



UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

**ADUBAÇÃO NITROGENADA NA  
PRODUÇÃO DA ALFAFA (*Medicago sativa* L.),  
E NA FIXAÇÃO SIMBIÓTICA EM SOLOS DE  
DIFERENTES ORIGENS**

**IRAN PARREIRA JÚNIOR**

**2000**

**IRAN PARREIRA JÚNIOR**

**ADUBAÇÃO NITROGENADA NA PRODUÇÃO DA ALFAFA (*Medicago sativa* L.) E NA FIXAÇÃO SIMBIÓTICA EM SOLOS DE DIFERENTES ORIGENS**

Dissertação apresentada na Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Zootecnia, área de concentração em Forragicultura e Pastagens, para a obtenção do título de “Mestre”.

**Orientador**

Prof. Antônio Ricardo Evangelista

**LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2000**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA**

**Parreira Júnior, Iran**

Adubação nitrogenada na produção da alfafa (*Medicago sativa* L.) e na fixação simbiótica em solos de diferentes origens /Iran Parreira Júnior.– Lavras : UFLA, 2000.

50 p. : il.

**Orientador: Antônio Ricardo Evangelista.**

**Dissertação (Mestrado) – UFLA.**

**Bibliografia.**

1. Alfafa. 2. Adubação nitrogenada. 3. Origem do solo. 4. Inoculação. 5. Fixação simbiótica. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-631.31894

**IRAN PARREIRA JÚNIOR**

**ADUBAÇÃO NITROGENADA NA PRODUÇÃO DA ALFAFA (*Medicago sativa L.*) E NA FIXAÇÃO SIMBIÓTICA EM SOLOS DE DIFERENTES ORIGENS**

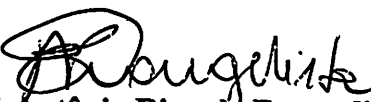
Dissertação apresentada na Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Zootecnia, área de concentração em Forragicultura e Pastagens, para a obtenção do título de “Mestre”.

Aprovada em 17 de Fevereiro de 2000

Prof. Gudesteu Porto Rocha – UFLA

Prof. Tarcísio de Moraes Gonçalves - UFLA

Prof. Edmundo Benedetti - UFU

  
**Prof. Antônio Ricardo Evangelista**  
**(Orientador)**

**LAVRAS**  
**MINAS GERAIS-BRASIL**

Ao meu pai Iran Parreira e a minha mãe Aparecida  
Sabina Vides por serem quem são e por todo carinho,  
apoio e paciência no decorrer de todos os trabalhos  
realizados, aos meus irmãos Alberto, Kátia, Fábio  
e Anderson e a todos os familiares e amigos,  
**DEDICO**

*O que atenta para o ensino, acha o bem,  
E o que confia no Senhor, esse é feliz.  
O sábio de coração é chamado prudente,  
e a doçura no falar aumenta o saber.  
O entendimento, para aqueles que possuem,  
É fonte de vida;.*  
**Pv 16:20-22**

### ***À majestade do SENHOR***

Não sabes, não ouviste que o eterno Deus, o Senhor, o Criador dos  
fins da terra nem se cansa, nem se fatiga? Não se pode esquadriar  
o seu entendimento. Faz forte ao cansado e multiplica as forças ao que  
não tem nenhum vigor. Os jovens se cansam e se fatigam, e os moços  
de exaustos caem, mas os que esperam no Senhor renovam as suas forças,  
sobem com asas como águias, correm e não se cansam, caminham e  
não se fatigam.  
**Is 40:28-31**

A todos os que se dedicam ao  
aperfeiçoamento da Ciência sem,  
contudo, esquecerem do ser humano.  
**OFEREÇO**

## AGRADECIMENTOS

A Antônio Ricardo Evangelista pela imensurável ajuda, compreensão, amizade e incentivo e orientação ao longo de todos estes anos.

Ao Professor Valdemar Faquim, pelo incentivo, amizade, apoio e colaboração.

Também ao Professor Edmundo Benedetti, pelo incentivo, amizade, apoio e colaboração.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização deste curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudo.

À Fundação de Amparo a Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) pela bolsa de finalização de Mestrado.

Aos secretários Carlos Henrique, Mariana Cornélio e Pedro Adão Pereira pelo apoio prestado.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal do DZO da UFLA, Márcio dos Santos Nogueira, Suelba, Eliana e José Geraldo Virgílio pela colaboração nas análises bromatológicas.

Aos colegas do curso de Pós-Graduação, Eustáquio Bittar, Edson Fazzani, Sandra Rodrigues e em especial a Sidnei Tavares Reis.

À aluna de Pós-Graduação Larissa Lagoa Ribeiro, meus especiais agradecimentos, pelo apoio e amizade ao longo deste trabalho.

À Sandra Mara Gussoni, também vai meus agradecimentos especiais.

**Aos alunos de Graduação Mariele Santana Camargo, Beatriz Conceição Madeira, Eduardo Matos, Fábio Penna Firme, Romero Francisco Vieira Carneiro e Giuliana Vasconcelos.**

**A todos que direta ou indiretamente colaboraram na execução deste trabalho.**

## BIOGRAFIA

Iran Parreira Júnior, filho de Iran Parreira e Aparecida Sabina Vides, nasceu em São Paulo - SP, em 10 de janeiro de 1968.

Em 1987, concluiu o segundo grau em Araguari - MG, ingressando em 1988, à então recém criada Faculdade de Agronomia na Universidade Federal de Uberlândia, onde atuou como representante acadêmico junto ao Departamento de Agronomia, buscando sempre o desenvolvimento do mesmo.

Em 1990, paralisando as atividades acadêmicas, participou como pioneiro em um intercâmbio com os EUA, onde realizou um estágio remunerado, trabalhando de perto com culturas como milho, soja, alfafa, citrus, entre outras, durante onze meses nos estados de Iowa, Minnesota e Flórida.

De junho/93 a maio/94 atuou como Bolsista de Iniciação Científica na área de Pastagens e Forragicultura, na Universidade Federal de Uberlândia.

Em Dezembro/96 iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal de Lavras, na área de concentração Forragicultura e Pastagens.

De Junho/98 a Junho/99 atuou pela Monsanto do Brasil na região do Cerrado, Triângulo Mineiro, nos trabalhos Manejo Monsanto Café.

Atualmente trabalha na Case do Brasil como Engenheiro de Aplicação de produto, Departamento de Desenvolvimento, com pulverizadores autopropelidos.



## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	ii
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	3
2.1 Fertilidade do solo .....	3
2.2 Associações simbióticas com a microbiota do solo .....	7
2.2.1 Associações simbióticas .....	7
2.2.2 A fixação biológica do nitrogênio .....	8
2.3 Inoculação e nodulação .....	9
2.4 Valor nutritivo .....	11
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	13
3.1 Local e fatores climáticos .....	13
3.2 Tratamento e delineamento experimental .....	13
3.3 Instalações .....	14
3.4 Duração do ensaio .....	15
3.5. Parâmetros avaliados e análises .....	15
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	16
4.1 Rendimento de matéria seca .....	16
4.2 Rendimento de proteína bruta .....	19

4.3 Teores de fibra em detergente neutro .....	23
4.4 Teores de fibra em detergente ácido .....	25
4.5 Teor de cálcio.....	28
4.6 Teor de fósforo .....	30
<b>5 CONCLUSÕES .....</b>	<b>33</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>34</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>42</b>

## RESUMO

PARREIRA JÚNIOR, Iran. Adubação nitrogenada na produção da alfafa (*Medicago sativa* L) e na fixação simbiótica em solos de diferentes origens. Lavras: UFLA, 2000. 50p. (Dissertação – Mestrado em Zootecnia).<sup>1</sup>

A pesquisa foi realizada no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras - MG – Brasil. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, modelo “Ana Dias”, no setor de forragicultura. Objetivou-se avaliar o efeito de níveis de fertilização nitrogenada (0, 50, 125, 250 e 450 mg N/dm<sup>3</sup> de solo) em solo originado de local em que havia sido cultivado e não cultivado com alfafa anteriormente e com semeio realizado em solo inoculado e sem inoculação. O delineamento empregado foi um fatorial em blocos casualizados com 5 níveis de nitrogênio, 2 origens de solos e 2 condições de solo, perfazendo um fatorial 2x5x2 com 4 repetições. Realizaram-se análises bromatológicas da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), cálcio (Ca) e fósforo (P) da alfafa, para posteriores cálculos dos rendimentos e teores expressos em g/vasos e porcentagem, respectivamente. Os resultados obtidos permitiram verificar que o uso de níveis crescentes de fertilização nitrogenada aumentou a produção (P<0,05) da cultura quanto ao acúmulo de MS, PB e teores de FDN, FDA, Ca e P; porém, quanto à origem do solo e à inoculação do solo, não foi verificado efeito (P>0,05), sugerindo um efeito inibitório da aplicação do nitrogênio na fixação biológica deste elemento. Conclui-se que, nas condições deste experimento, a adubação nitrogenada aumenta significativamente o rendimento e o valor nutritivo com aplicações de 0 até 450 mg N/dm<sup>3</sup> de solo. Independente da origem do solo e da presença ou não de inoculação, a aplicação de 370,22 mg N/dm<sup>3</sup> de solo é a que apresenta maior eficiência de utilização quanto ao rendimento de matéria seca., enquanto a dose de 450 mg N/dm<sup>3</sup> de solo apresenta maior eficiência no rendimento de proteína bruta. A origem do solo e a inoculação não afetaram o rendimento da alfafa, uma vez que a adubação nitrogenada pode ter inibido a fixação biológica do nitrogênio, havendo, portanto, necessidade de um estudo isolado desses fatores. Como houve nodulação das plantas inoculadas e não houve efeito de inoculação, é provável que a estirpe de *Rhizobium* utilizada (Br7407) não tenha sido a mais indicada.

---

<sup>1</sup> Comitê orientador: Antônio Ricardo Evangelista – UFLA (Orientador); Valdemar Faquin – UFLA; Joel Augusto Muniz – UFLA; Edmundo Benedetti – UFU.

## ABSTRACT

PARREIRA JÚNIOR, Iran. Nitrogen fertilization in alfalfa (*Medicago sativa* L.) production and symbiotic fixation in soils of different origins. Lavras:UFLA, 2000. 50p. (Dissertation - Master in Animal Science).<sup>1</sup>

The research work was accomplished at the Animal Science Department of the University Federal de Lavras - MG - Brazil. The experiment was conducted in greenhouse, " Ana Dias " model, in the forageculture sector. It was aimed to evaluate the effect of levels of nitrogen fertilization (0, 50, 125, 250 and 450 mg N/dm<sup>3</sup> of soil) in soil native of location where it had been and cultivated to alfalfa before and with sowing performed in a inoculated and uninoculated soil. The design employed was a randomized block factorial with 5 levels of nitrogen, 2 origins of soils 2 soils conditions, amounting to a replications. Bromatological analysis of dry matter (DM), crude protein(CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), calcium (Ca) and phosphorus (P) of alfalfa, for further calculations of the yields and contents expressed in g/pots and percentage respectively. The results obtained enabled to find that the use of growing levels of nitrogen fertilization increased the yield of the crops (P<0,05) concerning the accumulation of DM, CP and contents of NDF, ADF, Ca and P, but as to soil origin and soil inoculation, no effect was observed (P>0,05), suggesting an inhibition effect of the application of nitrogen on the biological fixation of this element. It follows that, under the conditions of this experiment, nitrogen fertilization significantly increases yield and nutritive value with applications of 0 up to 450 mg N/dm<sup>3</sup> of soil. Regardless of the soil origin and presence or not of inoculation, the application of 370.22 mg N/dm<sup>3</sup> of soil is that presents greater efficiency of utilization as for dry matter yield whereas the dose of 450 mg N/dm<sup>3</sup> of soil presents greater efficiency in a crude protein yield. The origin of soil and inoculation did not affect alfalfa yield since nitrogen fertilization may have inhibited the nitrogen biological fixation, therefore there being the need for a isolate study of those factors. As There was nodulation of the inoculation of the inoculated plants and there was no inoculation effect, it is probable that the strain of *Rhizobium* utilized (Br7407) has not been the most indicated.

---

<sup>1</sup> Guidance committee: Antônio Ricardo Evangelista – UFLA (Adviser); Valdemar Faquin – UFLA; Joel Augusto Muniz – UFLA; Edmundo Benedetti – UFU.

## 1. INTRODUÇÃO

A alfafa (*Medicago sativa* L.), leguminosa originária da Ásia Central e Oriente, é considerada a "rainha das plantas forrageiras" por apresentar elevado valor nutritivo, grande produtividade e boa palatabilidade. Sabe-se do seu cultivo já no ano de 700 a.C. pelos árabes e talvez tenha sido a primeira herbácea a ser cultivada no mundo (Ibañez, 1976). Segundo Costa e Monteiro (1997), estima-se que a área cultivada com alfafa no mundo é da ordem de 32.266.605 ha, com a seguinte distribuição: no hemisfério norte, destacam-se os Estados Unidos da América, como maior produtor, que representam também, a maior produção mundial, com 10,5 milhões de hectares, 26% sob irrigação, segundo Guitjens (1990), seguidos pela ex-União Soviética, com 3,3 milhões; Canadá, com 2,5 milhões, e Itália com 1,3 milhões.

No hemisfério Sul, o maior produtor é a Argentina, com 7,5 milhões de hectares, seguido pela África do Sul, com 300.000, e Peru, com 120.000. O Brasil apresenta uma área cultivada de apenas 26.000 hectares. As dificuldades para expansão do cultivo da alfafa no Brasil ainda vão desde o desconhecimento da cultura, passando por aspectos de fertilidade do solo, manejo, irrigação em áreas secas, produção de sementes, até a necessidade de produção de material mais adaptado e em equilíbrio com as principais doenças e pragas, que acompanham a alfafa em todo o mundo (Costa e Medeiros, 1997).

A alfafa pode ser cultivada em monocultura, em rotação com outras culturas de grãos e em mistura com várias espécies de forrageiras. Seu principal uso é como feno, silagem e pastagem para ruminantes, ou como fonte de proteínas e vitamina "A" para animais não ruminantes, como aves domésticas ou suínos (Heichel e Vance, 1988).

No Brasil, a cultura vem sendo tradicionalmente cultivada no sul do país devido, principalmente, à sua boa tolerância ao frio, bem como sua elevada exigência quanto à fertilidade do solo (Cunha, 1991).

No Sudeste do Brasil, o cultivo desta cultura, nos últimos anos, tem crescido significativamente, onde uma das grandes dificuldades enfrentadas pela maioria dos pecuaristas desta região está relacionada com a alimentação do rebanho bovino no período de inverno. Normalmente nessa época, as pastagens são insuficientes, o que obriga uma considerável parcela de pecuaristas a direcionar grande soma de recursos para aquisição de suplementação alimentar para o rebanho bovino, o que, evidentemente, eleva os custos de produção, comprometendo seriamente o retorno dos investimentos efetuados. Em função deste crescimento, várias pesquisas têm sido realizadas com objetivo de maximizar a utilização desta cultura.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar o efeito de doses crescentes de nitrogênio no rendimento e na capacidade de fixação de nitrogênio da alfafa (*Medicago sativa* L.), em diferentes condições de solo.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Fertilidade do solo

A alfafa é uma cultura que extrai e exporta uma grande quantidade de nutrientes do solo, como pode ser observado na Tabela 1.

TABELA 1. Extração de nutrientes para 10 toneladas de alfafa.

ELEMENTO	EXTRAÇÃO (kg/ha)
N	560,5
P	56,1
K	560,5
Ca	392,4
Mg	67,3
S	56,1

Fonte: Rhykerd e Oliverdahl, 1975

A alfafa necessita de solos férteis e corrigidos, com pH próximos a 6,0-6,5. Áreas de solos ácidos e fertilidade baixa, como grande parte do território nacional, podem ser utilizadas para cultivo da alfafa, principalmente quando possuem características favoráveis, tais como solo friável, topografia plana e boa drenagem, desde que se construa a fertilidade desses solos (Moura e Faria, 1985).

Dutra et al. (1995), trabalhando com dois tipos de solo em vasos sob condições de casa de vegetação (planossolo e podzólico vermelho amarelo), encontraram reduções de produção entre 33 e 46%, respectivamente, para os

tipos de solos, em cinco cortes em intervalos de 30 dias, quando se supriu a calagem na dose de 4,0 t/ha de calcário dolomítico, PRNT = 67% (PRNT – poder relativo de neutralização total), mantendo a adubação com todos os outros nutrientes. Esse decréscimo de produção em decorrência da calagem pode ter ocorrido devido a várias causas: ineficiência de fixação biológica de nitrogênio, uma vez que não foi realizada adubação nitrogenada, diminuição da absorção de nutrientes e deficiência de Ca e Mg. Os autores não mensuraram a concentração de nutrientes na planta e parâmetros relativos à fixação biológica de nitrogênio.

Rando e Tome Jr. (1995) comentam que após o uso de inoculante específico para alfafa, caso não esteja ocorrendo a fixação simbiótica do N<sub>2</sub>, doses entre 20-40 kg/ha de N deverão ser aplicadas após cada corte.

Ruiz, Diaz e Peña (1995), em um experimento conduzido em Santiago do Chile para avaliar produção de matéria seca e outros parâmetros em nove cultivares diferentes, efetuaram uma adubação nitrogenada de 50 kg/ha de uréia no plantio, resultando em um melhor estabelecimento da cultura.

Adubações nitrogenadas podem ser recomendadas no plantio, para ajudarem no estabelecimento das plântulas, principalmente no desenvolvimento de uma nodulação efetiva (Hojjati, Templeton e Taylor, 1978). Contudo, o desenvolvimento de plantas submetidas à adubação de N pode ser similar a aquelas dependentes somente da fixação simbiótica de N (Fishbeck e Phillips, 1981).

Olsen et al. (1970) obtiveram aumento de produção quando moderadas adubações nitrogenadas foram aplicadas, de 25 a 50 kg/ha, onde observaram, em dois experimentos, aumento de 10 kg/ha de alfafa por kg de N, mas os resultados foram significantes somente no primeiro ano de cultivo.

Um aspecto que deve ser levado em consideração é quanto à fonte de nitrogênio, que pode afetar o desenvolvimento da planta, sendo que com o



nitratos o crescimento da planta é maior, pois estes são mais efetivos do que amônias. Todavia, tem sido observado que as fontes nítricas tendem a inibir o estabelecimento da fixação simbiótica mais do que as fontes amoniacais (Mac Dowall, 1988).

Quanto à dosagem a ser utilizada, Cihacek (1994) comenta que efeitos benéficos com o nitrogênio podem ser obtidos pela aplicação de 17-28 kg de N/ha na semeadura, compensando-se uma possível falta ou uma ineficiente fixação simbiótica do *Rhizobium* sp. no início. O referido autor também diz que a fertilização com altos níveis de N pode inibir uma eficiente nodulação radicular ou fixação de N, resultando em produção final inferior.

Com objetivo de avaliar o efeito de doses crescentes de N na produção de matéria seca e no teor de proteína bruta da alfafa inoculada com *Rhizobium meliloti*, foram conduzidos estudos em que, após o corte de uniformização, foram aplicadas, em cobertura, doses crescentes de nitrogênio (0, 15, 30, 60, e 120 kg/ha), sendo encontrada uma baixa resposta à aplicação, provavelmente devido ao suprimento deste elemento à cultura, através da fixação simbiótica (Botrel e Alvim e Botrel, 1994).

Também no que se refere às doses, estudos realizados em Oregon EUA, por três anos, permitiram observar que as produções e concentrações de nitrogênio na planta aumentaram com as aplicações de N somente onde as plantas tinham nodulação ineficiente. Níveis de N acima de 225 kg/ha inibiram a nodulação, e em algumas comparações de aplicações de nitrogênio, observou-se acúmulo de nitratos nas plantas. Altos níveis de acúmulo de nitratos podem ser prejudiciais às performances animais (Eardly, Hannaway e Bottomley, 1985).

É provável que o nitrogênio do solo (N) seja o fator mais importante afetando a fixação de nitrogênio Atmosférico (N<sub>2</sub>) em condições de campo, mas várias observações sugerem que pequenas quantidades de fertilização

nitrogenada durante o primeiro ano acarretam maior fixação de N<sub>2</sub> (Allos e Bartholomew, 1959).

O adequado suprimento de fósforo melhora as condições para a fixação biológica de nitrogênio, aumentando o número e o tamanho dos nódulos e a quantidade de nitrogênio fixado (Fontes, 1994).

Autores americanos recomendam a realização de fertilização fosfatadas em pré-plantio da alfafa para elevar os níveis desse nutriente a valores adequados no banco de semeadura (Hays, 1998 e Cihacek, 1994). No Brasil, Keplin (1994) recomenda que o fósforo disponível no solo seja elevado para 15 mg/dm<sup>3</sup>, em pré-plantio da alfafa, por meio da realização de fosfatagem, para o estabelecimento de alfafa.

Devido às grandes quantidades de potássio extraído pela cultura da alfafa, níveis adequados são importantes no estabelecimento da cultura. Hays (1998) relata que a deficiência de deste elemento esta ligada à baixa resistência às doenças, diminuição do estande e produção de forragem com baixa qualidade. Cihacek (1994) recomenda o uso de potássio em pré-plantio para solos com baixa CTC (capacidade de troca catiônica).

O enxofre é importante em combinações com o nitrogênio na formação de compostos nitrogenados do tipo metionina e cisteína, além de várias enzimas (Cihacek, 1994). Moreira, Carvalho e Evangelista (1997), avaliando o fornecimento de enxofre para alfafa, encontraram aumento de produção e concentração de proteína bruta à medida que se aumentou a dose de enxofre em vasos.

Os micronutrientes recomendados para adubação de plantio da alfafa são B, Cu, Mo e Zn. Nuernberg (1994) recomenda o uso de 20 kg/ha/ano de bórax, 20 kg/ha/ano de sulfato de zinco e 1 kg/ha/ano de molibdato de amônio, caso apareçam deficiências. Keplin (1994) recomenda o uso de 20 kg/ha/ano de

sulfato de zinco para solos arenosos e 30 kg/ha/ano de sulfato de zinco para solos com texturas argilosas, 15 kg/ha/ano de sulfato de cobre e 20 a 25 kg/ha/ano de bórax.

## 2.2 Associações simbióticas com a microbiota do solo

### 2.2.1 Associações simbióticas

Sabe-se que dentro de um conjunto denominado agroecossistema os organismos possuem funções sucessivas e complementares, resultando em uma interdependência complexa, em que as plantas constituem o elemento limitador ou estimulante para toda a biota envolvida.

Em alguns casos, essa estratégia de regulação envolve dependência complexa, que pode resultar em limitações para o desenvolvimento de uma espécie na ausência de outra. A alfafa, por exemplo, não transfere todo produto de sua fotossíntese para o crescimento e respiração. Uma parte significativa de seus carboidratos, produzidos por fotossíntese nas folhas, é transferida para células da bactéria *Sinorhizobium meliloti*, alocadas dentro de nódulos radiculares. Em contrapartida, recebe compostos nitrogenados produzidos pela bactéria por meio da redução no N<sub>2</sub> da atmosfera. Essa estratégia de cessão de carboidratos em troca de compostos nitrogenados entre a alfafa e a bactéria é denominada simbiose (Oliveira e Oliveira, 1999).

Segundo Burton (1972), para se estabelecer uma simbiose efetiva, as raízes devem estar em contato e serem infectadas por uma estirpe eficiente do *Rhizobium*. Em solos com altas populações (10<sup>4</sup> células/g solo) de bactérias efetivas, o contato e a infecção são prontamente verificados, embora em solos ácidos e com baixas populações de bactérias efetivas, isto não ocorra.

As estirpes de *Rhizobium meliloti* não estimulam o crescimento da planta igualmente em todas as cultivares; uma estirpe pode induzir um desenvolvimento superior em uma determinada cultivar. Esta interação entre os organismos deve ser encontrada para se obter uma otimização na fixação simbiótica (Vance, Heichel e Phillips, 1988).

## 2.2.2 Fixação biológica do nitrogênio

Com relação à disponibilidade de nutrientes, no que se refere ao nitrogênio, sabe-se que a alfafa, quando corretamente inoculada, tem potencial para fixar o nitrogênio atmosférico pela simbiose, sendo que a concentração e remoção de nitrogênio são iguais ou superiores a qualquer outro nutriente, incluindo K (Roth et al., 1988). Embora se conheça esta particularidade que a alfafa tem de fixar o nitrogênio, a nível de campo, muitas vezes este efeito não é observado, e se ocorre, é de forma insatisfatória.

A alfafa possui a capacidade de produzir grande quantidade de matéria seca, de 6 a 12 t/ha/ano em países de clima temperado, como os Estados Unidos, Canadá e Argentina, e até 32 t/ha/ano, em algumas regiões do Brasil (Araújo Filho et al., 1972). Assim como para produção de matéria seca, a alfafa possui um grande potencial para o acúmulo de nitrogênio fixado pelo *Rhizobium*. Admite-se a quantidade de 450 kg/ha/ano de nitrogênio como potencial para fixação através da simbiose alfafa/*Sinorhizobium meliloti* (Vance, Heichel e Phillips, 1988). Sabe-se, no entanto, que estes dados são subestimados e que o potencial para a região sudeste do Brasil pode ser de 900 kg/ha/ano de nitrogênio fixado (Oliveira e Oliveira, 1999).

Aracca et al. (1998), em recente trabalho realizado na região dos pampas na Argentina, região caracterizada como de clima temperado, encontraram valores de 200 a 600 kg/ha/ano de nitrogênio extraído da atmosfera e convertido

em matéria seca para a cultura da alfafa estudada em diferentes estações experimentais do INTA. Assim como para outras culturas, o sistema radicular da alfafa é avaliado quanto ao número de nódulos e potencial indireto de fixação de nitrogênio (atividade de enzima nitrogenase), entre 0 e 30 cm de profundidade. Entretanto, existe intensa nodulação em profundidades de até 2 m e, normalmente, o sistema radicular de uma planta se entrelaça com as demais, dificultando ainda mais sua avaliação. Dessa forma, concluem os autores que os dados de superfície podem estar subestimados em até 40%, o que reforça a hipótese de fixação de até 900 kg/ha/ano para as condições de clima tropical e subtropical.

Heichel e Vance (1988), estimaram que 43 a 64% do nitrogênio na alfafa podem ser obtido através do processo simbiótico. A fixação simbiótica varia com muitos fatores, incluindo práticas de manejo cultural, pH do solo, níveis de K e P e eficiência da variedade em fixar nitrogênio. Um exemplo disto ocorreu onde, com o aumento na disponibilidade de K, encontrou-se aumento no número de nódulos, e também a translocação de carboidratos do caule para os nódulos (Barta, 1983).

### **2.3 Inoculação e nodulação**

Sabe-se que a inoculação é o processo pelo qual as sementes são recobertas com um veículo contendo o *Rhizobium*, proporcionando então uma melhor eficiência na fixação simbiótica do nitrogênio atmosférico.

Também como forma de tratamentos de sementes inoculadas com *Rhizobium*, pode ser utilizado o processo de peletização, no qual as sementes são recobertas com materiais que resultam em aumento de peso e tamanho das sementes, características que facilitam a semeadura da alfafa. Além deste fato,

por esta técnica, nutrientes e elementos benéficos podem ser adicionados às sementes aumentando seu vigor (Ni et al., 1998). No Brasil, praticamente não se encontram sementes comerciais peletizadas, entretanto, nos EUA, cerca de 20% das sementes comercializadas são peletizadas (6,8 a 9 milhões de quilos). A maioria das tecnologias de peletização são de domínio das empresas e, muitas vezes, os pesquisadores desconhecem as causas de sucesso ou insucesso da peletização (Ni et al., 1998).

O *Rhizobium meliloti*, simbiote da alfafa, não ocorre em condições naturais no Brasil, de modo que a inoculação é prática agrônômica obrigatória no cultivo de alfafa. As condições de meio, necessárias para a sobrevivência e ação do *Rhizobium*, devem estar disponíveis após a inoculação, e isso inclui a correção do solo, disponibilidade hídrica do solo e uso de fertilizantes adequados (Haddad e Castro, 1999).

De modo geral, quanto mais pobre for o solo em matéria orgânica (alta relação C:N), maior é a efetividade de ação do *Rhizobium* e maior a taxa de fixação de nitrogênio (Freire, 1992).

Alterações tanto nas estirpes de *Rhizobium*, bem como do meio ambiente, podem resultar em um desenvolvimento ineficiente dos nódulos. Nódulos ineficientes podem diferir tanto na fisiologia como na estrutura, e podem, também, ser similares estruturalmente, porém não fixam N<sub>2</sub> (Vance, Heichel e Phillips, 1988).

O tempo necessário requerido para que se desenvolva uma efetiva nodulação, e conseqüente fixação do N<sub>2</sub>, pode ser característica da cultivar (Mac Dowall, 1988).

## 2.4 Valor nutritivo

A qualidade da forragem é um tema complexo e um tanto difícil de ser definido precisamente, especialmente para ruminantes. A função primária das forragens nas dietas de ruminantes é prover energia, proteína e fibra efetiva necessária para manter a saúde e criar um ecossistema microbiano desejável no rúmen (Allen e Beck, 1996). A alfafa imatura apresenta maior digestibilidade, maior conteúdo protéico e, em geral, proporciona níveis de fibra insuficientes em dietas contendo níveis elevados de grãos (Allen e Beck, 1996).

Dietas contendo alfafa imatura caracterizam-se por apresentarem densidade energética menor que aquelas dietas contendo alfafa com moderados níveis de fibra, em virtude de o balanceamento de nutrientes sugerir baixos níveis de grãos e serem adicionados no sentido de manter os níveis de fibra requeridos (Allen e Beck, 1996). Além disso, a alfafa imatura apresenta elevada concentração de proteína, superior ao requerimento dos animais, e considerando que as dietas devem conter altos níveis de forragem para atender ao requerimento de fibra mínimo na dieta de bovinos leiteiros, é comum haver excesso de proteína fornecida aos animais. Esse excesso de proteína, quando excretado pelos animais, pode causar contaminação ambiental, elevar o gasto energético do animal para excretá-lo e pode interferir no desempenho dos animais (Allen e Beck, 1996).

Por outro lado, a alfafa colhida em estágio de maturidade mais avançado requer o uso de grandes quantidades de suplementos para atender às exigências energética e protéicas, geralmente elevando o custo da ração. A digestibilidade da fibra também sofre redução com o avanço da maturidade, possivelmente reduzindo a ingestão de energia e o desempenho do animal (Allen e Beck, 1996). Para elevar o desempenho e reduzir o custo de suplementação de dietas baseadas em alfafa como volumoso, essa leguminosa deveria ser ceifada quando

atingisse um conteúdo mínimo de parede celular que proporcionasse um nível de fibra adequado às dietas de vacas leiteiras, geralmente quando a planta atinge 40 a 45% de FDN (fibra em detergente ácido) (Allen e Back, 1996).

É de nosso conhecimento que a fase de desenvolvimento da forrageira é um dos fatores mais importantes que determina a qualidade do feno, uma vez que, em função do envelhecimento, há uma marcante redução do valor nutritivo das forrageiras tropicais. Neste sentido, Hass (1986) conclui que a composição das plantas forrageiras varia com a idade da planta, disponibilidade de nutrientes no solo, estação do ano, sucessão de cortes e diferenças entre espécies e variedades.



### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Localização e clima

O presente trabalho, foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras. Segundo Castro Neto, Sediyma e Vilela (1980), o município de Lavras, no estado de Minas Gerais, está posicionado a 21° 14' de latitude sul e 45° de longitude oeste de Greenwich, com altitude média de 910m. O clima, segundo a classificação de Köeppen, é do tipo Cwb (Ometo, 1981), tendo duas estações distintas: chuvosa, de novembro a abril, e seca, de maio a outubro. A precipitação média anual é de 1493,2 mm e as temperaturas médias, máxima e mínima, são de 26,0 e 14,6° C, respectivamente (Vilela e Ramalho, 1979).

#### 3.2 Tratamentos e delineamento experimental

O experimento constituiu de 5 níveis de adubação nitrogenada, sendo:

T1- Testemunha, sem adubação nitrogenada;

T2- 50 mg/dm<sup>3</sup>;

T3- 125 mg/dm<sup>3</sup>;

T4- 250 mg/dm<sup>3</sup>;

T5- 450 mg/dm<sup>3</sup>.

As fontes de nitrogênio utilizadas foram: nitrato de amônio (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>) e fosfato de amônio (NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>H<sub>2</sub>O )

**Obs.:** Do tratamento T3 em diante, a dosagem foi metade no plantio e, a outra metade, em cobertura logo após o segundo corte.

Estas quantidades de nitrogênio foram aplicadas com e sem inoculação, em solos de origens diferentes (Cultivado com alfafa e sem cultivo de alfafa), em um esquema fatorial  $2 \times 5 \times 2$ , totalizando 20 tratamentos, com 4 repetições, em 80 vasos ( $2 \times 5 \times 2 \times 4 = 80$ ), segundo um delineamento em blocos casualizado (DBC).

Os dados obtidos foram analisados estatisticamente pelo software SISVAR -Sistema de análise de Variância (Ferreira, 1998), . Segundo o tipo de tratamento, quando qualitativo, foi aplicado o teste de F por se tratarem de dois tratamentos, e no caso de quantitativo, usou-se a regressão.

A variedade utilizada foi a Crioula devido à facilidade de obtenção de sementes, bem como as boas produtividades alcançadas pela mesma na região.

### 3.3 Instalações

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, modelo “Ana Dias” em vasos plásticos com capacidade para 6 litros, no Departamento de Zootecnia setor de Pastagens e Forragicultura, no campus da Universidade Federal de Lavras - UFLA, sendo a terra oriunda de um Latossolo Vermelho Escuro de topografia plana.

Foram colocadas vinte sementes por vaso, e posteriormente fez-se o desbaste selecionando dez plantas, quinze dias após a semeadura, tendo como critério o vigor das plantas e a disposição nos vasos.

A umidade foi mantida a 60% do volume de poros, o que foi controlado através de pesagem dos vasos, sendo a reposição feita com água desmineralizada. Para inoculação, usou-se a estirpe de *Rhizobium* Br7407.

### 3.4 Duração do ensaio

O ensaio foi realizado de novembro de 1997 a fevereiro de 1998. Neste período, foram realizados três cortes a uma altura de 10 cm do solo, usando tesoura manual, quando 10% das plantas apresentavam floração.

As adubações com fósforo, potássio e micronutrientes foram feitas de acordo com análise química do solo, levando-se em consideração as exigências da cultura da alfafa. As fontes de fósforo e potássio foram: ácido fosfórico ( $H_3PO_4$ ), fosfato de potássio ( $KH_2PO_4$ ), cloreto de potássio (KCl) e sulfato de potássio ( $K_2SO_4$ ); micronutrientes: B, Cu, Mn, Zn e Mo.

### 3.5 Parâmetros Avaliados e Análises

Os parâmetros avaliados foram: acúmulo médio da matéria seca e proteína bruta (g/vaso); teores médios de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), cálcio e fósforo (%).

As análises para a determinação da matéria seca foram feitas conforme normas da A.O.A.C. (1970). A determinação da proteína bruta foi realizada através da dosagem do nitrogênio total, pelo método de Micro Kjeldahl. O cálcio (Ca) foi determinado por espectrofotometria de absorção atômica e o fósforo (P) pelo método colorimétrico (Silva, 1990).

As determinações dos teores de FDA e FDN foram feitas pelo método proposto por Van Soest (1967).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Rendimento de matéria seca

Houve efeito ( $P < 0,05$ ) (Anexo 1) quando se consideraram os níveis de adubação sobre o rendimento de MS/vaso (Figura 1), onde o rendimento máximo estimado foi de 25,11 g MS/vaso, obtido com a dose de 372,22 g N/dm<sup>3</sup> de solo.

Mckenzie et al. (1998) encontraram aumento na produção de matéria seca da alfafa quando utilizaram adubação nitrogenada, porém os autores correlacionam este aumento na produção em decorrência da presença de plantas daninhas, uma vez que segundo os mesmos, o nitrogênio favorece, também, o crescimento de ervas daninhas.

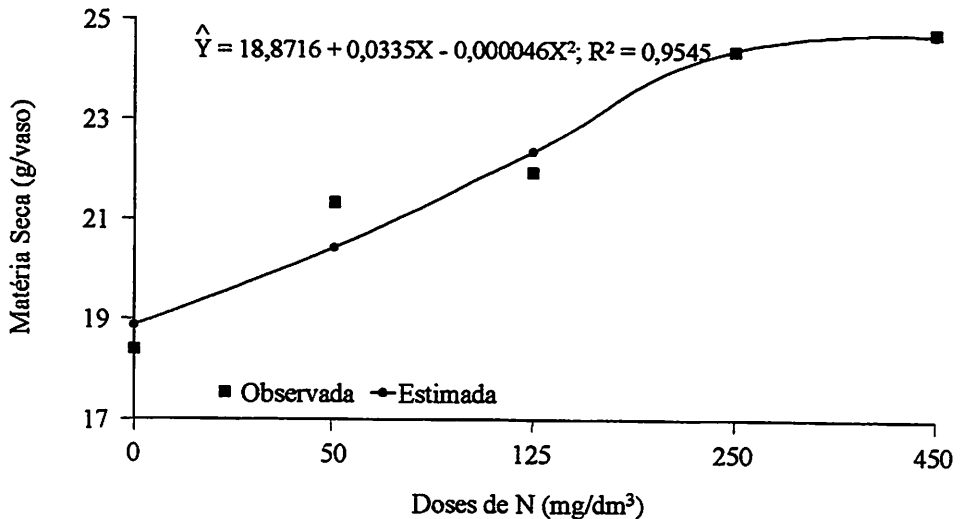


FIGURA 1. Efeito da adubação nitrogenada sobre o rendimento de matéria seca (g/vaso).

Segundo Phillips, Teuber e Jue (1982) e Anchão (1995), a planta adubada com nitrogênio não precisa de simbiose com o *Rhizobium*, podendo-se destinar a produto da fotossíntese para produção de biomassa e reserva. Acrescentam, ainda, o fato de que, além do custo adicional para exploração, este tipo de prática prejudica a simbiose.

Plantas de alfafa, quando adubadas com nitrogênio, apresentam reduzida nodulação e atividade da enzima nitrogenase, demonstrando então o efeito negativo do nitrogênio sobre o processo de infecção e formação dos nódulos radiculares (Tsai et al., 1993). Segundo estes mesmos autores, mesmo que indiretamente, a análise da atividade da enzima nitrogenase fornece uma medida útil de comparação de plantas mantidas sobre estas condições e isto se correlaciona positivamente com o número de nódulos. A pesquisa realizada pelos mesmos foi com diferentes fontes de nitrogênio, utilizando o equivalente a até 450 kg N/ha/ano, obtendo produção de matéria seca variando de 20,3 a 29,7 g/0,1 m<sup>3</sup> solo, resultados bem próximos aos obtidos neste trabalho (18,38 a 24,75 g MS/dm<sup>3</sup> de solo).

Eardly, Hannaway e Bottomley (1985) mostraram que a aplicação de 90 kg N/ha no estabelecimento do alfafal não foi suficiente para fornecer todo o requerimento de nitrogênio para o máximo crescimento inicial de plantas de alfafa não inoculadas ou ineficientemente inoculadas. Entretanto, o estabelecimento das plantas e a concentração de nitrogênio nos tecidos só aumentaram com a aplicação de nitrogênio em condições de nodulação ineficaz.

Em experimento conduzido na EMBRAPA/CNPGL, Fontes et al. (1992) com o objetivo de verificar a resposta da alfafa para níveis crescente de nitrogênio (0; 7,5; 15 e 120 kg N/ha) com a cultivar Crioula inoculada com o *Rhizobium Meliloti*, obtiveram resposta positiva com a aumento da aplicação de nitrogênio. Também Shuler e Hannaway (1993), em experimento para avaliar o

efeito do nitrogênio em pré-plantio (0, 10, 20, 40 e 90 kg N/ha), obtiveram resposta positiva, onde a dose de 40 kg/ha propiciou um aumento de 69% de matéria seca das brotações e, as melhores taxas de acúmulo estavam entre 40 e 80 kg N/ha.

Para inoculação e origem dos solos, bem como suas interações, não houve efeito ( $P>0,05$ ) (anexo 1A). Os resultados observados para efeito da inoculação são coerentes uma vez que quando se usa fertilização nitrogenada, ocorre uma inibição na fixação biológica do nitrogênio (Tabela 2). No que se refere à origem dos solos (Tabela 3) é de se esperar que o mesmo tenha ocorrido, ou seja, o *Rhizobium* presente no solo cultivado anteriormente com alfafa, foi inibido pela presença do nitrogênio.

TABELA 2. Efeito da Inoculação do solo no rendimento médio de matéria seca (g/vaso).

Tratamento	MS (g/vaso)
Inoculado	22,06 a
Não inoculado	22,26 a

Médias seguidas de letras distintas nas colunas ( $P<0,05$ ) diferem entre si pelo teste de F.

TABELA 3. Efeito da origem do solo no rendimento médio de matéria seca (g/vaso).

Solo	MS (g/vaso)
Cultivado	22,34 a
Não cultivado	22,00 a

Médias seguidas de letras distintas nas colunas ( $P<0,05$ ) diferem entre si pelo teste de F.

Contrariamente ao observado neste trabalho, Vezina e Nadeau (1991), estudando os efeitos combinatórios da nodulação e fertilização com nitrogênio (0, 25, 50 e 75 kg N/ha) no crescimento e aclimatação da alfafa a frio, verificaram que em todos os tratamentos com nitrogênio as plantas inculadas respondiam melhor à produção.

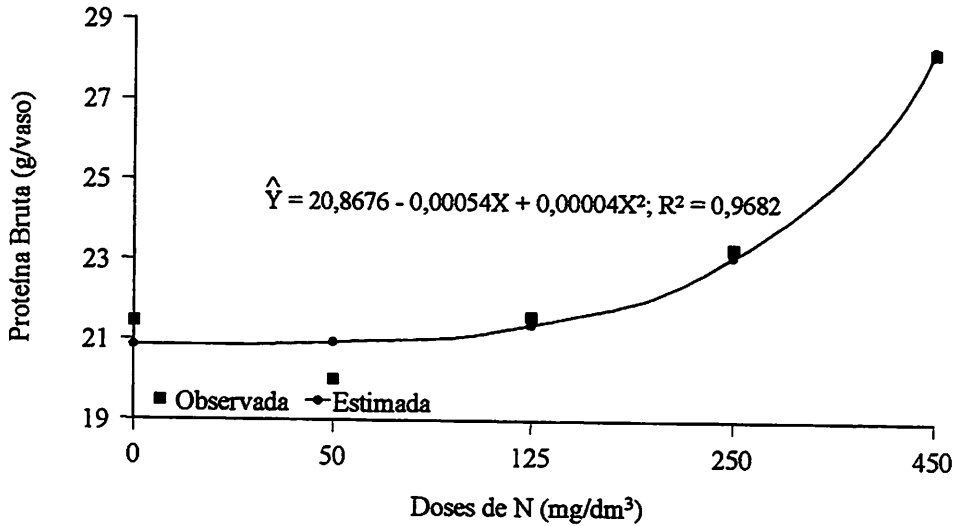
#### 4.2 Rendimento de proteína

Houve efeito ( $P < 0,05$ ) para os níveis de adubação nitrogenada (Anexo 2A) sobre o rendimento de proteína bruta. Os dados são explicados pela regressão quadrática, e neste caso, o rendimento máximo estimado foi de 28,73 g proteína bruta/vaso, obtida com a dose de 450 mg N/dm<sup>3</sup> (Figura 2).

Todavia, Machado e Davila (1997), estudando o efeito da fertilização nitrogenada (0, 160 e 320 kg N/ha), não observaram efeito no acúmulo de proteína bruta da alfafa. Por outro lado, Fontes (1994), relata que com o suprimento elevado de nitrogênio, a produção de N solúvel, aminoácidos e nitrato tende a elevar-se, principalmente nas folhas, não significando, necessariamente, aumento no teor de proteína, mas significando aumento no teor de N total e, conseqüentemente, na “proteína Bruta”.

Através dos dados existentes na literatura de outros países observa-se que a adição de nitrogênio, na maioria das vezes, aumenta a produção da alfafa (Feigenbaum e Hadas, 1980; Nuttall, 1985; Leedy, Miller e Robinson, 1987) outras vezes tem efeito pouco significativo ou ausente (Giddens, 1959; Lee e Smith, 1972). Portanto, os resultados de experimentos de campo sobre a fertilização nitrogenada da alfafa não são conclusivos (Hanson, Barnes e Hill, 1988), talvez devido à variabilidade nos níveis de nitrogênio no solo, à

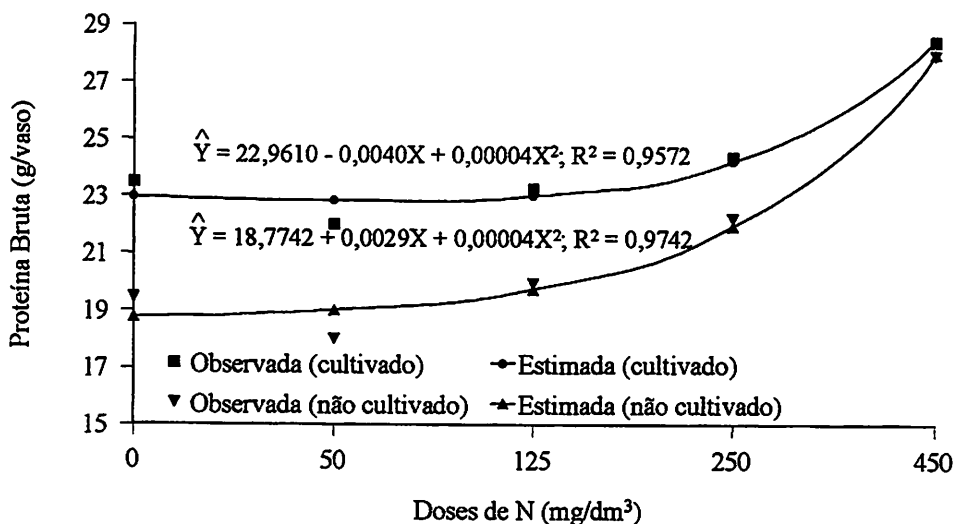
efetividade do processo simbiótico e aos níveis de produtividade desejadas ou atingidos.



**FIGURA 2.** Efeito da adubação nitrogenada sobre o rendimento de proteína bruta (g/vaso).

Para interação dos níveis de adubação nitrogenada e a origem do solo (Anexo 2A), houve efeito ( $P < 0,05$ ) para a produção de proteína bruta. A dosagem de 450 mg N/dm<sup>3</sup> de solo para ambos os solos foi a que proporcionou o rendimento de proteína bruta superior, diferindo entre os dois tipos de solo muito pouco. Para o solo cultivado, o rendimento máximo estimado, calculado através da curva de regressão, foi de 29,26 g PB/vaso, e para o solo não cultivado, o mesmo rendimento foi de 28,18 g PB/vaso, resultados bastante semelhantes, indicando que ambos os tratamentos comportaram-se de forma semelhante (Figura 3).





**FIGURA 3.** Efeito da adubação nitrogenada sobre o rendimento de proteína bruta (g/vaso) em solos de origem diferentes.

Segundo Fishbeck e Phillips (1981), na fase inicial a simbiose com o *Rhizobium* não produz quantidade suficientes de nitrogênio reduzido. Como nesta fase ainda há reservas suficientes nas raízes pode ter ocorrido uma busca das plantas de alfafa pelo nitrogênio procedente da mineralização da matéria orgânica do solo e principalmente pelo fertilizante, garantindo assim, o crescimento nos estágios iniciais da cultura.

Com relação ao efeito da origem do solo (cultivado e não cultivado), observou-se efeito ( $P < 0,05$ ). Os dados obtidos para produção de proteína bruta no solo de origem em que havia sido cultivado alfafa superou os do solo sem cultivo (Tabela 4).

**TABELA 4.** Efeito da origem do solo no rendimento de proteína bruta (g/vaso).

Solo	Proteína bruta (g/vaso)
Cultivado	24,31 a
Não cultivado	21,51 b

Médias seguidas de letras distintas nas colunas ( $P < 0,05$ ) diferem entre si pelo teste de F.

Fontes et al. (1992) conduzindo experimento para testar a resposta da cultura à fertilização nitrogenada (0, 30, 60, 90 e 120 kg N/ha), obtiveram resultados positivos lineares, com um aumento de 0,881 kg de PB para cada kg de nitrogênio aplicado, sendo que a dose de 120 kg N/ha foi a que proporcionou maior rendimento (791 kg PB/ha). Estes resultados são semelhantes aos obtidos neste trabalho, uma vez que o rendimento de proteína bruta aumentou com o aumento dos níveis de fertilização, porém; aqui, a dosagem (450 mg N/dm<sup>3</sup> de solo) que proporcionou o maior rendimento é bem superior à do referido autor.

Quanto à presença ou ausência da inoculação, não se observou efeito ( $P > 0,05$ ) (Anexo 2A), sendo o rendimento médio de 22,61 e 23,23 g PB/vaso (Tabela 5).

**TABELA 5.** Efeito da Inoculação do solo no rendimento de proteína bruta (g/vaso).

Tratamento	PB (g/vaso)
Inoculado	22,61 a
Não inoculado	23,23 a

Médias seguidas de letras distintas nas colunas ( $P < 0,05$ ) diferem entre si pelo teste de F.

### 4.3 Teor de fibra em detergente neutro (FDN)

Para a análise de variância efetuada, verificou-se que houve efeito ( $P < 0,05$ ) para níveis de nitrogênio sobre o teor de fibra em detergente neutro (Anexo 3A). Através da análise de regressão, observa-se que os dados se comportaram de forma linear, e para cada mg de nitrogênio utilizado houve um decréscimo de 0,0067% de FDN para cada mg de nitrogênio utilizado (Figura 4)

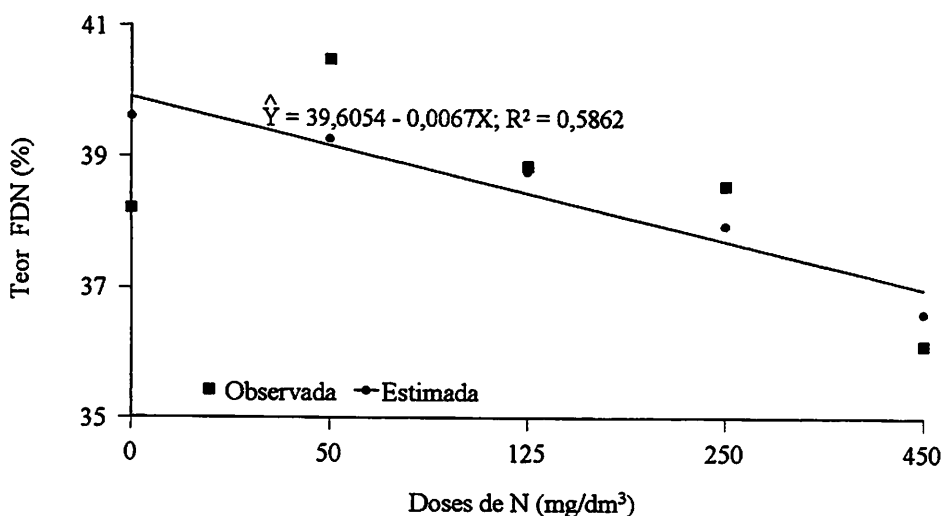


FIGURA 4. Efeito da adubação nitrogenada sobre o teor de FDN (g/vaso).

A cultura respondeu positivamente aos níveis de fertilização nitrogenada, sendo que ocorreu um decréscimo no teor de FDN, o que está bastante coerente, uma vez que quando se utiliza a fertilização nitrogenada, a tendência é que ocorra queda no conteúdo da parede celular.

Fontes et al. (1992), quando estudaram a resposta da alfafa à fertilização (0, 7,5, 15, 30, 60 e 120 kg/ha) não obtiveram efeito significativo no teor de FDN, resultados que contradiz aos encontrados neste estudo.

Evangelista, Oliveira e Silva (1999) avaliando cultivares de alfafa, dentre elas a cultivar Crioula, quanto aos teores de FDN, utilizando uma adubação convencional, para a cultura, com baixas fertilização de nitrogênio, obtiveram teor de FDN de 51,40%. Estes resultados são semelhantes aos encontrados neste estudo, que observou uma queda no teor de FDN com a adição de níveis crescentes de nitrogênio e obteve, para a dose de 450 mg, o teor de 39,30%.

Não foi observado efeito da origem do solo sobre o teor de FDN, o mesmo ocorrendo com relação ao efeito de inoculação (Anexo 3A). Os dados observados para estes parâmetros estão nas Tabelas 5 e 6.

TABELA 5. Efeito da origem do solo no teor de FDN (%).

Solo	FDN (%)
Cultivado	37,77 a
Não cultivado	39,16 a

Médias seguidas de letras distintas nas colunas ( $P < 0,05$ ) diferem entre si pelo teste de F.

TABELA 6. Efeito da Inoculação do solo no teor de FDN (%).

Tratamento	FDN (%)
Inoculado	38,28 a
Não inoculado	38,60 a

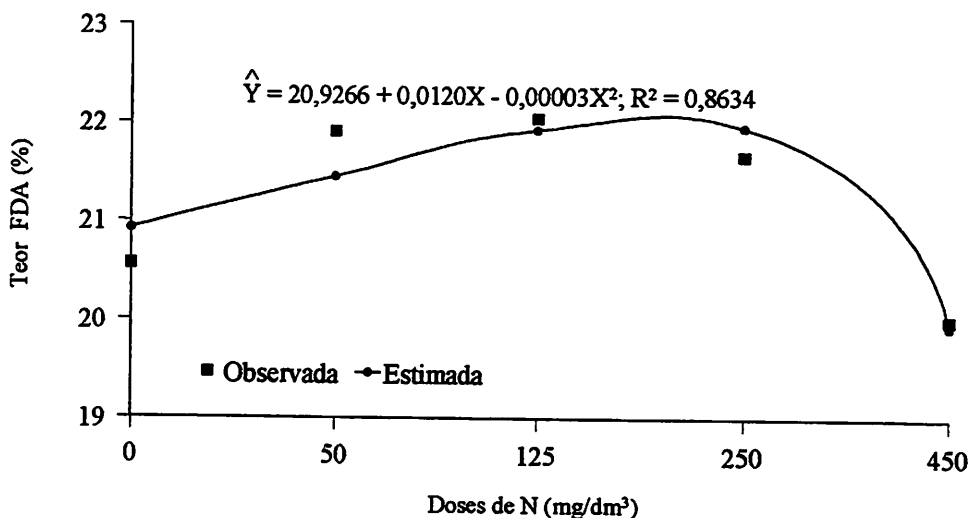
Médias seguidas de letras distintas nas colunas ( $P < 0,05$ ) diferem entre si pelo teste de F.

Primavesi, et al. (1999), avaliando a composição bromatológica de cultivares de alfafa, dentre elas a cultivar Crioula, utilizando uma adubação convencional sem utilização de nitrogênio, com inoculação das sementes com a estirpe SEMIA-116 de *Rhizobium meliloti*, obtiveram um teor de FDN de 41,47% para a cultivar Crioula. Os teores de FDN (38,28 e 38,60) encontrados no presente estudo estão próximos aos encontrados pelos referidos autores.

O NRC (1989) apresentou, para a alfafa seca ao sol no início do florescimento, 42% de FDN, valor próximo às médias obtidas quanto à origem do solo e presença ou não de inoculação (Tabela 5 e 6) e superior à de 34,85% apresentada por Velez-Santiago e Arroyo-Aguilú (1984).

#### 4.4 Teores de fibra em detergente ácido (FDA)

Houve efeito ( $P < 0,05$ ) para o teor de FDA em relação aos níveis de nitrogênio utilizados (Anexo 4A). Os dados obtidos são explicados por uma regressão quadrática, com o rendimento máximo estimado de 22,13% FDA, obtido com o nível de 200 mg de N/dm<sup>3</sup> de solo (Figura 5).



**FIGURA 5.** Efeito da adubação nitrogenada sobre o teor de FDA (g/vaso).

Evangelista, Oliveira e Silva (1999), avaliando, dentre outras a cultivar crioula obtiveram um teor de FDA de 31,32%. Monteiro, Costa e Silveira (1998), também avaliando a composição bromatológica da alfafa, obtiveram um teor de FDA de 32,64% para a cultivar Crioula, porém, também utilizaram uma adubação convencional para cultura e não níveis crescentes.

Cecato (1993), em trabalho realizado para verificar a influência da frequência de corte, níveis e formas de aplicação do nitrogênio sobre a produção, a composição bromatológica e algumas características de rebrota do capim Aruana (*Panicum maximum* Jacq. cv Aruana), relata que os maiores teores de FDA foram observados no período de verão, quando os níveis de celulose e lignina sempre sofrem elevação devido à maior conversão dos produtos da fotossíntese em tecidos estruturais. Isto provavelmente pode estar relacionado ao aumento no teor de FDA observado neste estudo, uma vez que em casa de vegetação, onde foi conduzido o experimento, as temperaturas são elevadas.

Não houve efeito ( $P>0,05$ ) de origem do solo ou presença ou não de inoculação para o teor de FDA (Anexo 4A). Os dados observados neste estudo encontram-se nas Tabelas 7 e 8.

TABELA 7. Efeito da origem do solo no teor de FDA (%).

Solo	FDA (%)
Cultivado	21,11 a
Não cultivado	21,34 a

Médias seguidas de letras distintas nas colunas ( $P<0,05$ ) diferem entre si pelo teste de F.

TABELA 8. Efeito da Inoculação do solo no rendimento de FDA (%).

Tratamento	FDA (%)
Inoculado	21,57 a
Não inoculado	20,91 a

Médias seguidas de letras distintas nas colunas ( $P<0,05$ ) diferem entre si pelo teste de F.

Almeida et al. (1999), avaliando os teores médios de FDA da alfafa, cultivar Crioula, submetida a diferentes doses de adubação orgânica e de potássio, não verificaram diferenças significativas em relação à testemunha.

#### 4.5 Teor de cálcio

Houve efeito ( $P < 0,05$ ) da origem do solo para o teor de cálcio (Anexo 5A). Os dados obtidos estão na Tabela 9.

TABELA 9. Efeito da origem do solo no teor de cálcio (%).

Solo	Cálcio (%)
Cultivado	0,83 b
Não cultivado	0,96 a

Médias seguidas de letras distintas nas colunas ( $P < 0,05$ ) diferem entre si pelo teste de F.

Haag e Hass (1982), examinando a extração de nutrientes pela cultura de alfafa da cultivar Crioula, encontraram teor de cálcio de 1,17%, resultados próximos aos encontrados neste estudo.

Com relação à presença ou ausência de inoculação e níveis de fertilização nitrogenada e suas interações, não houve efeito ( $P > 0,05$ ), como pode ser observado no Anexo 5A. Os dados obtidos podem ser observados nas Tabelas 10 e 11.



TABELA 10. Efeito da adubação nitrogenada no teor de cálcio (%).

Níveis de adubação	Cálcio (%)
0	0,86 a
50	0,90 a
125	0,92 a
250	0,89 a
450	0,89 a

Médias seguidas de letras distintas nas colunas ( $P < 0,05$ ) diferem entre si pelo teste de Tukey.

TABELA 11. Efeito da Inoculação do solo no teor de cálcio (%).

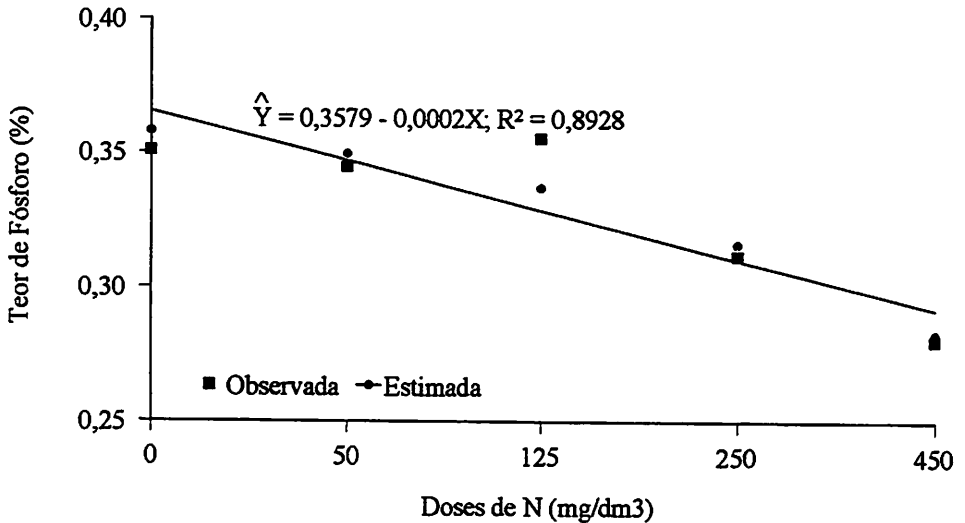
Tratamento	Cálcio (%)
Inoculado	0,90 a
Não inoculado	0,89 a

Médias seguidas de letras distintas nas colunas ( $P < 0,05$ ) diferem entre si pelo teste de F.

Wallace, Romey e Kinnear (1982) analisaram a concentração de elementos minerais de alfafa no estado da Califórnia, EUA, e encontraram teor de cálcio de 1,72%. Leach (1983), em experimento realizado em Lawes, sudoeste de Queensland, Austrália, obteve concentração de cálcio de 1,24%, valores próximos aos encontrados pelos referidos autores e superiores aos resultados encontrados neste estudo.

#### 4.6 Teor de fósforo

Com relação ao fósforo, houve efeito ( $P < 0,05$ ) para os níveis de nitrogênio em relação ao teor de fósforo, em que os dados comportaram-se de forma linear (Figura 6). Para cada mg de nitrogênio utilizado houve uma redução de 0,00167% de P (Anexo 6A).



**FIGURA 6.** Efeito da adubação nitrogenada sobre o teor de fósforo (%).

Estes resultados diferem dos encontrados por Martin e Matocha (1973), que embora tenham verificado que os teores de Ca e P, dentre outros minerais contidos na planta, estavam dentro dos limites da cultura, observaram que os mesmos não foram afetados pelos níveis de nitrogênio crescentes (0, 7,5, 15, 30, 60, 120 kg/ha).

Também houve efeito quanto à origem do solo ( $P < 0,05$ ), podendo-se observar que o solo cultivado mostrou-se superior (Tabela 12). Porém, quanto à presença ou não de inoculação, não foi encontrado efeito ( $P > 0,05$ ) (Tabela 13).

TABELA 12. Efeito da origem do solo no teor de fósforo (%).

Solo	Fósforo (%)
Cultivado	0,34 a
Não cultivado	0,32 b

Médias seguidas de letras distintas nas colunas ( $P < 0,05$ ) diferem entre si pelo teste de F.

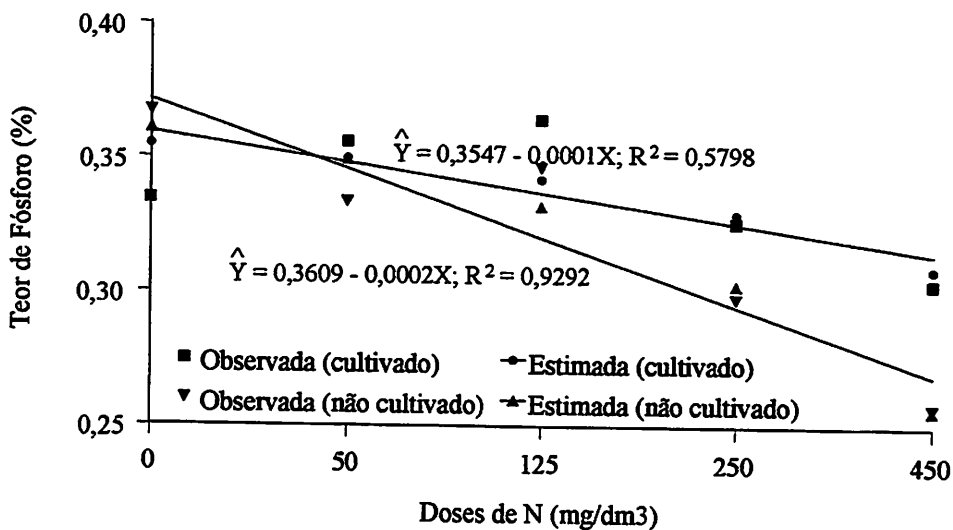
TABELA 13. Efeito da Inoculação do solo no teor de fósforo (%).

Tratamento	Fósforo (%)
Inoculado	0,33 a
Não inoculado	0,32 a

Médias seguidas de letras distintas nas colunas ( $P < 0,05$ ) diferem entre si pelo teste de F.

Primavesi et al. (1999) avaliando a composição bromatológica de cultivares de alfafa, dentre elas a cultivar Crioula, obtiveram teor 0,26% de P, resultados inferiores aos encontrados neste estudo, porém, os referidos autores não utilizaram adubação nitrogenada.

Com relação aos níveis de adubação nitrogenada e seus efeitos em função das diferentes origens de solo, pode-se observar efeito ( $P < 0,05$ ). Em ambas origens de solo, os dados comportaram-se de forma linear (Figura 7).



**FIGURA 7.** Efeito da adubação nitrogenada sobre o teor de fósforo (%) em solos de origem diferentes.

Andrew e Robins (1969) estabeleceram um nível crítico de 0,24% para o teor médio de fósforo. Neste trabalho, o teor médio está próximo aos encontrados pelos referidos autores, variando de 0,28 a 0,36%.

Romero, Sheffer e Malzer (1975) observaram uma tendência para o decréscimo nos teores de fósforo; entretanto, a concentração de cálcio foi crescente até o início da floração da alfafa, decaindo daí em diante.

Como o aumento das doses de nitrogênio provocou aumento no rendimento de matéria seca, este fato pode ter ocorrido devido ao efeito de diluição dos teores de fósforo na alfafa.

## 5 CONCLUSÕES

A adubação nitrogenada aumenta significativamente o rendimento e o valor nutritivo com aplicações de 0 até 450 mg N/dm<sup>3</sup> de solo.

Independente da origem do solo e da presença ou não de inoculação, a aplicação de 370,22 mg N/dm<sup>3</sup> de solo é a que apresenta maior eficiência de utilização quanto ao rendimento de matéria seca., enquanto a dose de 450 mg N/dm<sup>3</sup> de solo apresenta maior eficiência no rendimento de proteína bruta.

A origem do solo e a inoculação não afetaram o rendimento da alfafa, uma vez que a adubação nitrogenada pode ter inibindo a fixação biológica do nitrogênio, portanto havendo necessidade de um estudo isolado desses fatores.

Como houve nodulação das plantas inoculadas e não houve efeito de inoculação, é provável que a estirpe de *Rhizobium* utilizada (Br7407) não tenha sido a mais indicada.

Com relação aos efeitos da adubação nitrogenada, *Sugere-se* levar em consideração o seu custo para verificar se o aumento na produção, devido ao uso de níveis altos de adubação nitrogenada, é compensatório.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, M.; BECK, J. Relationship between spring harvest alfalfa quality and growing degree days. In: NATIONAL ALFLAFA SYMPOSIUM, 26., 1996 East Lansing, M.I, USA, 1996, p.16-25.
- ALLOS, H.F.; BARTHOLOMEW, W.V. Replacement of symbiotic fixation by available nitrogen. *Soil Science*, v.87, p.61-66, 1959.
- ALMEIDA, J.C.C.; ROSSETO, R.R.; REIS, R.A.; et al. Produção e composição da alfafa (*Medicago sativa* L.) submetidas às adubações orgânicas e potássica. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36.,1999, Porto Alegre, Anais.... Porto Alegre:SBZ, 1999. p.92.
- ALVIM, M.J.; BOTREL M. de A. Produção de matéria seca e teor de proteína bruta da alfafa, conforme níveis de nitrogênio, na Zona da Mata de Minas Gerais. In: BOTREL, M. de A.; ALVIM, M.J.; PASSOS, L.P.P. et al. (eds). *Workshop Sobre Potencial Forrageiro da Alfafa (Medicago sativa L.) nos Trópicos*. Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1994, p.37-45.
- ANCHÃO, P.P. Interação microbiologia-fungicida no tratamento de sementes de alfafa visando a redução na taxa de semeadura. ESALQ – UNESP, 1995, 84p. (Dissertação de Mestrado).
- ANDREW, C.S.; ROBINS, P.M. The effect of phosphorus on the growth na chemical composition of some tropical pasture legumes. I. Growth and critical percentages of phosphorus. *Australian Journal of Agricultural Research*. Melbourne, v20, p.665-74, 1969.
- ARACCA, R.; BASIGALUP, D.; BREZZONE, E. et al. In: NORTH AMERICAN ALFALFA IMPROVEMENT, 36., 1998, Montana. *Proceeding.....* Montana, 1998, p.71.
- ARAÚJO FILHO, J.A. de; GADELHA, T.A.; PEREIRA, R.M.A.; HAINES, C.A. Competição de onze cultivares de alfafa (*Medicago sativa* L.). *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Piracicaba, v.1, n.1, p.77-88, 1972.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of the association of official analytical chemists**. 11. ed. Washington, 1970. 1015p.

BARTA, A.L. Response of symbiotic N fixation and assimilate partitioning to K supply in alfalfa. *Potash Review*, Subject 7, **International Potash Institute**, Berne, Switzerland, 1983.

BOTREL, M.A.; ALVIM, M. J. Avaliações preliminares de alfafa, na região da zona da mata de Minas Gerais. In: BOTREL, M. de A.; ALVIM, M.J.; PASSOS, L.P.P. et al. (eds). **Workshop Sobre Potencial Forrageiro da Alfafa (*Medicago sativa* L.) nos Trópicos**. Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1994, p.29-36.

BURTON, J.C. Nodulation and nitrogen fixation in alfalfa., 1972, p.229-246. In: C.H. HANSEN (eds) **Alfalfa Science and technology**. Agronomy, n.15 p.229-246.

CASTRO NETO, P.; SEDIYMA, G.C.; VILELA, E.A. Probabilidade de ocorrência de períodos secos em Lavras, Minas Gerais. **Ciência e Prática**, Lavras, v.4, n.1, p.46-55, jan/jun. 1980.

CECATO, U. Influência da frequência de corte, níveis e formas de aplicação do nitrogênio sobre a produção, a composição bromatológica e algumas características de rebrota do capim Aruana (*Panicum maximum* Jacq. cv Aruana). Jaboticabal, SP:FCAV, 1993. 113p. (Tese de Doutorado em Produção Animal).

CIHACEK, L. J. Requerimentos Nutricionais da Alfafa. In: BOTREL, M. de A.; ALVIM, M.J.; PASSOS, L.P.P. et al. (eds). **Workshop Sobre Potencial Forrageiro da Alfafa (*Medicago sativa* L.) nos Trópicos**. Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1994, p.93-97.

COSTA, C.; MEDEIROS, A.L.G. Alfafa como forrageira para corte e pastejo. In: **SIMPÓSIO SOBRE ECOSISTEMA DE PASTAGENS**, 3., 1997, Jaboticabal, **Anais...** Jaboticabal: UNESP/FCV, 1997. p.297-317.

- CUNHA, G.R. **Evapotranspiração e função de resposta à disponibilidade hídrica da alfafa**. Porto Alegre: UFRS, 1991. 97p., 1991 (Tese de Doutorado).
- DUTRA, I.M. de S.; SIEWERDT, L.; SIEWERDT, F.; SILVEIRA Jr. P. Efeitos da adubação e da calagem na produção de matéria seca das alfafas Crioula e Huinca, em dois solos ácidos, no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, 1995, v.24, n.4, p.494-501.
- EARDLY, B.D.; HANNAWAY, D.B.; BOTTOMLEY, P.J. Nitrogen nutrition and yield of sowing alfalfa as affected by ammonium nitrate fertilization. **Agronomy Journal**, Madison, WI, v.77, n.1, p.57-62, Jan./Feb. 1985.
- EVANGELISTA, A.R.; OLIVEIRA, S.G. de; SILVA, C.L. da. Avaliação de cultivares de alfafa (*Medicago sativa* L.) quanto aos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre, Anais.... Porto Alegre:SBZ, 1999. p.42.
- FEIGENBAUM, S.; HADAS, A. Utilization of fertilizer nitrogen-15 by grown alfalfa. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.44, n.5, p.1006-1010, Sept./Oct. 1980.
- FERREIRA, D.F. **Sistema de análise estatística para dados balanceados**. Lavras: UFLA/DEX/SISVAR, 1998.
- FISHBECK, K.A., PHILLIPS, D.A. Combined nitrogen and vegetative regrowth of symbiotically-grown alfalfa. **Agronomy Journal**, Madison, v.73, n.6 p.975-978, Nov./Dec. 1981.
- FONTES, P.C.R. Fertilização da cultura da alfafa. In: BOTREL, M. de A.; ALVIN, M.J.; PASSOS, et al. (eds) **Workshop sobre Potencial Forrageiro da alfafa (*Medicago sativa* L.) nos trópicos**. Juiz de Fora: EMBRAPA, 1994. p.99-116.
- FONTES, P.C.R.; CÓSER, A.C.; MARTIN, C.E.; VILELA, D. Resposta da cultura da alfafa (*Medicago sativa* L.) à adubação nitrogenada. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v.21, n.6, p. 996-1001, Nov./Dez. 1992.



- FREIRE, R.J. Fixação de nitrogênio pela simbiose rizóbio/leguminosa. In: CARDOSO, E.J.B.N. TSAL, S.M.; NEVES, M.C. (coord.) et al. **Microbiologia do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de ciências do Solo, 1992. p.121.
- GIDDENS, J. Nitrogen application to new and established stands of alfalfa improvement. **Agronomy Journal**, Madison, v.51, n.8, p.574, Aug. 1959.
- GUITJENS, J.C. Alfalfa. In: STEWART, B.; NIELSEN, D.R. **Irrigation of Agricultural Groups**. Madison: Committee, 1990. Cap 18, p.537-568.
- HAAG, H.P.; HASS, F.J. Recrutamento de nutrientes por uma cultura de alfafa (*Medicago sativa* L.). **O Solo**. Piracicaba, v.74, n.1/2, p.65-70, Jan./Dez.1982.
- HADDAD, C.M.; CASTRO, F.G.F. Sistema de produção. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGENS, 1999, Piracicaba. **Anais.....** Piracicaba, 1999. p.7-22
- HANSON, A.A.; BARNES, D.K.; HILL, R.R. (eds). **Alfalfa and alfalfa improvement**. Madison: ASA/CSSA/SSSA, 1988. 1084p. (Agronomy: A Series of Monograph, 29)
- HASS, F. J. **Correlações entre as concentrações de nutrientes, alumínio e sódio nas folhas de forrageira "coast cross n.1" (*cynodon* spp.) e a análise física e química de um latossolo vermelho amarelo, Jaguariúna, SP**. Piracicaba: ESALQ, 1986. (Tese- Doutorado em Agronomia).
- HAYS, T. "How much fertilizer do I need" Soil testing and alfalfa yield and forage quality. In: CALIFORNIA/NEVADA ALFALFA SYMPOSIUM. Reno. **Proceeding...** Reno: University of California Alfalfa Workgroup/ UC Cooperative Extension, University of Nevada Cooperative Extension and Nevada Farm Bureau, 1998, p.168-175.
- HEICHEL, G.H.; VANCE, C.P. Symbiotic Nitrogen Fixation of Alfalfa, Birdsfoot Trefoil, and Red Clover, 1979. In: HANSON, A.A.; BARNES, D.K.; HILL, Jr. R.R. **Alfalfa and alfalfa improvement**. Madison, ASA/CSSA/SSSA, 1988. p.345-349. (Agronomy: A Series of Monograph, 29)

- HOJJATI, S.M.; TEMPLETON, W. C. Jr.; TAYLOR, J. H. Nitrogen Fertilization in Establishing Forage Legumes. *Agronomy Journal*, v.70, n.31, p.429-433, May/June1978.
- IBAÑEZ, M.P. *Antecedentes y generalidades del cultivo de la alfalfa*. Madrid: Ediciones Mundi-prensa, 1976. Cap. 1, p.127-153.
- KEPLIN, L.S.A da. Metodologia de estabelecimento e avaliação de alfafa sob condições de corte. In: BOTREL, M. de A.; ALVIM, M.J.; PASSOS, L.P.P et al. (eds) *Workshop sobre Potencial Forrageiro da alfafa (medicago sativa L.) nos Trópicos*. Juiz de Fora: EMBRAPA, 1994. p.29-36.
- LEACH, G.J. Influence of rest interval, grazing duration and mowing on the growth, mineral content and utilization of lucerne pasture in a subtropical environment. *Journal Agricultural Science, Cambridge*, v.101, p.169-183, 1983.
- LEE, C.T.; SMITH, D. Influence of N fertilizer on stand yields of herbage, on protein and nitrogenous fractions of field-grown alfalfa. *Agronomy Journal, Madison*, v.64, n.4, p.527-530, Jun./Ago. 1972.
- LEEDY, C.D.; MILLER, W.W.; ROBINSON, G.D. Effects of nutrient source on alfalfa production in Southern Nevada. *Journal Fertilizer*, v.4, n.4, p.138-142, 1987.
- MAC DOWALL, F. D. H. Influence of Nitrogen Supply in Developmental Kinetics of Symbiotic and Nonsymbiotic Alfalfa cv. Algonquin Trough First Flowering, 1985. *Cambridge Journal Bot.*, n.63, p. 841-846. In: HANSON, A.A.; BARNES, D.K.; HILL, Jr. R.R. *Alfalfa and alfalfa improvement*. Madison, ASA/CSSA/SSSA, 1988. p.345-349. (Agronomy: A Series of Monograph, 29)
- MACHADO, D.; DAVILA, C. The effect of preplant fertilization with N, P, K, micronutrients and poultry manure in the establishment of alfalfa (*Medicago sativa* L.) and kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum*) intercropping. *Revista de la Facultad de Agronomia*. v.14, n.1, p. 11-128, 1997.

- MARTIN, W.E.; MATOCHA, J.E. Plant analysis as an aid in the fertilization of forage crops. In: WALSH, L.M.; BEATON, J.D., Eds. *Soil testing Society of American*, 1973, p.393-423.
- MCKENZIE, R.C.; WOODS, S.A.; MACKENZIE R.H.; KRYZANZANOWSKI, L. Fertilizer response of irrigated alfalfa in southern Alberta. In: NORTH AMERICAN ALFALFA CONFERENCE, 36., 1998, Bonzeman. *Proceeding...* Bonzeman 1998, p.69.
- MONTEIRO, A.L.G.; COSTA, C.; SILVEIRA, A.C. Produções e distribuição de matéria seca e composição bromatológica de cultivares de alfafa (*Medicago sativa* L.). *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.27, n.5, p.868-874, Set./ Out. 1998.
- MOREIRA, A.; CARVALHO, J.G. de.; EVANGELISTA, A.R. Efeito de doses de enxofre na produção e composição mineral da alfafa. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.32, n.5, p.533-538, maio 1997.
- MOURA, J.C.; FARIA, V.P. de. (Ed). *Anais do 7º Simpósio Sobre Manejo de Pastagens*. Piracicaba: FEALQ, 1985, p.61-106.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. *Nutrients requirements of dairy cattle*. National Academy of Science, 1989. 147p.
- NI, B.R.; TALLEY, B.; WALSH, J.F.; HENSLEY, J. Seed coating and its applications in forage legume and grass seed industry. In: NATIONAL ALFALFA SYMPOSIUM & ANNUAL KENTUCKY ALFALFA CONFERENCE, 28., 1998, p.23-32
- NUERNBERG, N.J. Técnicas de produção de alfafa. In: PEIXOTO, M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. de (Ed.) *Pastagens: fundamentos da exploração racional*. 2ª ed. Piracicaba: FEALQ, 1994, p.657-678.
- NUTTALL, W.F. Effect of N, P and S fertilizers on alfalfa grown on three soil types in Northeastern Saskatchewan. I. Yield and soil tests. *Agronomy Journal*, Madison, v.77, n.1, p.41-45, Jan./Feb. 1985.

- OLIVEIRA, P.P.A.; OLIVEIRA, W.S. de. Associações simbióticas com a microbiota do solo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGENS, Piracicaba, 1999. Anais.... Piracicaba: ESALQ, 1999. p.117-132.
- OLSEN, R.J.; HEMSLER, R.F.; ATTOE, O.J.; WITZEL, S.A.; PETERSON, L.A. Fertilizer nitrogen and crop rotation in relation to movement of nitrate nitrogen through soil profiles. *Soil Science Society American, Proceeding*. Madison, v.34, n.3, p. 448-452, May/June1970.
- OMETO, J.C. *Bioclimatologia Vegetal*. São Paulo: Ceres, 1981. 425p.
- PHILLIPS, D.A.; TEUBER, L.R.; JUE, S.S. Relationships between apparent nitrogen and carbon exchange rate in alfalfa. *Crop Science*, Madison, v.20 p.491-495.
- PRIMAVESI, A.C.; PRIMAVESI, O. RASSINI, J.B. et al. Composição bromatológica de cultivares de alfafa. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre, Anais.... Porto Alegre:SBZ, 1999. p.30.
- RANDO, E.M.; TOME JR., J.B. Adubação da cultura da alfafa ( estado do Paraná). In: REUNIÃO TÉCNICA SOBRE A CULTURA DA ALFAFA, 1., 1995, Bandeirantes. Síntese das palestras... Bandeirantes: Fundação Faculdade de Agronomia "Luiz Meneguel", 1995.
- RHYKERD, C.L.; OVERDAHL, C.J. Nutrition and fertilizer use. In: HANSON, C.H. (eds). *Alfalfa Science and Technology*. Madison: American Society of Agronomy, 1975. p.437-468.
- RINCKER, C.M. Weeds in new seedings of alfalfa (*Medicago sativa*) for seed production: Competition and control. *Weed Science* n.30 p.20-25,1982. In: HANSON, A.A.; BARNES, D.K.; HILL, Jr. R.R. *Alfalfa and alfalfa improvement*. Madison, ASA/CSSA/SSSA, 1988. p.705-733. (Agronomy: A Series of Monograph, 29)
- ROMERO, N.A.; SHEFFER, C.C.; MALZER, G.L. Potassium response of alfalfa in solution, sand, and soil culture. *Agronomy Journal*. Madison, v.73, n.1, p.25-28, Jan./Feb. 1975.

- ROTH, R.L.; GARDNER, B.R.; TRITZ, G. K.; LAKATOS, E.A. Alfalfa Response to Water and Nitrogen Variables, 13<sup>th</sup> California Alfalfa Symposium, University of California- Davis, 1983. In: *Alfalfa and Alfalfa Improvement* . Madison, *American Society of Agronomy*, n.29, p.345-349, 1988.
- RUIZ, N. I.; DIAZ, L. R.; PEÑA, J. S. Produccion de Forraje de Variedades de Alfalfa Originadas en Los Paises Del Refcosur, Est. Exp. La Platina, Inst. Invest. Agrop.(INIA),Santiago,1993. *Revista Argentina de Produccion Animal*, Mar Del Plata, v.15,n.1 p.334-335,1995.
- SHULER, P.E.; HANNAWAY, D.B. The effects of preplant nitrogen and soil temperature on yield and accumulation of alfalfa. *Journal of Plant Nutrition*. New York, v.16, n.2, 1993. p.373-392.
- SILVA, D.J. *Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)*. Viçosa: UFV Imprensa Universitaria,1990. 165p.
- TSAI, S.M.; SILVA, P.M. CABEZAS, W.L.; BONETTI, R. Variability in nitrogen fixation of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) intercropped with maize. *Plant an Soil*, the Hague, v.153, p.93-101, 1993.
- VAN SOEST, P.J. Development of a comprehensive system of feed analyses and its application to forages. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.26,n.1, p.119-128, Jan.1967.
- VANCE, C.P.; HEICHEL, G.H.; PHILLIPS, D.A. Nodulation and symbiotic dinitrogen fixation. In: HANSON, A.A.; BARNES, D.K.; HILL, Jr. R.R. *Alfalfa and alfalfa improvement*. Madison, ASA/CSSA/SSSA, 1988. p.229-251. (Agronomy: A Series of Monograph, 29).
- VELEZ-SANTIAGO, J.; ARROYO-AGUILÚ, J.A. et al. Performance and chemical composition of 18 non-dorment alfalfa cultivars at the Lajas Valley. *Journal Agricultural of the University of Porto Rico*, Rio Piedras, v.67, p.204-12, 1984.
- VEZINA, L.P.; NADEAU, P. The combined effects of rhizobial nodulation and nitrogen fertilization on growth and cold acclimation of alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Annals of Botany*, London, v.68, n.4, 1991.

VILELA, E.A.; RAMALHO, M.A.P. Análise das temperaturas e precipitação pluviométrica de Lavras, Minas Gerais. *Ciência e Prática*, Lavras, v.3, n.1, p.71-79, jan/jun. 1979.

WALLACE, A.; ROMNEY, E.M.; KINNEAR, J. Frequency distribution of mineral elements in samples of alfalfa and sugar beet leaves obtained from a common field in Imperial Valley, California. *Soil Science*, Baltimore, v.134, p.13-21, 1982.

## ANEXOS

<b>ANEXO A</b>		<b>Pag.</b>
<b>TABELA 1A</b>	Resumo da análise de variância do rendimento de matéria seca estimada para a cultura no período experimental. ....	<b>45</b>
<b>TABELA 2A</b>	Resumo da análise de variância do rendimento de proteína bruta estimada para a cultura no período experimental. ....	<b>45</b>
<b>TABELA 3A.</b>	Resumo da análise de variância do rendimento de FDN estimada para a cultura no período experimental .....	<b>46</b>
<b>TABELA 4A</b>	Resumo da análise de variância do rendimento de FDA estimada para a cultura no período experimental. ....	<b>46</b>
<b>TABELA 5A</b>	Resumo da análise de variância do rendimento de Ca estimada para a cultura no período experimental. ....	<b>47</b>
<b>TABELA 6A</b>	Resumo da análise de variância do rendimento de P estimada para a cultura no período experimental. ....	<b>47</b>
<b>TABELA 7A</b>	Resumo da análise de regressão do rendimento de matéria seca estimada em função dos níveis de fertilização para cultura no período experimental. ....	<b>48</b>
<b>TABELA 8A</b>	Resumo da análise de regressão do rendimento de proteína bruta estimada em função dos níveis de fertilização para cultura no período experimental. ....	<b>48</b>
<b>TABELA 9A</b>	Resumo da análise de regressão do rendimento de proteína bruta estimada em função dos níveis de fertilização dentro de solo cultivado para cultura no período experimental. ....	<b>48</b>
<b>TABELA 10A</b>	Resumo da análise de regressão do rendimento de proteína bruta estimada em função dos níveis de fertilização dentro de solo não cultivado para cultura no período experimental. ....	<b>49</b>

<b>TABELA 11A</b>	<b>Resumo da análise de regressão do rendimento de FDN estimada em função dos níveis de fertilização para cultura no período experimental. ....</b>	<b>49</b>
<b>TABELA 12A</b>	<b>Resumo da análise de regressão do rendimento de FDA estimada em função dos níveis de fertilização para cultura no período experimental. ....</b>	<b>49</b>
<b>TABELA 13A</b>	<b>Resumo da análise de regressão do rendimento de P estimada em função dos níveis de fertilização para cultura no período experimental. ....</b>	<b>50</b>
<b>TABELA 14A</b>	<b>Resumo da análise de regressão do rendimento de P estimada em função dos níveis de fertilização dentro de solo cultivado para cultura no período experimental. ....</b>	<b>50</b>
<b>TABELA 15A</b>	<b>Resumo da análise de regressão do rendimento de P estimada em função dos níveis de fertilização dentro de solo não cultivado para cultura no período experimental. ....</b>	<b>50</b>



TABELA 1 A. Resumo da análise de variância do rendimento de matéria seca estimada para a cultura no período experimental.

Fonte de variação	GL	QM	PR >F.
Solo (S)	1	5,07504	0,3042
Níveis Adubação (NA)	4	319,90277	0,0000
Inoculação (I)	1	2,42004	0,4777
Bloco	3	86,57571	0,0000
Corte	2	316,60254	0,0000
S*NA	4	6,67181	0,2369
S*I	1	4,45537	0,3356
NA*I	4	10,40494	0,0729
S*NA*I	4	4,96506	0,3886
Resíduo	215	4,78422	
<b>Coefficiente de Variação = 9,87</b>			

TABELA 2 A. Resumo da análise de variância do rendimento de proteína bruta estimada para a cultura no período experimental.

Fonte de variação	GL	QM	PR >F.
Solo (S)	1	472,33398	0,0000
Níveis Adubação (NA)	4	487,40857	0,0000
Inoculação (I)	1	23,13225	0,0605
Bloco	3	53,67562	0,0000
Corte	2	235,60183	0,0000
S*NA	4	27,02938	0,0028
S*I	1	15,35710	0,1266
NA*I	4	1,65342	0,9082
S*NA*I	4	4,86758	0,5603
Resíduo	215	6,51171	
<b>Coefficiente de Variação = 11,14</b>			

TABELA 3 A. Resumo da análise de variância do teor de FDN estimada para a cultura no período experimental.

Fonte de variação	GL	QM	PR >F.
Solo (S)	1	123,3568	0,0931
Níveis Adubação (NA)	4	117,70979	0,0309
Inoculação (I)	1	6,305040	0,7033
Bloco	3	590,383110	0,0000
Corte	2	3874,058660	0,0000
S*NA	4	86,954310	0,0948
S*I	1	9,914540	0,6330
NA*I	4	26,318990	0,6579
S*NA*I	4	31,541880	0,5739
Resíduo	215	43,34747	
<b>Coefficiente de Variação = 17,13</b>			

TABELA 4 A. Resumo da análise de variância do teor de FDA estimada para a cultura no período experimental.

Fonte de variação	GL	QM	PR >F.
Solo (S)	1	3,858270	0,6212
Níveis Adubação (NA)	4	39,347350	0,0438
Inoculação (I)	1	26,367510	0,1972
Bloco	3	33,226880	0,1001
Corte	2	16,134610	0,3609
S*NA	4	0,749820	0,9957
S*I	1	19,568170	0,2664
NA*I	4	13,212910	0,5021
S*NA*I	4	17,104400	0,3646
Resíduo	215	15,757590	
<b>Coefficiente de Variação = 18,69</b>			

TABELA 5 A. Resumo da análise de variância do teor de Ca estimada para a cultura no período experimental.

Fonte de variação	GL	QM	PR >F.
Solo (S)	1	0,9856	0,0000
Níveis Adubação (NA)	4	0,0176	0,4045
Inoculação (I)	1	0,0064	0,5459
Bloco	3	0,0494	0,0398
Corte	2	3,5202	0,0000
S*NA	4	0,0102	0,6740
S*I	1	0,0066	0,5395
NA*I	4	0,0013	0,9895
S*NA*I	4	0,0052	0,8809
Resíduo	215	0,0175	
<b>Coefficiente de Variação = 14,85</b>			

TABELA 6 A. Resumo da análise de variância do teor de P estimada para a cultura no período experimental.

Fonte de variação	GL	QM	PR >F.
Solo (S)	1	0,0166	0,0082
Níveis Adubação (NA)	4	0,0490	0,0000
Inoculação (I)	1	0,0023	0,3181
Bloco	3	0,0103	0,0050
Corte	2	0,1582	0,0000
S*NA	4	0,0105	0,0017
S*I	1	0,0002	0,7539
NA*I	4	0,0008	0,8372
S*NA*I	4	0,0012	0,7265
Resíduo	215	0,0023	
<b>Coefficiente de Variação = 14,71</b>			

TABELA 7 A. Resumo da análise de regressão do rendimento de matéria seca estimada em função dos níveis de fertilização para cultura no período experimental.

Causas de variação	GL	QM	Prob. > F
Reg. Linear	1	1011,905273	0,00000
Reg. Quadrática	1	209,440508	0,00000
Falta de ajustamento	2	29,132651	
Resíduo	215	4,784218	
<b>Coefficiente de Variação = 9,87</b>		<b>Coefficiente de Determinação = 0,9545</b>	

TABELA 8 A. Resumo da análise de regressão do rendimento de proteína bruta estimada em função dos níveis de fertilização para cultura no período experimental.

Causas de variação	GL	QM	Prob. > F
Reg. Linear	1	1743,514908	0,00000
Reg. Quadrática	1	144,044110	0,00000
Falta de ajustamento	2	31,037635	
Resíduo	215	6,511706	
<b>Coefficiente de Variação = 11,14</b>		<b>Coefficiente de Determinação = 0,9682</b>	

TABELA 9 A. Resumo da análise de regressão do rendimento de proteína bruta estimada em função dos níveis de fertilização dentro de solo cultivado para cultura no período experimental.

Causas de variação	GL	QM	Prob. > F
Reg. Linear	1	493,285816	0,00000
Reg. Quadrática	1	66,505649	0,00160
Falta de ajustamento	2	12,516001	
Resíduo	215	6,511706	
<b>Coefficiente de Variação = 11,14</b>		<b>Coefficiente de Determinação = 0,9572</b>	

TABELA 10 A. Resumo da análise de regressão do rendimento de proteína bruta estimada em função dos níveis de fertilização dentro de solo não cultivado para cultura no período experimental.

<b>Causas de variação</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>Prob. &gt; F</b>
Reg. Linear	1	1357,262184	0,00000
Reg. Quadrática	1	77,758220	0,00066
Falta de ajustamento	2	18,950397	
Resíduo	215	6,511706	
<b>Coefficiente de Variação = 11,14</b>		<b>Coefficiente de Determinação = 0,9743</b>	

TABELA 11 A. Resumo da análise de regressão do teor de FDN estimada em função dos níveis de fertilização para cultura no período experimental.

<b>Causas de variação</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>Prob. &gt; F</b>
Reg. Linear	1	275,994952	0,01234
Reg. Quadrática	1	76,241099	0,18617
Reg. Cúbica	1	24,613085	0,45195
Reg. Quártica	1	93,990008	0,14234
Resíduo	215	43,347465	
<b>Coefficiente de Variação = 17,13</b>		<b>Coefficiente de Determinação = 0,5862</b>	

TABELA 12 A. Resumo da análise de regressão do teor de FDA estimada em função dos níveis de fertilização para cultura no período experimental.

<b>Causas de variação</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>Prob. &gt; F</b>
Reg. Linear	1	35,503349	0,13481
Reg. Quadrática	1	100,383349	0,01232
Reg. Cúbica	1	16,066590	0,31374
Reg. Quártica	1	5,436102	0,55758
Resíduo	215	15,757990	
<b>Coefficiente de Variação = 18,67</b>		<b>Coefficiente de Determinação = 0,8634</b>	

TABELA 13 A. Resumo da análise de regressão do teor de P estimada em função dos níveis de fertilização para cultura no período experimental.

Causas de variação	GL	QM	Prob. > F
Reg. Linear	1	0,174795	0,00000
Falta de ajustamento	3	0,006995	
Resíduo	215	0,002335	
<b>Coefficiente de Variação = 14,71</b>		<b>Coefficiente de Determinação = 0,8928</b>	

TABELA 14 A. Resumo da análise de regressão do teor de P estimada em função dos níveis de fertilização dentro de solo cultivado para cultura no período experimental.

Causas de variação	GL	QM	Prob. > F
Reg. Linear	1	0,032626	0,00023
Falta de ajustamento	3	0,007880	
Resíduo	215	0,002335	
<b>Coefficiente de Variação = 14,71</b>		<b>Coefficiente de Determinação = 0,5798</b>	

TABELA 15 A. Resumo da análise de regressão do teor de P estimada em função dos níveis de fertilização dentro de solo não cultivado para cultura no período experimental.

Causas de variação	GL	QM	Prob. > F
Reg. Linear	1	0,168621	0,00000
Falta de ajustamento	3	0,004283	
Resíduo	215	0,002335	
<b>Coefficiente de variação = 14,71</b>		<b>Coefficiente de Determinação = 0,9292</b>	