

# Índice Tecnológico na Cultura de Alfafa Baseado na Aplicação de Fertilizantes em Cobertura

## Technological Index in the Alfafa Cultivation Based on the Application of Top Dressing Fertilizers

Erich dos Reis Duarte<sup>\*ab</sup>; Aline Vanessa Sauer<sup>ab</sup>; Eduardo Lopes Cancellier<sup>c</sup>; Marco Antonio Gandolfo<sup>b</sup>; Fernando Zawadzki<sup>d</sup>; Luiz Carlos Reis<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Unopar. PR, Brasil.

<sup>b</sup>Universidade Estadual Norte do Paraná. PR, Brasil.

<sup>c</sup>Universidade Federal de Lavras. MG, Brasil.

<sup>d</sup>Universidade Estadual de Maringá. PR, Brasil.

---

### Resumo

A cultura de alfafa, além de importante na geração de renda e empregos no Norte do Paraná, auxilia na diversificação de culturas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a aplicação dos fertilizantes em cobertura no manejo da cultura de alfafa (*Medicago sativa*), cv. Crioula. Dessa forma, o experimento foi conduzido na fazenda São Carlos, no Município de Bandeirantes-PR, localizado entre as coordenadas 50°32'33" WO e 23°15'41" S. As análises foram realizadas em um período de 14 meses, com sete cortes no manejo da cultura de alfafa. As análises de solo (0 a 20 cm de profundidade) foram realizadas em todas as parcelas dos tratamentos, com três repetições antes e depois da aplicação dos fertilizantes. Os fertilizantes foram aplicados em duas etapas em cobertura na cultura. Foram aplicados fertilizantes a base de calcário calcítico, hidróxido de cálcio e magnésio, cama de frango, oxicloreto de cobre, bioestimulante condicionador de solo e cloreto de potássio. Cada corte foi realizado quando as plantas apresentaram de 39 a 51 dias em relação ao corte anterior. Antes de cada corte se mensurou a altura de 20 plantas, por parcela, na primeira folha abaixo da floração. Avaliou-se o índice de área foliar (IAF) e matéria seca (MS) em área total considerada (m<sup>2</sup>). O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com três repetições, sendo as parcelas de 9 m<sup>2</sup> (3x3m) e espaçamento de 20 centímetros entre linhas, constituindo 21 tratamentos, totalizando 63 parcelas. As análises dos fertilizantes líquidos e sólidos aplicados em cobertura demonstraram diferenças significativas na cultura da alfafa. Para facilitar a implantação do manejo para os produtores rurais os resultados propõem a implantação do índice tecnológico da cultura de alfafa.

**Palavras-chave:** *Medicago sativa*. Adubação. Forrageira. Retorno de Investimento.

### Abstract

The alfalfa culture, besides being important in generating income and jobs in the north of Paraná, helps in the cultures diversification. The alfalfa cultivation helps in the crops diversification and is still very important in the generation of income and jobs in the study region. Thus, the experiment was carried out on São Carlos farm in the municipality of Bandeirantes-PR located between the coordinates 50°32'33"WO and 23°15'41" S. The analyzes were carried out over a period of 14 months, with seven cuts in the alfalfa culture management. Soil analyzes (0 to 20 cm in depth) were carried out in all the treatments plots, with three replications before and after the application of the fertilizers. The fertilizers were applied in two stages to cover the crop. Fertilizers based on calcitic limestone, calcium and magnesium hydroxide, chicken litter, copper oxychloride, biostimulating soil conditioner and potassium chloride were applied. Each cut was carried out when the plants presented between 39 and 51 days in relation to the previous cut. Before each cut, the height of 20 plants per plot was measured on the first leaf below flowering. The leaf area index (IAF) and dry matter (MS) were evaluated in total area considered (m<sup>2</sup>). The experimental design used was randomized blocks with 3 replications, with 9 m<sup>2</sup> (3x3m) plots and 20 cm spacing between the lines, constituting 21 treatments, totaling 63 plots. The analysis of liquid and solid fertilizers applied to cover showed significant differences in the alfalfa cultivation. To facilitate the implementation of management for rural producers, the results propose the implementation of the technological index for the alfalfa cultivation.

**Keywords:** *Medicago sativa*. Fertilizer. Forage Plant. Return on Investment.

---

## 1 Introdução

No Brasil, a demanda por informações sobre forrageiras de alta qualidade vem sendo mais ativa, uma vez que, em tempos anteriores, as tecnologias eram pontuais e somente para alimentação de equinos. Atualmente, além dos equinos, a demanda da bacia leiteira vem crescendo com o uso de forrageiras com alto teor de proteína como apresenta a cultura de alfafa como rainha das forrageiras.

Na cultura da alfafa (*Medicago sativa* L.), dependendo do manejo utilizado, a longevidade das plantas pode chegar até sete anos, permitindo assim, de seis a oito cortes/ano. A

longevidade está sujeita ao clima, na Primavera-Verão os cortes podem variar entre 28 a 32 dias e no Outono-Inverno variam de 35 a 42 dias (BELLETTINI *et al.*, 1997).

Para a alfafa e outras classes forrageiras perenes são buscadas características morfológicas, fisiológicas e agrônômicas que elevem ao máximo o rendimento, a qualidade da forragem e a pertinácia das plantas, nas suas diversas formas de utilização. O potencial de produção de matéria seca da alfafa é, aproximadamente, de 25 t ha<sup>-1</sup> ano. Este potencial não é atingido na maioria das situações por motivo de limitações climáticas (FONTES *et al.*, 1993; PAIM,

1994).

Quanto à identificação de cultivares de alfafa mais adaptadas a um determinado ambiente são necessárias avaliações periódicas, por meio de cortes, de modo a mensurar o comportamento das principais características fenotípicas. Assim, pode-se estimar a variabilidade genotípica entre o material disponível e a repetitividade do desempenho de cada cultivar ou progênie (FONTES *et al.*, 1993).

No Brasil, especialmente na Região Sul, a agricultura caracteristicamente é uma atividade de pequenas propriedades rurais e está aliada à produção de grãos, hortifrutis e leite. Nessas propriedades, a alfafa tem sido utilizada em um sistema de diversificação de cultura e renda. A cultura tem se destacado como alternativa para aumentar os recursos financeiros das propriedades (ASSMANN *et al.*, 2009).

A sustentabilidade da cultura em cada região se refere à demanda da cultura por mão-de obra. Estima-se que cada hectare de alfafa empregue 1,5 pessoas (OLIVEIRA; LÉDO, 2008). Assim, a atual área de 3060 hectares de alfafa na Região do Norte Pioneiro do Estado do Paraná, emprega 4591 pessoas de forma direta e indiretamente (BELLETTINI *et al.*, 2019).

Os produtores rurais têm buscado mais tecnologias com o objetivo de se tornarem mais competitivos. Apenas as propriedades rurais que conseguem otimizar seus custos, melhorar suas economias de escala e, aliados a um aumento da produtividade se tornam viáveis nas atividades agrícolas. Assim, o aprimoramento de técnicas de cultivo, com menor custo de produção e impacto sobre o meio ambiente se faz indispensável.

A permuta dos agroquímicos por produtos alternativos, como os biofertilizantes, para o aumento da produtividade e controle de pragas e doenças das plantas vêm aumentando em

todo o Mundo (DIAS *et al.*, 2003). O emprego da cama de aviário como adubo orgânico se tornou uma saída descoberta por avicultores, tornando seguro e rentável o destino desse resíduo da criação, bem como visa viabilizar o custo de produção em substituição ao adubo químico (BENEDETTI *et al.*, 2009).

Este trabalho teve por objetivo avaliar a aplicação dos fertilizantes em cobertura no manejo da cultura de alfafa cv. Crioula.

## 2 Material e Métodos

A pesquisa foi realizada na área Experimental da Fazenda São Carlos, no município de Bandeirantes - Paraná, localizado entre as coordenadas 50°29'44" a 50°09'43" O e 23°17'5" a 23°00'59" S. O solo da área é classificado como latossolo vermelho eutroférico e, apresenta como características químicas e físicas: pH em H<sub>2</sub>O, 5,8; pH em CaCl<sub>2</sub>, 5,7; MO, 24 g kg<sup>-1</sup>; P, 22 mg dm<sup>-3</sup>; K, 0,22 cmolc dm<sup>-3</sup>; Ca, 6,2 cmolc dm<sup>-3</sup>; Mg 2 cmolc dm<sup>-3</sup>; Al 0 cmolc dm<sup>-3</sup> e V, 72 % e textura (0-20 cm) g kg<sup>-1</sup> Areia 84, Silte 236, Argila 680 (PAVINATO *et al.*, 2017).

Foram realizadas as análises de solo e com base nesta se realizou a adubação mineral orgânica e correção do solo de acordo com Moreira *et al.* (2007), iniciando o preparo do solo, com a descompactação das camadas mais profundas do solo, realizando as gradagens necessárias para o plantio.

A cama de frango utilizada foi proveniente de seis lotes de frango de corte abatidos com idade de aproximadamente 45 dias, respeitando-se o período de maturação desta. Analisou-se a qualidade química, microbiológica e granulada, quanto aos fertilizantes líquidos e sólidos. Os mesmos foram adquiridos de embalagens comerciais lacradas, sendo que a formulação dos produtos se encontra descrita no Quadro 1.

**Quadro 1** - Formulação dos fertilizantes líquidos, sólidos e cama de frango utilizados na implantação do experimento em alfafa (*Medicago sativa*) na fazenda São Carlos, no município de Bandeirantes, PR

Fertilizantes Líquidos e Sólidos	Concentração	Empresas/Nome Comercial
Calcário Calcítico (%)	CaO 30 + MgO 3/5	Diversas
Bioestimulante condicionador de solo (g L <sup>-1</sup> )	Carbono Total 115,00 Nitrogênio 126,00 Potássio 11,5	Aminoagro/(Mol Top®)
Hidróxido de Cálcio e Magnésio (%)	Ca (OH) <sup>2</sup> 30 Mg (OH) <sup>2</sup> 2,5	Aminoagro/(Mol Top®)
Oxicloreto de Cobre (%)	Cu 20	Diversas
Cama de Frango g kg <sup>-1</sup>	pH 6,00; N 12,1; P 5,7; K 2,08; Ca 7,9; Mg 3,1; S 5,5; Relação C/N: 11/1	Aviário
Cloreto de Potássio (KCl) (%)	60 KCl	Diversas

Fonte: dados da pesquisa.

A semeadura da cv. Crioula de alfafa (*M. sativa* L.) foi realizada em 20 de agosto de 2018, de forma mecanizada, em sulcos espaçados de 0,20 m (RASSINI; FREITAS, 1998). Utilizou-se 20 kg ha<sup>-1</sup> de sementes inoculadas, com a mistura de estirpes de *R. meliloti* (BR 7407, BR 7408 e BR 7409),

recomendadas por Moreira *et al.* (2007). O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com três repetições, sendo as parcelas de 9 m<sup>2</sup> (3 x 3 m) e espaçamento de 0,20 m entre linhas, constituindo 21 tratamentos (Quadro 2).

**Quadro 2** - Fertilizantes aplicados em cobertura na cultura da alfafa (*Medicago sativa*) e suas respectivas doses na fazenda São Carlos, no município de Bandeirantes, PR

Tratamentos	Fertilizantes	Doses kg/L ha <sup>-1</sup>
T01	Calcário Calcítico/Bioestimulante condicionador de solo/Cama de Frango	2000/5/4000
T02	Calcário Calcítico/Cama de Frango/Cloreto Potássio	2000/4000/100
T03	Bioestimulante condicionador de solo/Cama de Frango/Hidróxido de Cálcio e Magnésio	5/40000/200
T04	Hidróxido de Cálcio e Magnésio/Cama de Frango/Cloreto Potássio	200/4000/100
T05	Testemunha	0
T06	Calcário Calcítico/Bioestimulante condicionador de solo/Oxicloreto de Cobre/Cama de Frango	2000/5/0,5/4000
T07	Hidróxido de Cálcio e Magnésio/Cama de Frango	200/4000
T08	Hidróxido de Cálcio e Magnésio/Oxicloreto de cobre/Cloreto Potássio/Cama de Frango	200/0,5/100/4000
T09	Cama de Frango	4000
T10	Calcário Calcítico/Bioestimulante condicionador de solo/Oxicloreto de cobre/Cloreto Potássio/Cama de Frango	2000/5/0,5/100/4000
T11	Oxicloreto de cobre/Cama de Frango/Cloreto Potássio	0,5/4000/100
T12	Cloreto Potássio/Cloreto Potássio	100/100
T13	Bioestimulante condicionador de solo	5
T14	Bioestimulante condicionador de solo/Hidróxido de Cálcio e Magnésio/Cama de Frango/Cloreto Potássio	5/200/4000/100
T15	Calcário Calcítico/Cama de Frango	2000/4000
T16	Calcário Calcítico	2000
T17	Oxicloreto de cobre	0,5
T18	Hidróxido de Cálcio e Magnésio	200
T19	Calcário Calcítico/Hidróxido de Cálcio e Magnésio/Bioestimulante condicionador de solo/Cloreto Potássio/Cama de Frango	2000/200/5/100/4000
T20	Hidróxido de Cálcio e Magnésio/Bioestimulante condicionador de solo/Oxicloreto de cobre	200/5/0,5
T21	Hidróxido de Cálcio e Magnésio/ Bioestimulante condicionador de solo	200/5

Fonte: dados da pesquisa.

Para a coleta do material foi respeitado 0,5 m de bordadura, sendo coletado 1 m<sup>2</sup> em cada parcela. As aplicações dos fertilizantes líquidos com a solução foram distribuídas no solo, por meio de um pulverizador costal manual da marca Jacto. O fertilizante foi diluído na calda do pulverizador na dosagem recomendada pelo fabricante, utilizando ponta de pulverização cerâmica Magnojet (AD110°02). A aplicação dos fertilizantes sólidos, tais como: cloreto de potássio, hidróxido de cálcio e magnésio e cama de frango peletizada ocorreu com o equipamento mecânico de uma caixa de adubo de arrasto manual.

Antes de cada corte foram mensuradas as alturas de 20 plantas por parcela da base da planta até a primeira folha abaixo da floração, utilizando uma régua métrica (m<sup>2</sup>), avaliando-se o índice de área foliar (IAF)  $m^2 = (AF \cdot NP) / AT$ , em que: AF - área foliar média de 2 plantas (m<sup>2</sup>) NP - número de plantas por metro quadrado (plantas m<sup>2</sup>) AT - área total considerada 1 (m<sup>2</sup>) (FERRAGINE *et al.*, 2004) e foi medido o diâmetro de caule com o aparelho paquímetro na altura do segundo nó na planta.

As amostras foram levadas à estufa de ventilação forçada

a 65°C, até o peso constante, a fim de se determinar o peso seco da amostra. As análises foram realizadas em um período de 14 meses, com sete cortes no manejo da cultura de alfafa. Cada corte foi realizado quando as plantas apresentaram de 39 a 51 dias em relação ao corte anterior.

Os rendimentos médios de matéria seca foram realizados em amostragens feitas no campo, em sete cortes, na altura de 0,05 a 0,08 m do solo. Primeiro corte do alfafal: de 80 a 90 dias após emergência, em florescimento pleno (acima de 80% de florescimento). Os demais cortes foram realizados quando a cultura estava com 10% de florescimento, que na prática se constata quando, visualmente, se observam as primeiras flores no alfafal (RASSINI *et al.*, 2006).

Após a obtenção dos resultados, o índice tecnológico da cultura de alfafa (ITCA) foi calculado com base no custo dos fertilizantes *versus* a produtividade de cada tratamento, tendo como base o preço médio do kg ha<sup>-1</sup> de feno produzido.

### 3 Resultados e Discussão

O manejo de fertilidade do solo e das condições nutricionais são adventos de grande impacto na

produtividade da cultura de alfafa. Alcançar altas produtividades, qualidade da alfafa, período mais longo de vida da cultura, menores custos de manutenção e baixo impacto ambiental podem ser possíveis através da adubação equilibrada e investimentos. Dessa forma, este

trabalho propõe em seus resultados o ITCA (Quadro 3), objetivando facilitar ao produtor rural a visualização da melhor tecnologia a ser implementada, conforme o nível de investimento e o respectivo retorno em peso de matéria seca da cultura de alfafa.

**Quadro 3** - Índice tecnológico da cultura da alfafa (*Medicago sativa*) com base no custo dos fertilizantes utilizados na fazenda São Carlos (Bandeirantes-PR) *versus* a produtividade de cada tratamento, tendo como base o preço médio do kg ha<sup>-1</sup> de feno produzido

Fertilizantes líquidos e sólidos (conjunto ou individual)	Custo em R\$ por ha <sup>-1</sup>	* Nível de Produção (PMS) em 7 cortes	Dose kg/L ha <sup>-1</sup>	% Custo do investimento por ha <sup>-1</sup>	% do Retorno do Investimento
Calcário Calcítico/Hidróxido de Cálcio e Magnésio/Bioestimulante condicionador de solo/Cloreto Potássio/Cama de Frango	1815,00	Alto Conjunto	2000/200/5/100/4000	22,69	77,31
Hidróxido de Cálcio e Magnésio/Oxicloreto de cobre/Cloreto Potássio/Cama de Frango	1300,00	Médio conjunto	200/5/0,5/100/4000	21,77	78,33
Bioestimulante condicionador de solo	135,00	Médio Individual	5	2,25	97,75
Cama de Frango	720,00	Médio Individual	4000	12	88,00
Calcário Calcítico	400,00	Médio Individual	2000	6,67	93,33
Hidróxido de Cálcio e Magnésio	360,00	Médio Individual	200	6	94,00
Cloreto Potássio/Cloreto Potássio	200,00	Baixo individual	100/100	3,34	96,66

\*Nível de investimento (peso de matéria seca - PMS) em 7 cortes – Alto Conjunto: acima de 8000 kg ha<sup>-1</sup>; Médio Conjunto: Acima 6000 kg ha<sup>-1</sup>; Médio Individual: Acima 6000 kg ha<sup>-1</sup>; Baixo Individual: Acima 4000 kg ha<sup>-1</sup>.

Fonte: dados da pesquisa.

Para tanto, foram utilizados os seguintes resultados obtidos neste experimento: a) peso de matéria seca (PMS); considerando (Baixo) acima de 4000 kg ha<sup>-1</sup>, (Médio) acima 6000kg ha<sup>-1</sup> e (Alto) acima de 8000kg ha<sup>-1</sup>; b) custo de investimento dos fertilizantes líquidos e sólidos com preços médios kg L<sup>-1</sup>; b.1) calcário calcítico - R\$ 0,20/kg b.2) hidróxido de cálcio e magnésio – R\$ 1,80/kg, b.3) Bioestimulante condicionador de solo – R\$ 27,00/L, b.4) cloreto potássio – R\$ 2,00/kg, b.5) cama de frango – R\$ 0,18/kg, b.6) Oxicloreto de cobre – R\$ 40,00/L; c) preço médio do kg ha<sup>-1</sup> de feno produzido R\$1,00/kg.

Os resultados demonstraram, significativamente, maior incremento de matéria seca (PMS) no tratamento 19 (Calcário Calcítico/Hidróxido de Cálcio e Magnésio/Bioestimulante condicionador de solo/Cloreto Potássio/Cama de Frango nas doses de 2000/200/5/100/4000 kg/L ha<sup>-1</sup> respectivamente), este tratamento obteve resposta superior quando se utilizaram os fertilizantes de forma conjunta. Os demais tratamentos obtiveram resultados positivos em forma conjunta, já os fertilizantes líquidos e sólidos aplicados de forma individual apresentaram resultados positivos para o PMS e resultados satisfatórios com relação aos custos *versus* benefícios ao produtor rural da cultura de alfafa.

Nos tratamentos 16 (Calcário Calcítico na dose 2000 kg ha<sup>-1</sup>) e 18 (Hidróxido de Cálcio e Magnésio na dose 200 kg ha<sup>-1</sup>), nos quais os fertilizantes foram aplicados de forma individual se obteve PMS acima de 6000 kg ha<sup>-1</sup> e custo

de médio investimento, pois os corretivos são produtos apropriados para neutralizar a acidez do solo e ainda fornecer nutrientes. Conforme Carvalho *et al.* (1994), entre os materiais que podem ser utilizados para tal objetivo estão aqueles que contêm, como constituinte neutralizante ou princípio ativo, óxidos, hidróxidos, carbonatos e silicato.

A análise de estudo de Bernardi (2020) verificou o incremento de produtividade na cultura em função do uso de K (potássio). A quantidade de brotos aumentou de acordo com o equilíbrio dos teores adequados de nutrientes e quando o pH (H<sub>2</sub>O) do solo de 5,8 se eleva para 6,8, através da utilização de Ca e Mg na aplicação na cultura de alfafa. Resultados semelhantes foram observados no tratamento 09 desta pesquisa (cama de frango na dose de 4000 kg ha<sup>-1</sup>), em que o PMS foi superior a 6000 kg ha<sup>-1</sup> e a mesma possuía os nutrientes exigidos pela cultura de alfafa.

Em seu estudo Rando (1992) verificou o incremento de produtividade em função do aumento no número de brotos totais por planta de alfafa. A média de brotos passou de 11,3 para 20,8, quando o pH (H<sub>2</sub>O) do solo passou de 5,8 para 6,8, através da utilização de Ca e Mg na aplicação na cultura de alfafa. Resultados semelhantes foram observados no tratamento 09 (cama de frango na dose de 4000 kg ha<sup>-1</sup>), em que o PMS foi superior a 6000 kg ha<sup>-1</sup>.

A cama de frango como fertilizante sólido demonstrou resultados positivos para o aumento de produtividade da cultura de alfafa, bem como custo médio de implantação

satisfatório, quando comparado a outros tratamentos. Estes resultados podem comprovar que a matéria orgânica traz benefícios para o solo e, conseqüentemente, para o aumento de produtividade da cultura de alfafa. Resultados semelhantes foram encontrados no PMS (ANDRADE; JANEGITZ, 2020) ao aplicarem a dose de 5000 kg ha<sup>-1</sup> de cama de frango na cultura da alfafa.

A capacidade de troca de cátions é uma propriedade de absorver eletrostaticamente nutrientes catiônicos, como: potássio, cálcio, magnésio, manganês, ferro, cobre, zinco e outros, designando-os em seguida para as raízes das plantas (MINORGAN, 2010). Estudos realizados demonstraram que produtos advindos do húmus podem exercer atividades bioestimulantes responsáveis pelo crescimento vegetal e podem aumentar a produtividade em até 20%. Também conhecido por vermicomposto, o húmus é o produto que resulta de um processo de compostagem, no qual os macro-organismos aceleram o processo de degradação da matéria orgânica. Outro produto desse processo é o chorume (ou lixiviado), um líquido que quando diluído em água pode ser aproveitado como biofertilizante (SERRA, 2014).

A partícula de húmus é tão imperceptível que recebe o nome especial de micela coloidal húmica. Essa possui cargas elétricas negativas que são balanceadas por cátions, sendo esses absorvidos pelos húmus e são menos lavados ou lixiviados pela água da chuva que transpõe o perfil do solo (KIEHL, 2008). Essas cargas, provavelmente, estão presentes na cama de frango e nos bioestimulantes condicionadores de solo utilizados nos tratamentos deste trabalho.

O manejo da alfafa requer adubação orgânica, uma vez que além de aprimorar as propriedades físicas do solo, essa adubação melhora a fertilidade, principalmente, em termos de micronutrientes. A perda de amônia, em decorrência da mistura de esterco e de corretivo (calcário), sendo irrelevante, uma vez que o N deve ser oriundo da fixação simbiótica do nitrogênio (RASSINI, 1998).

Honda e Honda (1999) enfatizaram que o potássio é um fertilizante importante para aumentar o PMS e a alta qualidade da alfafa, uma vez que, se bem nutridas, as plantas ampliam sua capacidade de utilizar melhor o nitrogênio e de transformá-lo em proteína. Para diminuir as perdas, a adubação potássica deverá ser realizada na semeadura e em cobertura, parceladamente após cada dois cortes para equilibrar o custo/benefício.

Na produtividade de matéria seca (PMS) de alfafa, em função da aplicação de seis doses de potássio, Rassini *et al.* (1998) obtiveram resultados de 16 toneladas de matéria seca por hectare com adubação de 100 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. No Norte do Paraná se constatou que a adubação potássica realizada na cultivar Crioula em Latossolo Roxo Eutrófico aumentou a produção de matéria seca em todos os oito cortes realizados. As aplicações de 150, 300 e 600 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O resultaram em aumentos de 22%, 41% e 45%, respectivamente, no

rendimento de matéria seca (RANDO, 1993).

No tratamento 13 (bioestimulante condicionador de solo aplicado na dose de 5 L ha<sup>-1</sup>) se obteve aumento significativo da produtividade da alfafa (6059 kg ha<sup>-1</sup>) em comparação com a testemunha (4586 kg ha<sup>-1</sup>). Este tratamento apresentou o menor custo entre os manejos estudados e se destacou como boa alternativa para aumentar a produtividade na cultura da alfafa.

A aplicação do bioestimulante condicionador de solo apresentou boa relação custo/benefício aos produtores rurais. As substâncias húmicas e fúlvicas são compostos orgânicos provenientes da decomposição de resíduos vegetais e animais do ambiente, que podem ser aproveitadas como insumos rotativos para o manejo de diversas culturas. Suas propriedades podem garantir aumento na produtividade, em função dos benefícios que provoca na estrutura física, química e biológica do solo, além do efeito direto no metabolismo das plantas (CASTRO *et al.*, 2019).

Mesmo apresentando paridade estrutural aos ácidos húmicos, os ácidos fúlvicos apresentam menor peso molecular, maior quantidade de compostos fenólicos e grupos carboxílicos e, ainda, menor quantidade de estruturas aromáticas (CASTRO *et al.*, 2019). Esse efeito dos condicionadores de solos que restringem a nitrificação, mantendo a concentração de amônio (NH<sup>4</sup>), sendo muito relevante para espécies arbóreas como os citros, uma vez que o nitrato (NO<sup>3</sup>) é solúvel e facilmente lixiviado para o lençol freático, enquanto o NH<sup>4</sup> é retido, ficando disponibilizado para as raízes dos citros que apresentam lento crescimento (CASTRO; ANDRADE, 2019). São usados como insumos com a finalidade de melhorar as condições do solo para o desenvolvimento, principalmente, do sistema radicular das culturas implantadas.

Através do uso de bioestimulante condicionador de solo, estudos anteriores observaram aumento do poder tampão dos solos e redução das variações de pH do meio. O aumento de fósforo solúvel através da complexação de Fe<sup>+2</sup> e Al<sup>+3</sup> em solos ácidos e do Ca<sup>+2</sup> em solos alcalinos, também são características dos ácidos húmicos e fúlvicos. Com isso, tem-se que as substâncias húmicas promovem melhoria na agregação do solo e, assim, redução da densidade, maior capacidade de retenção de água, estabilidade no pH, aumento da capacidade de troca catiônica (CTC) e da matéria orgânica, menor perda de nutrientes potenciais e redução na perda de nitrato (CASTRO *et al.*, 2019).

A aplicação de ácido fúlvico no sulco de semeadura e via foliar no estádio V4 na dosagem de 200 g ha<sup>-1</sup> promoveu aumento do crescimento vegetativo das plantas, e aumentou do número de vagens por planta, repercutindo no aumento de produtividade na família das leguminosas (CATUCHI *et al.*, 2016).

A produção comercial de fertilizantes orgânicos e organominerais oriundos de substâncias húmicas tem origem

geológica rica em carbono humificado, tais como: turfas, rochas, lignita, carvões minerais ou vegetais, esterco e resíduos orgânicos, seu uso vem sendo utilizado na agricultura para o aumento e conservação da vida microbiana do solo, seja na produção de grãos, os quais proporcionam aumento da eficiência do uso de fertilizantes e reduzindo o consumo de água para irrigação, seja na produção de forrageiras (SCHNEIDER, 2020).

Observou-se diferença no PMS entre primeiro e o quinto corte de alfafa, com a produção entre 673 a 1418 kg ha<sup>-1</sup>. Neste período, que teve duração de 5 meses, o índice pluviométrico foi de 815 (mm). Todavia, entre o sexto e sétimo corte, a produção foi entre 17 a 933 kg ha<sup>-1</sup> e a precipitação pluviométrica deste período (dois meses) foi de apenas 10 (mm).

Esta condição contribuiu para que a média de produção da cultura de alfafa fosse abaixo da média da produção de anos normais de produção e de outros trabalhos científicos. Contudo se observou que os tratamentos que continham como base cama de frango, bioestimulante condicionador de solo e hidróxido de cálcio e magnésio, mantiveram a produtividade acima dos tratamentos com oxiclureto de cobre, cloreto de potássio e a testemunha.

#### 4 Conclusão

Os resultados demonstraram que é possível corrigir o pH do solo na cultura de alfafa em cobertura sendo utilizados os produtos à base de cama de frango, cloreto de potássio e hidróxido de cálcio e magnésio respectivamente.

Os melhores tratamentos foram apresentados e inseridos no índice tecnológico da cultura de alfafa (ITCA): bioestimulante condicionador de solo com 2,25%, cloreto de potássio com 3,34% e o hidróxido de cálcio e magnésio com 6% do custo de investimento *versus* o retorno da produtividade da massa seca.

A utilização do Índice Tecnológico da Cultura de Alfafa é uma alternativa para facilitar ao produtor de alfafa a escolha da melhor tecnologia e custo/benefício para sua propriedade rural, podendo ser aplicado imediatamente no sistema de produção.

#### Referências

ANDRADE, R.P.; JANEGITZ, M.C. Emergência de plântulas de alfafa (*Medicago sativa* L.) submetidas a diferentes doses de cama de frango. In: Congresso Virtual de Agronomia, VIII, 2020. *Anais CONVIBRA*: Fortaleza: Instituto Pantex de Pesquisa, 2020.

ASSMANN, M.J. *et al.* Produção de matéria seca de forragem e acúmulo de nutrientes em pastagem anual de inverno tratada com esterco líquido de suínos. *Ciência Rural*, v.39, n.8, p.2408-2416, 2009. doi: 10.1590/S0103-84782009000800021

BELLETTINI, S. *et al.* Produção de alfafa em função de espaçamentos e densidades. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.32, n.12, p.1273-1280, 1997.

BELLETTINI, S. *et al.* Presença Crescente: soma de esforços. *Rev. Cultivar*, v.254, n.12, p.10-11, 2019.

BENEDETTI, P.M. *et al.* Adubação com cama de frango em

pastagem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, XIX, 2009, ÁGUAS DE LINDÓIA. Pirassununga: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Associação Brasileira de Zootecnistas. 2009.

BERNARDI, A.C.C. *et al.* Correção do solo, adubação e plantio. Brasília: MAPA/AECS, 2020.

CARVALHO, J. G. *et al.* Necessidade de calagem para cultura da alfafa. In: BOTREL, M.A. *et al.* (Ed.). *Workshop sobre potencial forrageiro da alfafa (Medicago sativa L.) nos trópicos*. Juiz de Fora: CNPGL, p.117-125, 1994.

CASTRO, P.R.; ANDRADE, J. F. Ácidos húmicos e fúlvicos: a resposta na citricultura. *Rev. Campos Negócios*. 2019. Disponível em: <<https://revistacamponegocios.com.br/acidoss-humicos-e-fulvicos-a-resposta-na-citricultura/>>. Acesso em: mar. 2021.

CASTRO, P.R.C. *et al.* *Biorreguladores e bioestimulantes agrícolas*. Piracicaba: ESALQ, 2019.

CATUCHI, T.A. *et al.* Desempenho produtivo da cultura da Soja em razão da aplicação ácido húmico e fúlvico na sementeira e via foliar. *Colloquium Agrariae*, v.12, p.36-42, 2016. doi: 10.5747/ca.2016.v12.nesp.000168

DIAS, P.F. *et al.* Efeito do biofertilizante líquido na produtividade e qualidade de Alfafa (*Medicago sativa* L.) no município de Seropédica – RJ. *Rev. Agronomia*, v.37, n.1, p.16-22, 2003.

FERRAGINE, M.C. *et al.* Produção estacional, índice de área foliar e interceptação luminosa de cultivares de alfafa sob pastejo. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.39, n.10, p.1099-1052, 2004.

FONTES, P.C.R. *et al.* Produção e níveis de nutrientes em alfafa (*Medicago sativa* L.) no primeiro ano de cultivo, na Zona da Mata de Minas Gerais. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, v.22, n.2, p.205-211, 1993.

HONDA, C.S.; HONDA, A.S. *A cultura da alfafa*. 2. Cambará: Iara Artes Gráficas, 1999.

KIEHL, E. J. *Fertilizantes organominerais*. Piracicaba: Degaspari, 2008.

MINORGAN. *Fertilizante Orgânico Mineral*. Boletim Técnico, Mandaguari, 2010.

MOREIRA, A. *et al.* *Fertilidade do solo e estado nutricional da alfafa cultivada nos trópicos*. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2007.

OLIVEIRA, P.P.A.; LEDO, F.J.S. *O uso de alfafa para pastejo bovino: tecnologias para a produção de alfafa no Rio Grande do Sul*. Pelotas: Embrapa, 2008.

PAIM, N.R. Utilização e melhoramento da alfafa. In: Workshop sobre o potencial forrageiro de alfafa (*Medicago sativa* L.) nos trópicos. Juiz de Fora: Embrapa-CNPGL, p.141-147, 1994.

PAVINATO, P.S. *et al.* Manual de adubação e calagem para o Estado do Paraná. Curitiba: SBCS/NEPAR, 2017.

RANDO, E.M. Adubação da alfafa (*Medicago sativa* L.) com potássio e enxofre. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 1993, Goiânia. *Anais...* Goiânia: SBCS, UFG, p. 67-68, 1993.

RANDO, E.M. *Desenvolvimento da alfafa (Medicago sativa L.) em diferentes níveis de pH, potássio e enxofre no solo*. Piracicaba: Escola de Agricultura “Luiz de Queiroz”, p. 220, 1992.

RASSINI, J.B.; FREITAS, A.R. Desenvolvimento da alfafa (*Medicago sativa* L.) sob diferentes doses de adubação potássica. *Rev. Bras. Zootec.*, v.27, n.3, p. 487-490, 1998.

RASSINI, J.B. *et al.* *Circular Técnica 46: recomendações para o cultivo de alfafa na região Sudeste do Brasil*. São Carlos:

Embrapa Pecuária Sudeste, 2006.

SCHNEIDER, F.L. *Fontes de carbono orgânico sobre o desempenho agrônômico da cultura da soja e teores de fósforo e potássio no solo*. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Pato

Branco, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, p.52, 2020.

SERRA, M.M. *et al.* Desenvolvimento de processo para extração de húmus líquido a partir de compostos agrícolas. In: JORNADA CIENTÍFICA, VI, 2014. São Carlos: Embrapa, 2014.