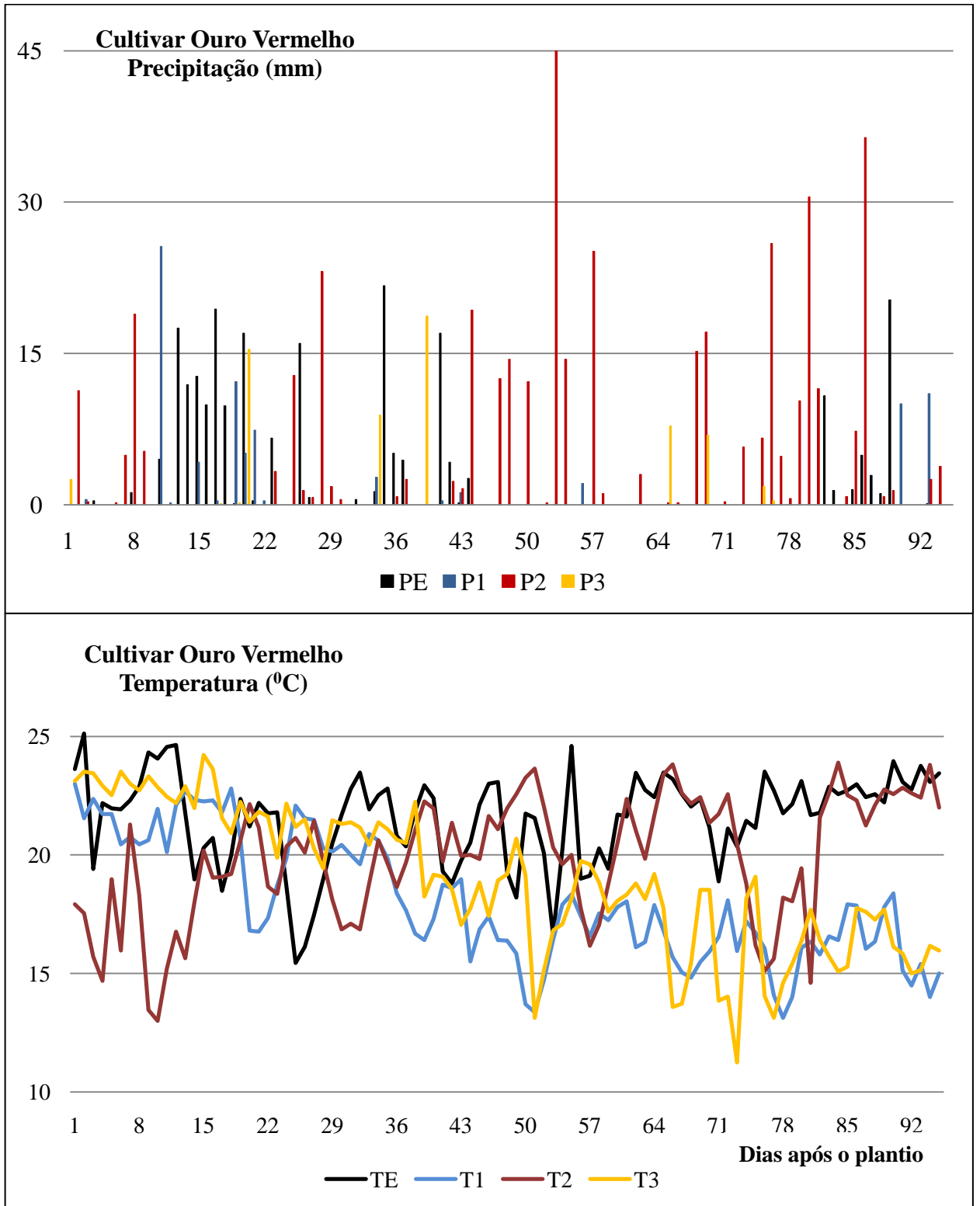


Figura 7. Dados de precipitação e temperatura média, registrados em Coimbra-MG, nas épocas de plantio da cultivar Ouro Vermelho (PE: precipitação, no experimento de enriquecimento; P1: precipitação na 1ª geração; P2: precipitação na 2ª geração; P3: precipitação na 3ª geração; TE: temperatura no experimento de enriquecimento; T1: temperatura na 1ª geração; T2: temperatura na 2ª geração; T3: temperatura na 3ª geração).

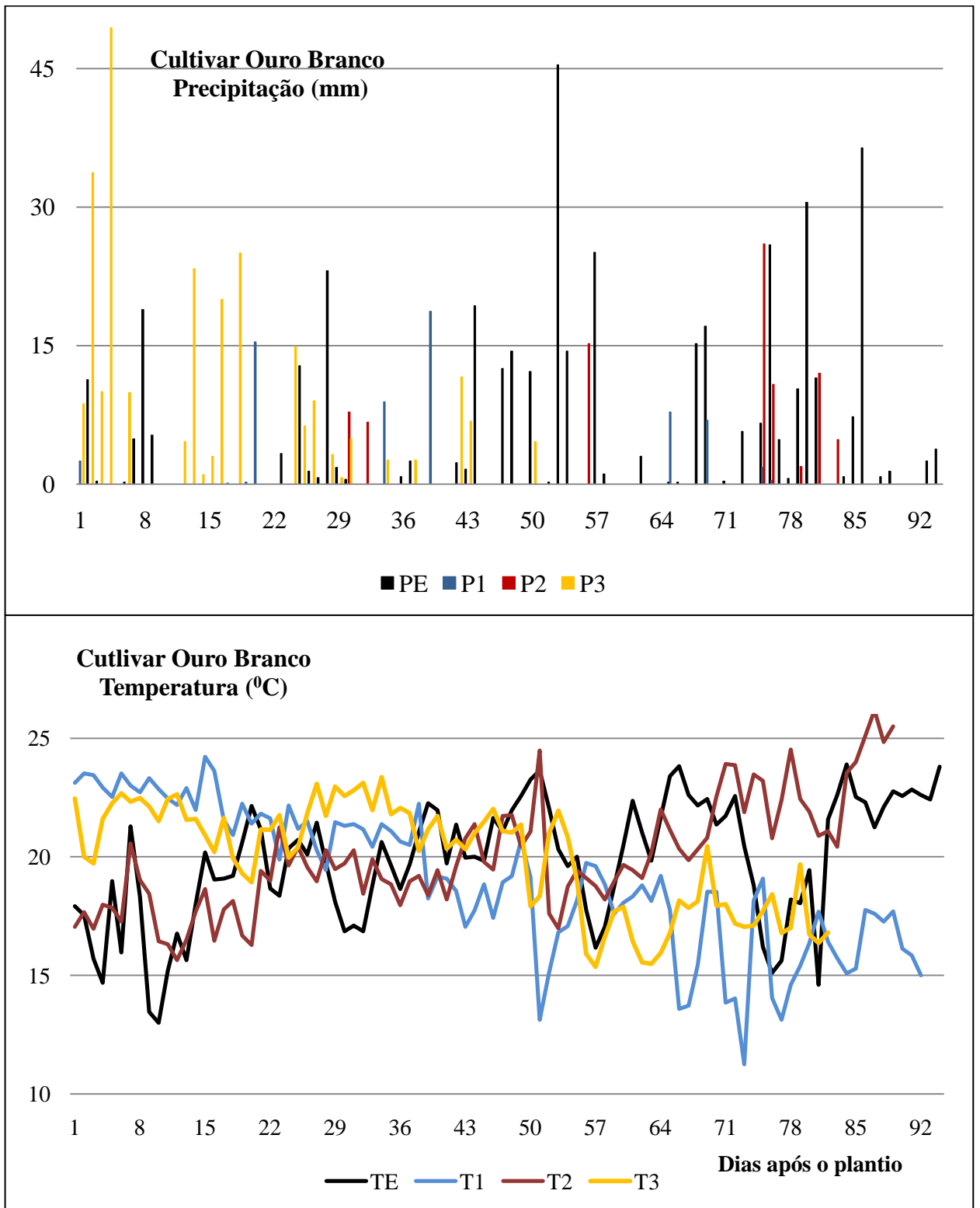


Figura 8. Dados de precipitação e temperatura média, registrados em Coimbra-MG, nas épocas de plantio da cultivar Ouro Branco (PE: precipitação. no experimento de enriquecimento; P1: precipitação na 1ª geração; P2: precipitação na 2ª geração; P3: precipitação na 3ª geração; TE: temperatura no experimento de enriquecimento; T1: temperatura na 1ª geração; T2: temperatura na 2ª geração; T3: temperatura na 3ª geração).