

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LORENA DE MIRANDA MAZZA

**ESTADO NUTRICIONAL, ACÚMULO DE MATÉRIA SECA E  
DESENVOLVIMENTO RADICULAR DO AZEVÉM SUBMETIDO A DOSES DE  
FÓSFORO.**

CURITIBA

2010

LORENA DE MIRANDA MAZZA

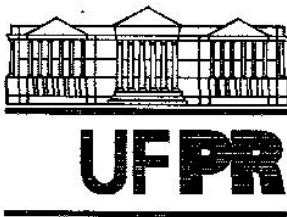
**ESTADO NUTRICIONAL, ACÚMULO DE MATÉRIA SECA E  
DESENVOLVIMENTO RADICULAR DO AZEVÉM SUBMETIDO A DOSES DE  
FÓSFORO.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Área de concentração em Química e Biologia do solo e Nutrição de plantas, Linha de pesquisa Dinâmica dos nutrientes no sistema solo-planta, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciência do Solo.

Orientador: Prof. PhD. Antonio Carlos Vargas Motta  
Co-orientador: Prof. Dr. Aníbal de Moraes

CURITIBA

2010



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE SOLOS E ENGENHARIA AGRÍCOLA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO(MESTRADO)  
Rua dos Funcionários, 1540-Curitiba/PR-80035-050-Fone/Fax 41-3350-5648  
Página: [www.pgcisolo.agrarias.ufpr.br/](http://www.pgcisolo.agrarias.ufpr.br/)  
E-mail: [pgcisolo@ufpr.br](mailto:pgcisolo@ufpr.br)

## PARECER

Os Membros da Comissão Examinadora, designados pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado, apresentada pela candidata **LORENA DE MIRANDA MAZZA**, sob o título: "**Estado nutricional, acúmulo de matéria seca e desenvolvimento radicular do Azevém submetido a doses de fósforo**", requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciência do Solo – Área de Concentração: Química e Biologia do Solo e Nutrição de Plantas, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, após haverem analisado o referido trabalho e argüido a candidata, são de Parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação, completando assim, os requisitos necessários para receber o diploma de Mestre em Ciência do Solo - Área de Concentração: "**Química e Biologia do Solo e Nutrição de Plantas**".

Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, em Curitiba, 14 de outubro de 2010.

Prof. Dr. Antonio Carlos Vargas Motta Presidente.

Prof.ª. Dr.ª. Tangriani Simioni Assmann, I.ª. Examinadora.

Prof. Dr. Anibal de Moraes, II.º. Examinador.



*Dedico esta obra a todos aqueles que de alguma forma  
contribuíram para que este trabalho pudesse ser realizado.*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por estar sempre presente em minha vida e por me guiar pelos melhores caminhos.

À Universidade Federal do Paraná, em especial ao Setor de Ciências Agrárias, pela contribuição fundamental em minha formação, não somente profissional, mas pessoal. Ao Departamento de Solos e Engenharia Agrícola por ter me possibilitado tamanho crescimento e poder ter concluído o curso de Mestrado em Ciência do Solo. À Coordenação de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela concessão de bolsa de estudo.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Antonio Carlos Vargas Motta por toda a ajuda, contribuição e ensinamentos, mas principalmente por ser um excelente profissional e por possuir o mérito de ser realmente um mestre, apostando sempre no crescimento de seus alunos. Também aos professores doutores Aníbal de Moraes e Fabiane Vezanni pela imensa contribuição neste trabalho.

Aos colegas de Mestrado e amigos que durante todo este trabalho contribuíram com suas sugestões e correções, além da ajuda com o trabalho no campo experimental, em especial à Marcelle Michelotti Bettoni.

Ao estagiário, Rodrigo Woitechén por ter dedicado tantas horas a este trabalho.

Aos meus pais, Jurandir Mazza e Marielza P. M. Mazza, e avós, Carlos Mazza Filho e Miracy Borba Mazza, por terem me guiado e possibilitado esta conquista. Ao meu irmão, Carlos Mazza Neto, por também estar sempre presente em todos estes anos de conquistas.

Em especial, ao meu noivo Archimedes Viana Junior, por sempre me apoiar. Por sua paciência e amor infinitos e por ser a pessoa mais leal e companheira que possuo na minha vida.

À Maria Emília Kudla, do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, por estar sempre disposta a ajudar e ser sempre tão generosa. E aos funcionários do Departamento de Solos e da Estação Experimental do Canguiri pela contribuição no trabalho de campo.

À Empresa Boutin Fertilizantes por ter cedido todo o adubo utilizado nesta pesquisa.

E a todos os demais, os quais são muitos, que de alguma forma contribuíram para que este trabalho pudesse ser realizado.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
1.1. Objetivo geral.....	14
1.1.1. Objetivos específicos.....	15
1.2. Hipóteses.....	15
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>16</b>
2.1. Área experimental.....	16
2.2. Delineamento experimental e tratamentos.....	17
2.3. Amostragem de material vegetal.....	17
2.4. Avaliação do acúmulo de matéria seca.....	17
2.5. Avaliação dos teores de Fósforo, Nitrogênio e Carbono no tecido vegetal.....	18
2.6. Avaliação do perfilhamento.....	18
2.7. Avaliação do comprimento, diâmetro e volume de raízes.....	18
2.8. Estabelecimento da curva de diluição.....	19
2.9. Avaliação do teor de fósforo no solo ao final do experimento.....	19
2.10. Análise estatística.....	19
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>19</b>
3.1. Teor de fósforo disponível no solo.....	19
3.2. Acúmulo de matéria seca.....	20
3.3. Teores de fósforo no tecido vegetal.....	23
3.4. Teores de nitrogênio e carbono no tecido vegetal.....	25
3.5. Perfilhamento.....	27
3.6. Densidade, diâmetro médio e volume de raízes.....	28
3.7. Curva de diluição do fósforo.....	31
<b>4. CONCLUSÕES.....</b>	<b>32</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>33</b>
<b>6. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>34</b>
<b>7. APÊNDICE.....</b>	<b>41</b>
7.1. Análises estatísticas.....	41

7.1.1. Teor de fósforo disponível no solo (0-20 cm) – Mehlich I ( $\text{mg dm}^{-3}$ ) após a adubação.....	41
7.1.2. Acúmulo de matéria seca ( $\text{kg ha}^{-1}$ ).....	42
7.1.3. Relação entre teor de fósforo disponível no solo – Mehlich I ( $\text{mg dm}^{-3}$ ) e acúmulo de matéria seca ( $\text{kg ha}^{-1}$ ).....	49
7.1.4. Teor de fósforo no tecido vegetal ( $\text{g kg}^{-1}$ ).....	51
7.1.5. Teor de nitrogênio no tecido vegetal ( $\text{g kg}^{-1}$ ).....	59
7.1.6. Teor de carbono no tecido vegetal ( $\text{g kg}^{-1}$ ).....	67
7.1.7. Acúmulo de proteína bruta ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) .....	76
7.1.8. Acúmulo de carbono ( $\text{kg ha}^{-1}$ ).....	84
7.1.9. Massa seca dos perfilhos (g).....	92
7.1.10. Número de perfilhos por área (unidades $\text{m}^{-2}$ ).....	93
7.1.11. Densidade de raízes ( $\text{cm cm}^{-3}$ ).....	94
7.1.12. Diâmetro médio de raízes (mm).....	95
7.1.13. Volume radicular ( $\text{cm}^3$ ).....	96
7.1.14. Relação parte aérea/raiz (m/m).....	97
7.1.15. Relação entre teor de fósforo disponível no solo – Mehlich I ( $\text{mg cm}^{-3}$ ) e a relação parte aérea raiz (m/m).....	98

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - TEMPERATURA (°C) E PRECIPITAÇÃO (MM) MÉDIA MENSAL NA ÁREA EXPERIMENTAL, NO PERÍODO DA SEMEADURA ATÉ O FLORESCIMENTO DO AZEVÉM.....	16
FIGURA 2 - INCREMENTO NO TEOR DE FÓSFORO DISPONÍVEL DO SOLO NA CAMADA DE 0-20 CM (Mehlich I) COM A ADUBAÇÃO FOSFATADA.....	20
FIGURA 3 – ACÚMULO DE MATÉRIA SECA DO AZEVÉM (kg MS ha <sup>-1</sup> ), EM CADA PERÍODO DE AMOSTRAGEM, SUBMETIDO A DOSES CRESCENTES DE FÓSFORO.....	21
FIGURA 4 - EFEITO DO TEOR DE P DISPONÍVEL NO SOLO (0-20 CM) – MEHLICH I NO ACÚMULO DE MATÉRIA SECA DO AZEVÉM.....	23
FIGURA 5 - TEOR DE FÓSFORO NO TECIDO VEGETAL DO AZEVÉM (g P kg <sup>-1</sup> MS), EM CADA PERÍODO DE AMOSTRAGEM, SUBMETIDO A DOSES CRESCENTES DE FÓSFORO.....	24
FIGURA 6 - NÚMERO (unidades m <sup>-2</sup> ) E MASSA DOS PERFILHOS (g de MS) DO AZEVÉM AO FINAL DO CICLO, SOB DOSES CRESCENTES DE FÓSFORO.....	28
FIGURA 7 - RELAÇÃO ENTRE ACÚMULO DE MATÉRIA SECA AÉREA E RADICULAR DE AZEVÉM (m/m), SOB DOSES CRESCENTES DE FÓSFORO.....	30
FIGURA 8 - EFEITO DO TEOR DE P NO SOLO – MEHLICH I NA RELAÇÃO ENTRE PRODUÇÃO DE MS (kg ha <sup>-1</sup> ) PELA PARTE AÉREA E PELAS RAÍZES.....	31
FIGURA 9 - CURVA DE DILUIÇÃO DO FÓSFORO PARA A CULTURA DO AZEVÉM EM CAMBISSOLO POBRE EM FÓSFORO NA REGIÃO SUBTROPICAL DO BRASIL.....	32



## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - ANÁLISE QUÍMICA INICIAL DO SOLO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	16
TABELA 2 - TEORES DE N ( $\text{g kg}^{-1}$ ) E C (%) NA MATÉRIA SECA E ACÚMULO DE PROTEÍNA BRUTA (PB) E CARBONO (C) DO AZEVÉM SUBMETIDO A DOSES CRESCENTES DE P, EM UM CAMBISSOLO POBRE EM P DA REGIÃO SUBTROPICAL DO BRASIL.....	26
TABELA 3 - PARÂMETROS RADICULARES DO AZEVÉM SOB DOSES CRESCENTES DE FÓSFORO.....	29

**ESTADO NUTRICIONAL, ACÚMULO DE MATÉRIA SECA E  
DESENVOLVIMENTO RADICULAR DO AZEVÉM SUBMETIDO A DOSES  
CRESCENTES DE FÓSFORO.**

Autor: Eng<sup>a</sup>. Agr<sup>a</sup>. Lorena de Miranda Mazza

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Vargas Motta

**RESUMO:** A carência de fósforo (P) limita o desenvolvimento das forrageiras de inverno da região subtropical do Brasil, diminuindo a oferta de pasto no período crítico de produção de pastagem. O objetivo deste trabalho foi avaliar taxas de aplicação de P sobre o acúmulo de matéria seca (MS), o desenvolvimento radicular e os teores de P, N e C no tecido vegetal do azevém (*Lolium multiflorum* L.), bem como analisar a possibilidade de estabelecer uma curva de diluição do P nesta cultura. O experimento foi conduzido em Pinhais-PR, em área original de campo nativo sobre um Cambissolo muito pobre em fósforo (1,6 mg dm<sup>-3</sup>), no ano de 2009. Os tratamentos consistiram em doses de P (0, 45, 90, 180 e 360 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>) com quatro repetições, aplicadas em superfície. A adubação fosfatada gerou incrementos no teor de P disponível no solo, resultou em maior precocidade e elevou o teor de P na planta, atingindo níveis capazes de suprir a necessidade animal em fósforo nas duas maiores doses. Os teores de N e C não foram influenciados. O acúmulo de MS aumentou em todos os períodos avaliados com a aplicação de P, variando de 16 a 2826 kg MS ha<sup>-1</sup> no florescimento, para zero e 360 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>, respectivamente, com a aplicação de fósforo. A densidade de raízes no solo foi influenciada pela adição de P, sendo a dose de 45 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> já foi suficiente para um bom desenvolvimento radicular. A relação entre MS da parte aérea e das raízes aumentou com a maior disponibilidade de P, indicando um maior investimento da planta no sistema radicular quando deficiente em P. Com os dados obtidos foi possível estabelecer uma curva de diluição de P para o azevém.

**Palavras-Chave:** Curva de diluição de fósforo, Adubação fosfatada, *Lolium multiflorum* L., Acúmulo de proteína bruta, Relação parte aérea/raízes.

## NUTRITIONAL STATE, SHOOT DRY MATTER AND ROOT DEVELOPMENT OF RYEGRASS UNDER PHOPHORUS RATES.

Author: Eng<sup>a</sup>. Agr<sup>a</sup>. Lorena de Miranda Mazza

Advisor: Teach. Doc. Antonio Carlos Vargas Motta

**ABSTRACT:** The phosphorus deficiency (P) limits the development of the winter pastures of the subtropical region of the Brazil, reducing the grass offer in the critical period of pasture production. The objective of this work was to evaluate phosphorus rates on the shoot dry matter, root development and the phosphorus (P), nitrogen (N) and carbon (C) tissue levels of Ryegrass (*Lolium multiflorum* L.), as well as analyzing the possibility to establish a phosphorus dilution curve for this crop. The experiment was lead in Pinhais-PR, in a native grass area on a Cambissolo very low in available phosphorus (1,6 mg dm<sup>-3</sup>), in 2009. The treatments were P rates (0, 45, 90, 180 and 360 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>) with four repetitions, applied in surface. The phosphorus application generated increases in the P available in the soil, resulted in a cycle reduction and raised the P levels in the plants, reaching levels capable to supply the animal necessity for P in the two biggest rates. The N and C levels were not influenced. The shoot dry matter was increased in all the periods evaluated with the P rates, varying of 16 to 2826 kg ha<sup>-1</sup>, in the blooming stage, for zero and 360 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>, respectively. Root density was influenced by the P addition; however the rate of 45 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> already was efficient to a good root development. The relation between aerial dry matter and the roots was increased, indicating a bigger plant's investment in the roots when there is P deficiency. With the data was possible to establish a P dilution curve for the Ryegrass.

**Key-words:** Phosphorus dilution curve, Phosphorus application, *Lolium multiflorum* L., Crude protein accumulation, Relation between aerial dry matter and roots.

## 1. INTRODUÇÃO:

Os nutrientes mais limitantes em sistemas de pastagens, geralmente, são o fósforo e o nitrogênio, sendo que um dos maiores problemas na implantação e manutenção de pastagens vêm sendo o baixo nível natural de fósforo na maioria dos solos brasileiros, além de sua alta capacidade de fixar este elemento, tornando-o ainda mais indisponível.

Esta deficiência generalizada de fósforo também afeta diretamente a qualidade da dieta animal, principalmente de bovinos criados a pasto. Hoje, sabe-se, que o nível de fósforo em plantas forrageiras encontra-se muito aquém da necessidade destes animais. Assim, vê-se a importância de se estabelecer melhores estratégias de determinação do estado nutricional destas pastagens. Atualmente, a avaliação do nível nutricional baseia-se na análise de solo, prática esta, sem dúvida, indispensável ao sucesso e sustentabilidade da produção. Porém, discute-se muito o quanto estes teores obtidos somente por meio de análises de solo correspondem à realidade do que ocorre no sistema solo-planta. Diante disso, vêm crescendo a tendência de se avaliar o teor dos nutrientes diretamente no tecido foliar, neste caso se aproximando melhor do teor de fato disponível, principalmente quando se fala em dieta animal.

Neste aspecto, estudos vêm trazendo o conceito de Curvas de Diluição, principalmente para o nitrogênio em plantas forrageiras, o que seria um instrumento direto de diagnose do estado nutricional destas plantas. Para o nitrogênio isto se encontra bem fundamentado, através dos trabalhos de Lemaire (1997), porém para fósforo hoje temos apenas trabalhos de análise indireta, em que os teores críticos de fósforo são obtidos através dos teores de nitrogênio na planta, portanto ainda não se determinou de forma direta um instrumento como este para os teores de fósforo.

O Brasil destaca-se, no cenário mundial, por possuir o maior rebanho comercial bovino criado exclusivamente a base de pasto (Martha & Corsi, 2001). Contudo a grande maioria destas áreas encontra-se sobre solos com deficiência de fósforo (P), sendo esta a deficiência mineral mais comum e de maior relevância econômica em sistemas de bovinos criados em pastejo (Tokarnia et al., 2000). Portanto, pode-se dizer que o fósforo é um dos nutrientes mais limitantes à produção de pastagens no Brasil (Macedo & Gonçalves, 1980; Macedo et al., 1985; Gatiboni et al., 2000; Gatiboni et al., 2003 e Bandinelli et al., 2005), fato este agravado pelo baixo uso de fertilizantes em pastagens no país. Martha & Corsi (2001) relatam que a aplicação de fertilizantes em pastagens no Brasil chega a valores de 7,4 kg de NPK por hectare por ano, o que resulta em quantidades insignificantes de fósforo repostos em nossas pastagens.

Dentre as espécies forrageiras de grande uso para a produção bovina na região subtropical do Brasil, destaca-se o azevém (*Lolium multiflorum* L.), sendo a segunda principal espécie forrageira de inverno para os Estados do sul do Brasil. O azevém é uma gramínea anual, com plantio variando de abril a junho na região subtropical e com ciclo durante outono-primavera, podendo também ser bianual em função de sua ressemeadura natural a partir do banco de sementes. Possui excelente potencial de acúmulo de matéria seca, obtendo em média produções de 7 a 8 t ha<sup>-1</sup>, mas podendo atingir valores acima de 10 t ha<sup>-1</sup> e boa qualidade nutricional, com teores de fósforo de em média 3 a 4 g kg<sup>-1</sup> na matéria seca, como citado por Matos et al. (2005). O azevém se adapta bem a diferentes tipos de solo e demonstra grande resposta a melhorias na fertilidade. A importância desta gramínea está relacionada à resistência às baixas temperaturas, já que nos meses de inverno há um déficit na oferta de pastagens quando se utiliza espécies perenes ou nativas, possibilitando a manutenção da oferta durante o ano (Canto et al., 2003) e evitando a perda de peso dos animais no inverno, fato citado por Knorr et al. (2005), Magnanti et al. (2005) e Crancio et al. (2006). Sendo assim, o conhecimento da influência da disponibilização de P para esta espécie, bem como a avaliação de seu estado nutricional é relevante para atingir a melhoria do setor produtivo brasileiro de bovinos.

Sabe-se que a disponibilidade de fósforo (P) no solo contribui para aumentar o acúmulo de matéria seca (MS) dos pastos (Rees, 1981; McLean & Kerridge, 1987; Baby et al., 1997; Rossi & Monteiro, 1999; Gheri et al., 2000; Mesquita et al., 2004; Melo et al., 2007), em função da influência positiva no perfilhamento, aumentando, portanto, a quantidade de alimento disponível. Também gera incrementos no teor de P na planta e conseqüentemente, na qualidade da forragem (McLean & Kerridge, 1987; Schunke et al., 1991). Outro efeito positivo do P seria um maior desenvolvimento das raízes, tanto em comprimento quanto em massa total (Klepker & Anghinoni, 1995; Rosolem & Marcello, 2008; Rossi & Monteiro, 1999; Mesquita et al., 2004; Melo et al., 2007). Porém, cabe ressaltar que outros autores encontraram resultados contrários, demonstrando que em situação de deficiência houve um acréscimo no desenvolvimento das raízes (Rosolem & Marcello, 1998; Mollier & Pellerin, 1999; Bhadoria et al., 2004).

O P também tem relação com o nitrogênio (N) na planta. O aumento na disponibilidade de P no solo pode gerar modificações na absorção e no metabolismo do N na planta (Novais e Smith, 1999). Há trabalhos que citam um possível sinergismo entre o P e o N, em que a correta disponibilização de P às plantas geraria um melhor aproveitamento do N e vice-versa, contribuindo para uma maior produção de MS (Lira et al., 1994; Alves et al., 1996; Patês et al., 2008).

Portanto, a relevância deste trabalho está em compreender a influência do P no solo sobre o azevém nas condições do Sul do Brasil, de forma que possa contribuir para a avaliação do estado nutricional e da qualidade das pastagens.

A acurácia das recomendações de adubação fosfatada é essencial para sustentar a produção vegetal. Métodos de análise de solo foram desenvolvidos, porém alguns trabalhos indicam que as análises de solo podem ser pouco precisas com relação ao requerimento de P pelas plantas em condição de campo (Morel et al., 1992; Heckman et al., 2006) principalmente porque estes métodos não consideram a lenta disponibilidade do P adsorvido (Steffens, 1994) e a mineralização do P orgânico (Tiessen et al., 1994).

Alguns autores propõem a busca de técnicas complementares para a verificação do estado nutricional, como análises foliares e modelos matemáticos que indicam níveis limitantes de nutrientes para a planta (Lemaire & Salette, 1984; Lemaire, 1997; Théliier-Huché et al., 1999). Lemaire (1997) desenvolveu o conceito da concentração crítica de nitrogênio na biomassa aérea denominada de Curva de Diluição, a qual corresponde à concentração mínima de nitrogênio, num determinando ponto de acúmulo de matéria seca, necessária para garantir a produção em plenitude. Modelos indiretos foram propostos para verificação do estado nutricional quanto ao fósforo e ao potássio, utilizando a relação entre o teor de N e o teor necessário dos demais nutrientes (Salette & Huché, 1991; Sartor, 2009) e um modelo semelhante ao do nitrogênio foi sugerido para fósforo por Ziadi et al. (2007) na cultura do milho.

### 1.1. Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de doses crescentes de fósforo no acúmulo de biomassa, no desenvolvimento radicular e na composição química do azevém (*Lolium multiflorum* L.). Além disso, propôs-se a analisar a possibilidade de estabelecer uma curva indicadora da diluição do P para o azevém, a fim de gerar uma alternativa para avaliação do estado nutricional desta cultura.

### 1.1.1. Objetivos específicos:

- Avaliar a resposta desta espécie quanto ao acúmulo de biomassa em relação a doses crescentes de P.
- Avaliar o efeito da adubação fosfatada na composição química desta forragem: teor de N, P e C.
- Avaliar a resposta do azevém à adubação fosfatada quanto ao crescimento de raiz.
- Utilizar os dados de acúmulo de matéria seca e teor de P no tecido vegetal para gerar uma curva de diluição do P.

### 1.2. Hipóteses

- A adubação fosfatada contribui com o aumento do acúmulo de matéria seca, mediante o fato de que está diretamente relacionada ao aumento da eficiência no uso do N e de propiciar maior perfilhamento.
- Com o aumento das doses de P no solo há um aumento na concentração de P no tecido vegetal e espera-se um maior teor de N e conseqüentemente maiores teores de proteína bruta, visto que há uma melhora na eficiência de absorção do N em maior presença de P.
- A aplicação do fósforo contribui com um maior crescimento radicular, já que o P possui papel fundamental no desenvolvimento das raízes.
- É possível, através dos dados de acúmulo de massa e teor de P no tecido vegetal, gerar uma curva de diluição do fósforo.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS:

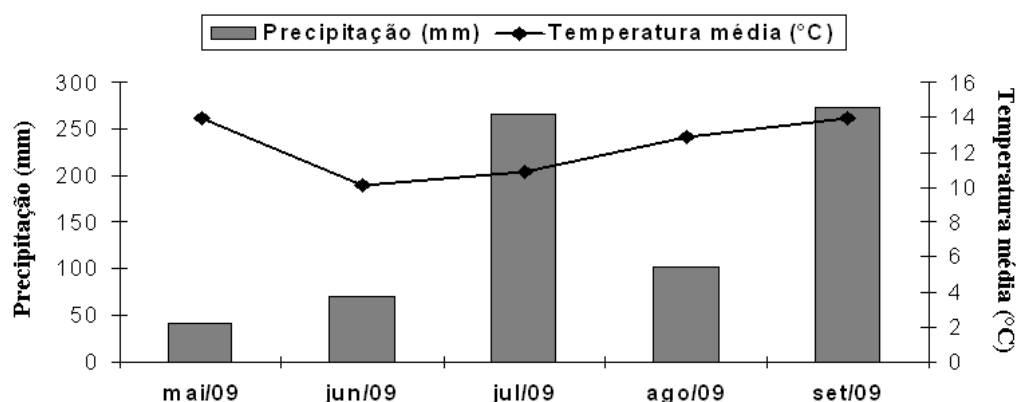
### 2.1 Área experimental

O experimento foi conduzido na Estação Experimental do Canguiri (EEC), pertencente à Universidade Federal do Paraná, município de Pinhais – PR, situada no Primeiro Planalto Paranaense. O solo na área experimental foi classificado como Cambissolo Húmico Distrófico típico (Embrapa, 2006) com teores iniciais muito baixos de P ( $1,6 \text{ mg dm}^{-3}$ ) e médios de K ( $0,13 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC, 2004) pelo extrator Mehlich I (Tabela 1) e tratava-se de um solo sob condição original de campo nativo subtropical.

**Tabela 1. Análise química inicial do solo da área experimental**

pH	$\text{Al}^{+3}$	$\text{H}^+ + \text{Al}^{+3}$	$\text{Ca}^{+2}$	$\text{Mg}^{+2}$	$\text{K}^+$	SB	CTC	
CaCl <sub>2</sub>	SMP							
cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>								
4,1	5,1	3,4	9,7	2,0	1,7	0,13	3,83	
P		C	V	m	Ca/Mg	Areia	Silte	Argila
mg dm <sup>-3</sup>		g dm <sup>-3</sup>		%		g kg <sup>-1</sup>		
1,6		40,9	28	47	1,2	180	320	500

O clima local é classificado como Cfb, segundo Köppen. A temperatura e precipitação média durante o experimento foram cedidas pelo Instituto Tecnológico SIMEPAR e constam na Figura 1, a seguir:



**Figura 1. Temperatura (°C) e precipitação (mm) média mensal na área experimental, no período da semeadura até o florescimento do azevém (FONTE: SIMEPAR, 2009).**



## 2.2. Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com 4 repetições e 5 tratamentos, sendo estes constituídos de doses de P (0, 45, 90, 180, 360 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>) aplicados na forma de Super Fosfato Triplo, totalizando 20 parcelas de 50 m<sup>2</sup> cada (10 x 5 m).

A área experimental foi previamente corrigida com 3 Mg ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico PRNT 70%, precedida de aração do solo em abril de 2009.

A semeadura do azevém (*Lolium multiflorum* L.) ocorreu no mês de maio de 2009 a lanço numa taxa de 60 kg de sementes ha<sup>-1</sup>. Por ocasião da semeadura foi efetuada adubação com 200 kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de uréia e 120 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O na forma de KCl, a lanço em toda a área experimental. Após isso, efetuou-se a aplicação do P, também a lanço, em cada parcela, segundo a respectiva dose do tratamento.

## 2.3. Amostragem de massa vegetal

As amostragens de massa vegetal iniciaram-se no dia 31/07/09, quando as plantas atingiram o acúmulo de 500 kg ha<sup>-1</sup> de MS, o que ocorreu para o tratamento de 360 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>, mas procedeu-se o corte de todos os tratamentos. A partir desta data foram efetuadas coletas semanais com intuito de acompanhar o desenvolvimento das plantas até o ponto de florescimento, o qual ocorreu em 18/09/09. Portanto, foram 8 amostragens: 52, 59, 66, 73, 80, 87, 94 e 101 dias após a germinação. As amostragens foram realizadas semanalmente e consistiram no corte da massa vegetal a 5 cm do solo em faixas de 2 m<sup>2</sup> (0,5 x 4,0 m) com auxílio de um quadrado de metal. Foi feita a pesagem da matéria verde e neste momento, uma subamostra de 300 g de material verde era separada para posteriores análises químicas.

## 2.4. Avaliação do acúmulo de matéria seca (MS)

O acúmulo de MS foi avaliado em todas as épocas de amostragem. O peso seco foi obtido pela secagem da massa vegetal coletada em estufa com circulação de ar a 60°C até atingir peso constante.

## 2.5. Avaliação dos teores de P, N e C no tecido vegetal

Os teores de P, N e C foram avaliados em todos os períodos amostrados. O P foi analisado através da metodologia descrita por Martins e Reissman (2007), denominada de combustão via seca e com posterior determinação utilizando o molibdato-vanadato de amônio de reação amarela e espectrometria em 420 nm. O N e o C foram obtidos por combustão via seca, através do aparelho VARIO EL III - Elementar®. Os teores de N foram utilizados para estimar a proteína bruta (PB), considerando que há 16% de N formando as proteínas (Jones, 1931).

## 2.6. Avaliação do perfilhamento

O perfilhamento foi analisado no florescimento, quando foi realizada uma coleta por parcelada da massa vegetal de uma área de 20 x 15 cm (0,03 m<sup>2</sup>), com auxílio de um gabarito. Foram contabilizados todos os perfilhos da amostra e calculado o número de perfilhos por m<sup>2</sup>. O peso médio de cada perfilho foi obtido após a secagem da amostra e divisão da massa seca pelo número de perfilhos.

## 2.7. Avaliação dos parâmetros radiculares

As raízes foram coletadas em três amostras de solo+raízes por parcela, utilizando um cilindro de 1,57 dm<sup>3</sup>. As amostras foram submersas em solução de NaOH 0,5N por 12 horas para dispersar a argila e facilitar a lavagem em água corrente (Ido, 2003). Após limpas, as raízes foram acondicionadas em frascos com álcool 50% a 0°C (Böhm, 1979). As raízes foram pesadas e submetidas ao aparelho WinRhizo para obtenção de diâmetro, comprimento e volume radicular. O comprimento obtido pelo aparelho foi utilizado para o cálculo da “Densidade de raízes” obtida pela divisão do comprimento de raízes (cm) pelo volume do solo amostrado (cm<sup>3</sup>).

As raízes foram secas em estufa com circulação de ar a 60°C até atingirem peso constante para a determinação da massa seca. Com os dados de massa seca foi possível calcular a relação parte aérea/raiz em massa/massa.

## 2.8. Estabelecimento da curva de diluição

A partir da derivação das curvas de regressão de acúmulo de MS de cada período, obtiveram-se os pontos máximos e conseqüentemente, as doses de P que geraram os maiores acúmulos de matéria seca em cada um destes períodos. Posteriormente, calculou-se a média destas doses, obtendo-se assim uma dose média capaz de gerar máximos acúmulos de MS no azevém ( $290 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ ). A partir disso, foi possível calcular o teor de P no tecido do azevém que esta dose geraria, a partir da substituição do valor de  $290 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$  nas equações de regressão do teor de P na planta. Assim, com os dados de acúmulo de matéria seca ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) e teor de fósforo no tecido foliar ( $\text{g kg}^{-1}$ ) foi obtida a curva de diluição do fósforo, ou seja, a evolução do teor de P por quilo de matéria seca ao longo do tempo.

## 2.9. Avaliação do teor de P no solo ao final do experimento

Após o final das avaliações na área experimental, foi coletada uma amostra de solo composta de 10 sub-amostras (0-20 cm) por parcela para análise do P disponível por Mehlich I.

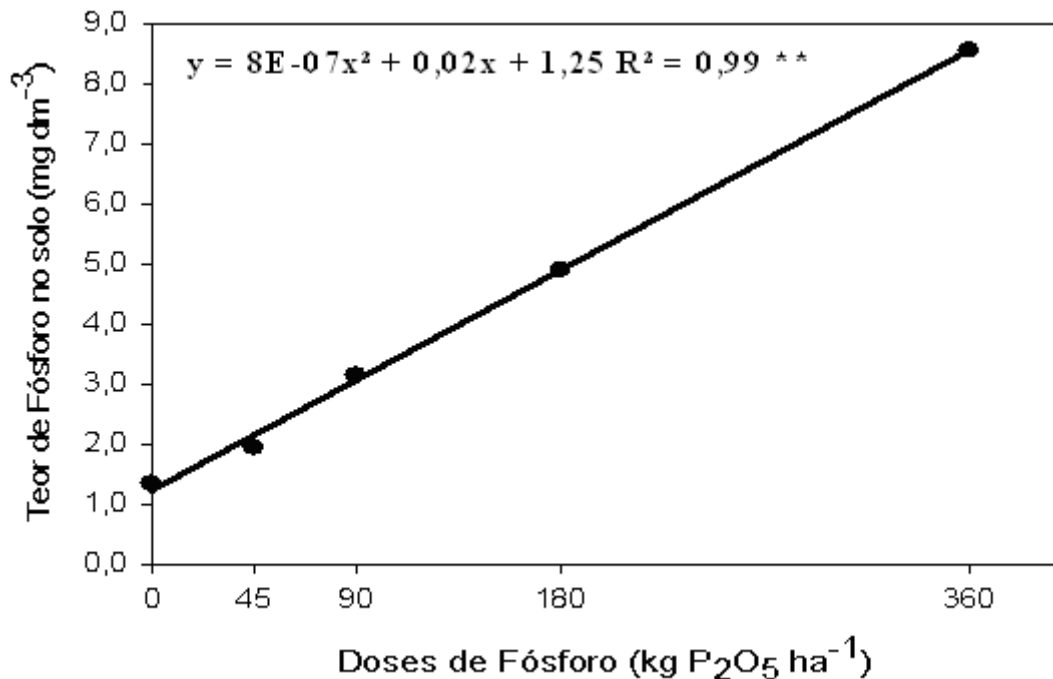
## 2.10. Análise estatística

Os dados de acúmulo de MS, teor de P na planta e no solo, perfilhamento, diluição do P e relação parte aérea/raiz foram submetidos à Análise de Regressão. Os dados referentes às raízes e aos teores de N e C foram submetidos à comparação de médias pelo Teste de Duncan. As análises foram realizadas através do programa estatístico ASSISTAT (versão 7.5 beta 2010).

# 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

## 3.1. Teor de Fósforo disponível no solo

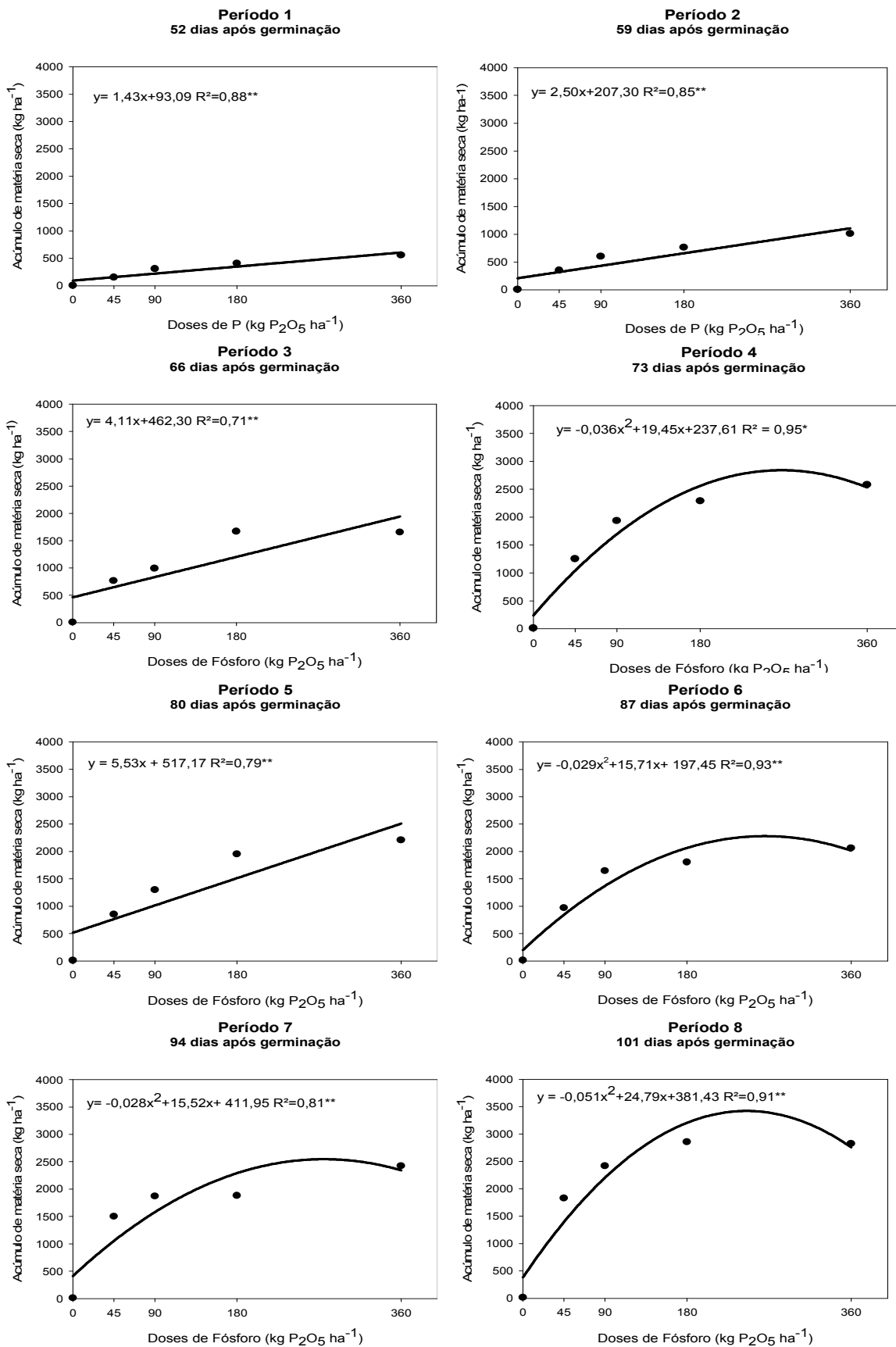
A adubação fosfatada gerou incrementos substanciais no teor de fósforo disponível no solo na camada de 0-20 cm (Figura 2), atingindo cerca de  $8,6 \text{ mg dm}^{-3}$  para a maior dose ( $360 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ ), enquanto a testemunha manteve-se em apenas  $1,4 \text{ mg dm}^{-3}$ . Passando, portanto, de teores iniciais de P considerados muito baixos para valores médios, após o experimento (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC, 2004).



**Figura 2. Incremento no teor de fósforo disponível do solo na camada de 0 - 20 cm (Mehlich I) com a adubação fosfatada.**

### 3.2. Acúmulo de matéria seca

A adubação fosfatada gerou ganhos no acúmulo de matéria seca em todos os períodos analisados (Figura 3), confirmando a carência de P indicada pela análise química inicial da área experimental (Tabela 1). Inclusive, houve dificuldade na avaliação da produtividade da testemunha, dado ao baixo estabelecimento e crescimento do azevém na condição de teor muito baixo de P (1,6 mg dm<sup>-3</sup>), sendo observada apenas a ocorrência de pequenas touceiras de modo isolado na parcela. O que comprova o prejuízo à produção do azevém em ambiente pobre em fósforo, mesmo todos os outros fatores estando corrigidos.

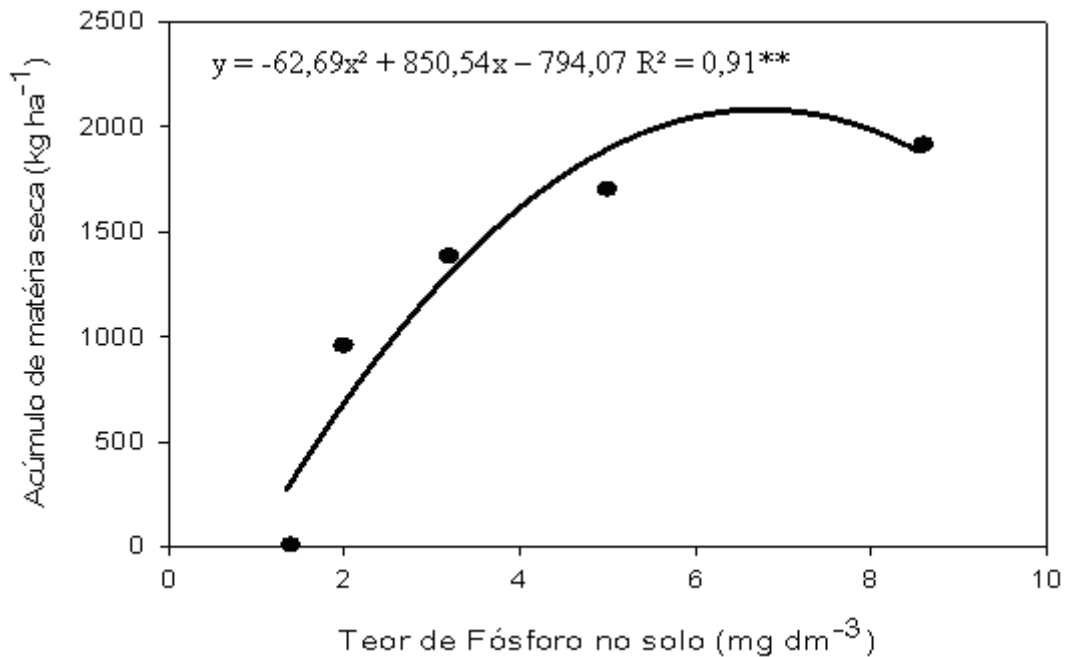


**Figura 3.** Acúmulo de matéria seca do azevém ( $\text{kg MS ha}^{-1}$ ), em cada período de amostragem, submetido a doses crescentes de fósforo.

O comportamento da resposta ao uso de P variou em função do período analisado durante o ciclo da cultura (Figura 3). Nos três primeiros períodos notou-se um comportamento linear no acúmulo de matéria seca, ou seja, até cerca de 66 dias após a germinação. Já a partir do 4º período, este comportamento do acúmulo de massa seca começou a tornar-se quadrático. Tal fato demonstra que a adubação fosfatada em solos pobres em P, como o utilizado neste estudo, propicia um arranque inicial na produção da pastagem, o que na prática possibilitaria a entrada dos animais mais rapidamente após a semeadura. Fato de grande interesse quando se leva em conta o papel do azevém como alternativa para manter a oferta de pasto no inverno, possibilitando a diminuição do intervalo de oferta entre o verão e o inverno.

O acúmulo máximo de MS ficou próximo de 2850 kg ha<sup>-1</sup> quando as plantas atingiram o florescimento (101 dias após a germinação, Figura 3). Este valor pode ser considerado expressivo, se considerarmos que não houve cortes e somatório dos cortes, ou seja, que esta produção se refere apenas ao acúmulo de MS num intervalo de 2 meses, da emergência ao florescimento, demonstrando o grande potencial desta espécie quando comparada à produção de atingida por pastagens nativas, como no trabalho de Gatiboni et al. (2000) que com adubação e correção atingiu apenas 600 kg MS ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> com pasto nativo no inverno com somatório de cortes, pois pastos nativos apesar de possuírem produções de 6000 kg MS ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (Gatiboni et al., 2000) até 10000 kg MS ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (Siewerdt et al., 1995), este acúmulo se concentra no verão, devido às espécies mais comuns encontradas nestas pastagens naturais. Já o acúmulo de MS obtido sem a adição de P, foi insignificante e muito abaixo do relatado para campo nativo. Sendo assim a prática comum da simples introdução do azevém em áreas de pastagem nativa (solos com baixo teor de P) sem o suprimento de fósforo, como no caso da testemunha, não seria indicada, inclusive podendo piorar a situação de oferta de pastagem aos animais no inverno.

Os incrementos lineares no teor de P disponível no solo demonstraram correlação positiva com o acúmulo de MS médio de cada dose entre todos os períodos amostrados até 6,8 mg dm<sup>-3</sup> de P disponível no solo (Figura 4).

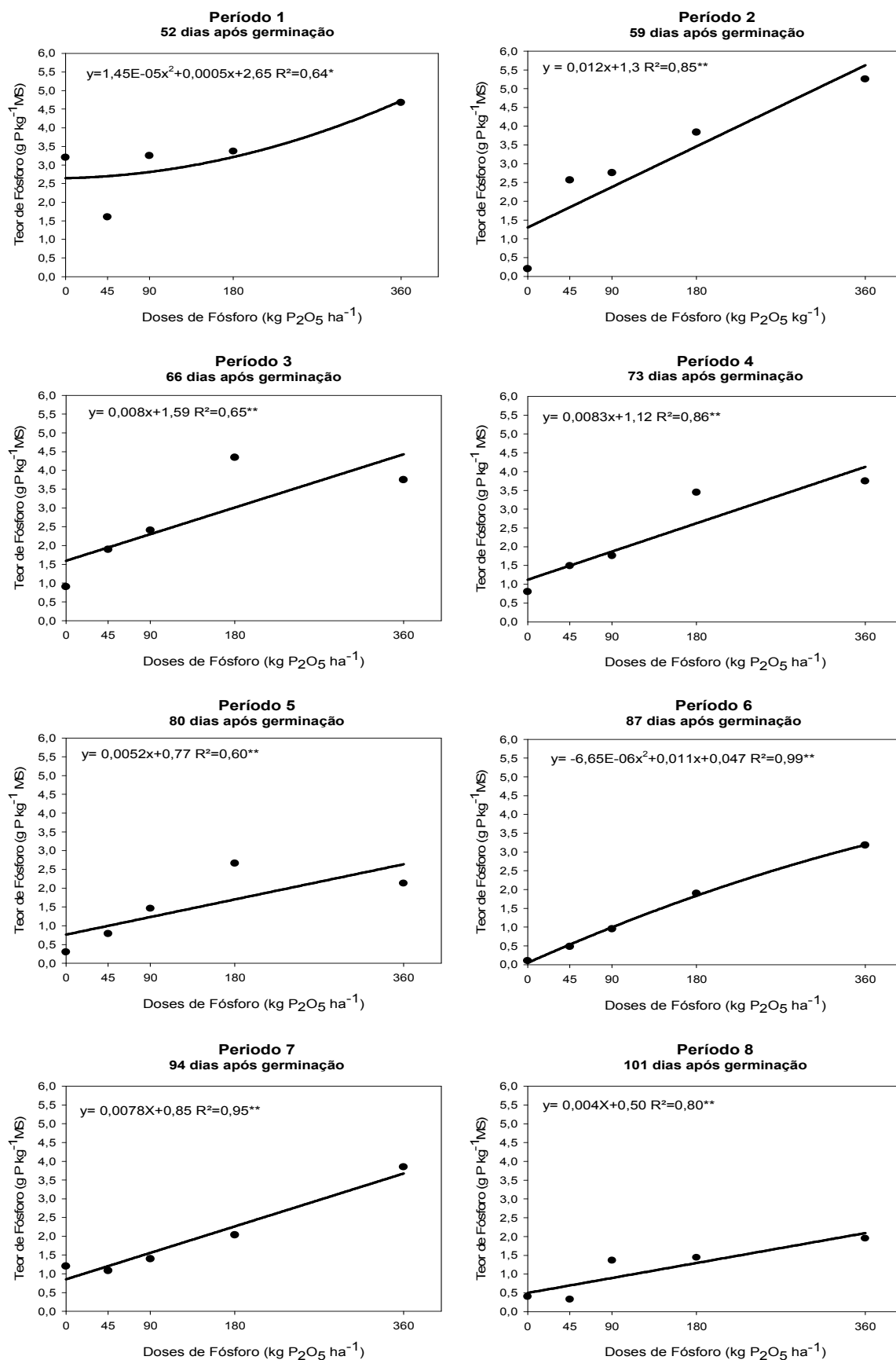


**Figura 4. Efeito do teor de P disponível no solo (0-20 cm) – Mehlich I no acúmulo de matéria seca\* do azevém. (\*acúmulo médio de cada dose em todos os períodos avaliados)**

### 3.3 Teores de fósforo no tecido vegetal

O teor de P no tecido foliar também apresentou aumentos em todos os períodos avaliados. A máxima concentração de P foi com a aplicação de 290 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> considerando uma dose média para todas as avaliações (Figura 5), já que muitos períodos obtiveram comportamentos lineares e portanto, não atingiram a dose de máxima eficiência. Os resultados indicam que é possível obter valores superiores ao valor médio de P de 1,3 g kg<sup>-1</sup>, encontrado por Trindade & Cavalheiro (1990) ao avaliarem 568 amostras de pastagem sobre solos de campo nativo, como o utilizado neste trabalho. Indicando assim uma melhoria na qualidade do pasto sobre estes solos, através da implantação do azevém conjuntamente à adubação com fósforo. Porém, a simples implantação desta espécie nestes solos, sem adubação, poderia gerar diminuição no teor de P disponível aos animais, já que o azevém no tratamento sem adição de P atingiu nível médio de apenas 0,9 g kg<sup>-1</sup>.

Considerando as exigências minerais do gado de corte, para crescimento e terminação de cerca de 3 g kg<sup>-1</sup> de P na MS (NRC, 1996), as doses de 180 e 360 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> conseguiriam suprir esta exigência em praticamente todos os períodos, como pode ser observado na Figura 5.



**Figura 5.** Teor de fósforo no tecido vegetal do azevém ( $\text{g P kg}^{-1}$  MS), em cada período de amostragem, submetido a doses crescentes de fósforo.



### 3.4. Teores de Nitrogênio e Carbono no tecido vegetal

Já os teores de N e C no tecido foliar não foram influenciados pelas doses de P (Tabela 3). As plantas sem aplicação de P mostraram-se superiores nos teores de N, o que pode ser explicado pela ausência da diluição do N na MS, pois ao decorrer do experimento, os tratamentos com adubação passaram a acumular matéria seca e a sofrer o efeito da diluição do N no tecido, enquanto a testemunha, como estagnou seu crescimento já no primeiro período avaliado, não sofreu esta diluição, e por isso, demonstrou teores superiores de N, semelhantes aos iniciais, pois num primeiro momento todos os tratamentos possuíam teores elevados de N e semelhantes entre si, o que é abordado por Plénet e Cruz (1997) citados por Sartor (2009), que indicam que a aplicação de N em períodos precoces leva a planta a absorver altas quantidades de N, podendo ser considerados como uma reserva para seu crescimento.

**Tabela 2. Teores de N ( $\text{g kg}^{-1}$ ) e C (%) na MS e acúmulo de Proteína bruta (PB) e Carbono (C) do azevém submetido a doses crescentes de P, em um Cambissolo pobre em P da Região subtropical do Brasil.**

Tratamento	Teor na planta								
	Dias após a germinação								
kg $\text{P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$	52d	59d	66d	73d	80d	87d	94d	101d	
	N ( $\text{g kg}^{-1}$ )								
Grau de significância									
	*	**	**	**	**	**	ns	**	
0	5,7 ab	6,5 a	5,9 a	6,4 a	5,3 a	4,9 a	3,0 a	5,0 a	
45	6,2 a	5,1 b	3,8 b	3,7 b	3,6 b	2,7 b	3,0 a	2,5 b	
90	5,3 b	4,6 bc	4,0 b	3,7 b	3,0 bc	2,9 b	2,9 a	2,5 b	
180	5,5 b	4,9 b	4,1 b	3,8 b	3,1 bc	3,0 b	2,6 a	2,1 b	
360	5,5 b	4,2 c	3,9 b	3,6 b	2,6 c	3,0 b	2,9 a	2,4 b	
C (%)									
Grau de significância									
	ns	ns	ns	*	*	ns	ns	ns	
0	42	39	40	42 a	41 a	36	41	40	
45	42	39	39	41 ab	39 b	40	39	38	
90	42	39	40	41 b	39 b	39	38	39	
180	42	39	40	41 ab	39 b	37	39	39	
360	41	38	40	40 b	39 b	38	39	39	
Acúmulo ( $\text{kg ha}^{-1}$ )									
PB									
Grau de significância									
	**	**	**	**	**	**	**	**	
0	1 d	2 d	2 c	3 d	3 d	4 c	2 c	5 b	
45	57 cd	107 c	180 b	286 c	189 c	159 b	275 c	281 a	
90	99 bc	166 bc	245 b	438 b	241 bc	292 a	337 ab	386 a	
180	140 ab	233 ab	429 a	536 ab	388 a	338 a	306 b	379 a	
360	188 a	251 a	394 a	569 a	341 ab	374 a	436 a	429 a	
C									
Grau de significância									
	**	**	**	**	**	**	**	**	
0	1 d	1 d	2 c	3 c	4 d	4 c	4 d	6 c	
45	64 cd	135 c	298 b	511 b	333 c	383 b	584 c	696 b	
90	130 bc	231 bc	398 b	789 a	507 bc	642 a	706 bc	950 a	
180	172 ab	298 ab	675 a	938 a	761 ab	667 a	732 b	1114 a	
360	228 a	384 a	660 a	1043 a	851 a	783 a	943 a	1114 a	

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \geq p < 0,05$ )

ns não significativo ( $p \geq 0,05$ )

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Duncan no sentido das colunas

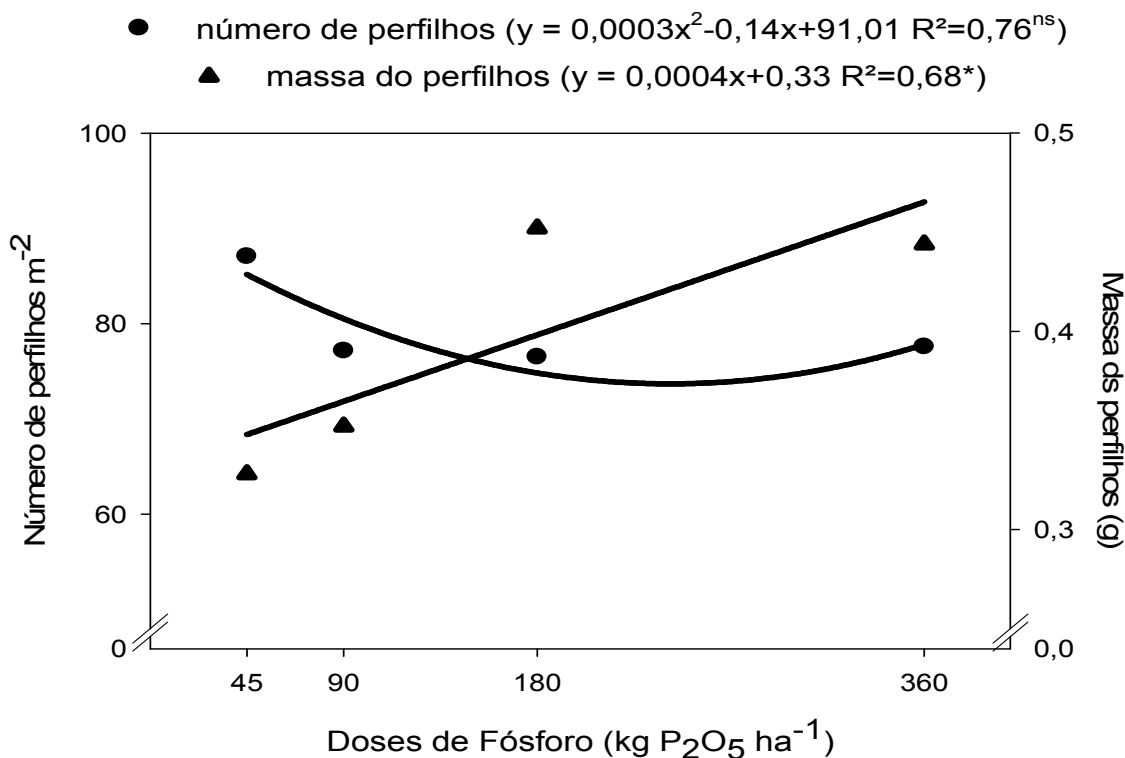
Apesar de não haver diferença na concentração do N na planta, houve diferença na absorção absoluta de N, ou seja, como as plantas mais adubadas acumularam mais matéria seca, a quantidade de N absorvida por área tornou-se muito maior para as plantas sob doses crescentes de P. Confirmando uma maior absorção de N em presença de P, o que traz benefícios como o aumento na oferta de Proteína Bruta por hectare com a aplicação do P (Tabela 2), sendo que as doses de 180 e 360  $\text{kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$  geraram os maiores acúmulos de PB até cerca de 80 dias após a germinação e a partir deste período as doses menores (45 e 90  $\text{kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ ) atingiram o mesmo acúmulo das anteriores.

Os teores de carbono mantiveram-se constantes, ficando próximos a 40% da MS, o que demonstra um grande potencial desta planta como entrada de carbono no sistema. A maior dose de P (360 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>) seria capaz de adicionar cerca de 1 Mg C ha<sup>-1</sup> apenas no período de outono/inverno, pela parte aérea (Tabela 2).

### 3.5. Perfilhamento

O aumento no acúmulo de MS com a adubação fosfatada foi consequência do aumento na massa seca dos perfilhos (Figura 6) e não no aumento do número destes (Figura 6). O aumento das doses gerou ganhos lineares na massa dos perfilhos, sendo que a maior dose gerou perfilhos de em média 0,45 g contra 0,3 g da dose de 45 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> (figura 6).

As plantas do tratamento sem aplicação de P não perfilharam, estagnando seu crescimento logo após o período da emergência e permanecendo assim até o final da avaliação. E por isso não foram amostradas para este parâmetro. Os dados demonstram que não houve influência das doses de P no número de perfilhos das plantas. Porém, há influência da presença do P no perfilhamento, já que a testemunha não chegou a perfilhar, mas doses menores de P (45 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>) já são suficientes. Cecato et al., (2008) encontraram respostas semelhantes a este trabalho, com aumento na massa dos perfilhos, porém sem haver influência significativa no número dos mesmos. O que discorda dos trabalhos de Cecato et al., (2000), Mesquita et al., (2004); Manarin, (2005) e Melo, (2007); os quais encontraram aumento no número de perfilhos de gramíneas forrageiras de verão com a adubação fosfatada.



**Figura 6. Número (unidades m<sup>-2</sup>) e massa dos perfilhos (g de MS) do azevém ao final do ciclo, sob doses crescentes de fósforo.**

### 3.6. Densidade, diâmetro médio e volume de raízes

As raízes sofreram influência pelo uso do P apenas para o comprimento total de raízes (cm) e conseqüentemente para a densidade de raízes no solo (cm cm<sup>-3</sup>). Porém, não houve diferença entre as doses estudadas, houve acréscimos na densidade de raízes apenas entre a testemunha e as demais doses (Tabela 3). Confirmando assim que a adição de fósforo seria capaz de gerar raízes mais desenvolvidas e por conseqüência, aumentando a densidade destas no solo (cm de raízes por cm<sup>3</sup> de solo) fazendo com que possam explorar mais o solo, provavelmente com maior capacidade de absorver água e nutrientes, aumentando ainda mais a capacidade de produção desta pastagem, no entanto, doses pequenas como a de 45 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> já parecem ser suficientes para assegurar o desenvolvimento das raízes. Os parâmetros de volume e diâmetro médio radicular não foram afetados pela adubação fosfatada (Tabela 3).

**Tabela 3. Parâmetros radiculares do azevém sob doses crescentes de fósforo.**

<b>Tratamento</b>	<b>Diâmetro médio (ns)</b>	<b>Volume radicular (ns)</b>	<b>Densidade (*)</b>
kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup>	mm	cm <sup>3</sup>	cm cm <sup>-3</sup>
<b>0</b>	0,706	4,06	1,56 <b>b</b>
<b>45</b>	0,861	7,10	3,03 <b>a</b>
<b>90</b>	0,921	8,18	2,92 <b>a</b>
<b>180</b>	0,892	8,19	2,84 <b>a</b>
<b>360</b>	0,872	6,75	2,88 <b>a</b>

(\*) significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \geq p < 0,05$ )

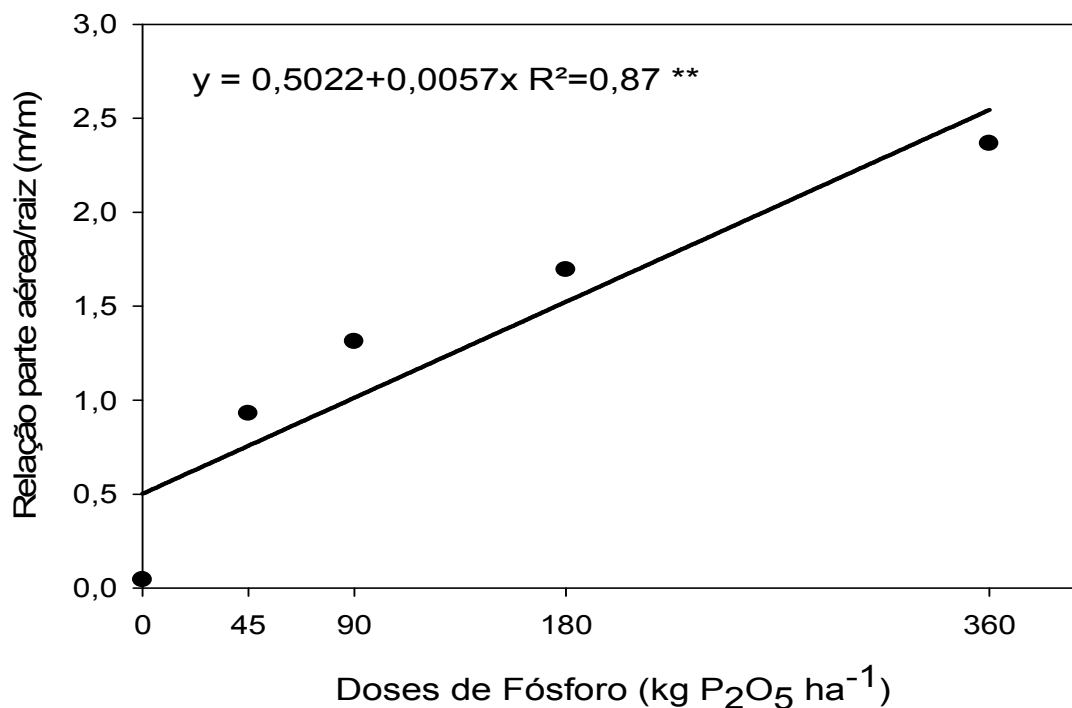
ns não significativo ( $p \geq 0,05$ )

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Duncan

Embora tanto a parte aérea quanto a densidade de raízes tenham sido beneficiadas pelo uso de P, houve diferença no grau de resposta entre as duas partes da planta avaliadas. A adubação fosfatada gerou ganhos bem menos expressivos no desenvolvimento radicular do que no desenvolvimento da parte aérea, corroborando com os resultados obtidos por Mesquita et al. (2004), pois a densidade de raízes já atingiu seu ganho máximo com a menor dose de P (45 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>), enquanto o acúmulo de MS foi influenciado positivamente até cerca de 250 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>.

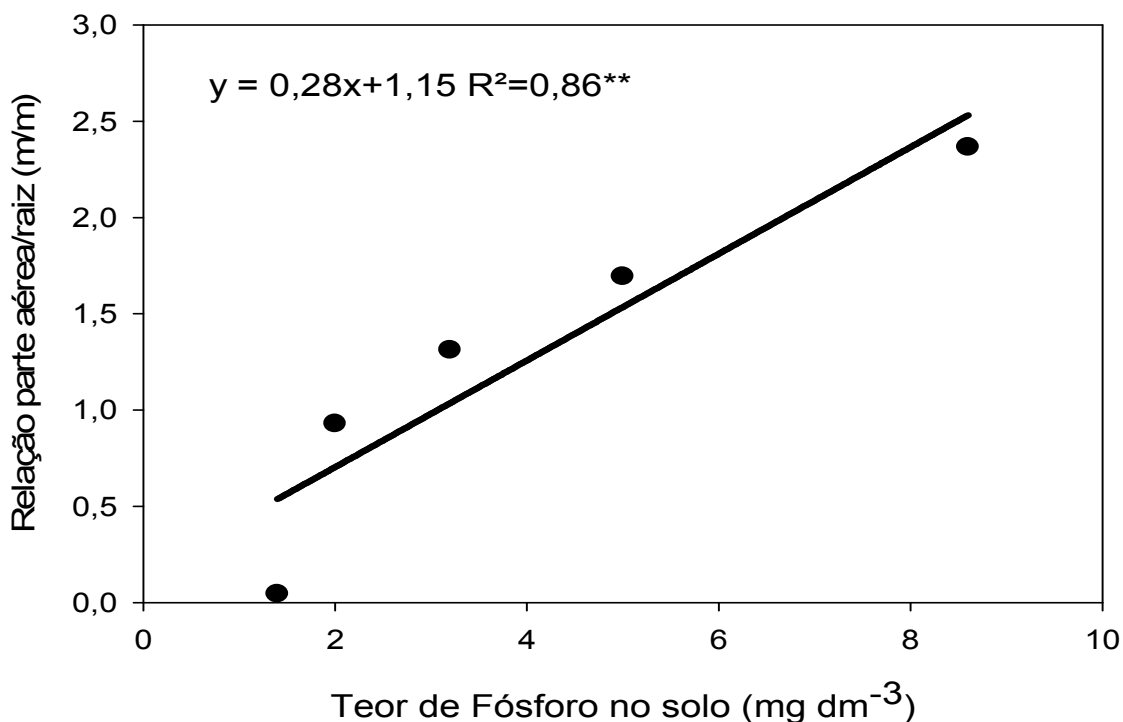
Ao analisar a razão entre a parte aérea e o sistema radicular das plantas (Figura 7), observa-se que as plantas em ausência da adubação fosfatada investiram no crescimento do sistema radicular em detrimento do acúmulo de matéria seca na parte aérea. Vários estudos mostram este efeito da adubação fosfatada no crescimento das raízes, demonstrando que em situação de deficiência de fósforo as raízes continuam se desenvolvendo (Rosolem & Marcello, 1998; Mollier & Pellerin, 1999; Bhadoria et al., 2004), como pôde ser observado pela ausência de diferença no volume radicular e diâmetro médio de raízes. O que pode ser explicado pela forma de absorção do P pelas raízes, pois como este nutriente é absorvido por rota simplástica, em situação de deficiência, o fósforo absorvido ficaria retido nestas células, funcionando a raiz como um dreno de P e, portanto, sustentando seu maior desenvolvimento em detrimento da parte aérea. O que explica a relação entre parte aérea e raiz de 0,04 para a testemunha, mostrando uma evolução maior do sistema radicular em detrimento da parte aérea. Já para as plantas adubadas (a partir de 90 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>), esta relação ficou acima de 1,0, mostrando maior investimento na parte aérea, pois como possuíam fonte de P concentrada em superfície e em local sem deficiência hídrica, puderam investir no crescimento da parte aérea, resultando numa raiz com desenvolvimento próximo ao da testemunha. Fato este relatado por vários autores, os quais demonstram que com a adubação fosfatada, ou seja, que em situação de adequado suprimento de

P, as raízes muitas vezes tornaram-se menos desenvolvidas (Vilela & Anghinoni, 1984; Hajabbasi & Shumacher, 1994; Kanno et al., 2001; Manarin, 2005).



**Figura 7. Relação entre acúmulo de matéria seca aérea\* e radicular de azevém (m/m), sob doses crescentes de fósforo.** \*acúmulo médio de cada dose entre os períodos

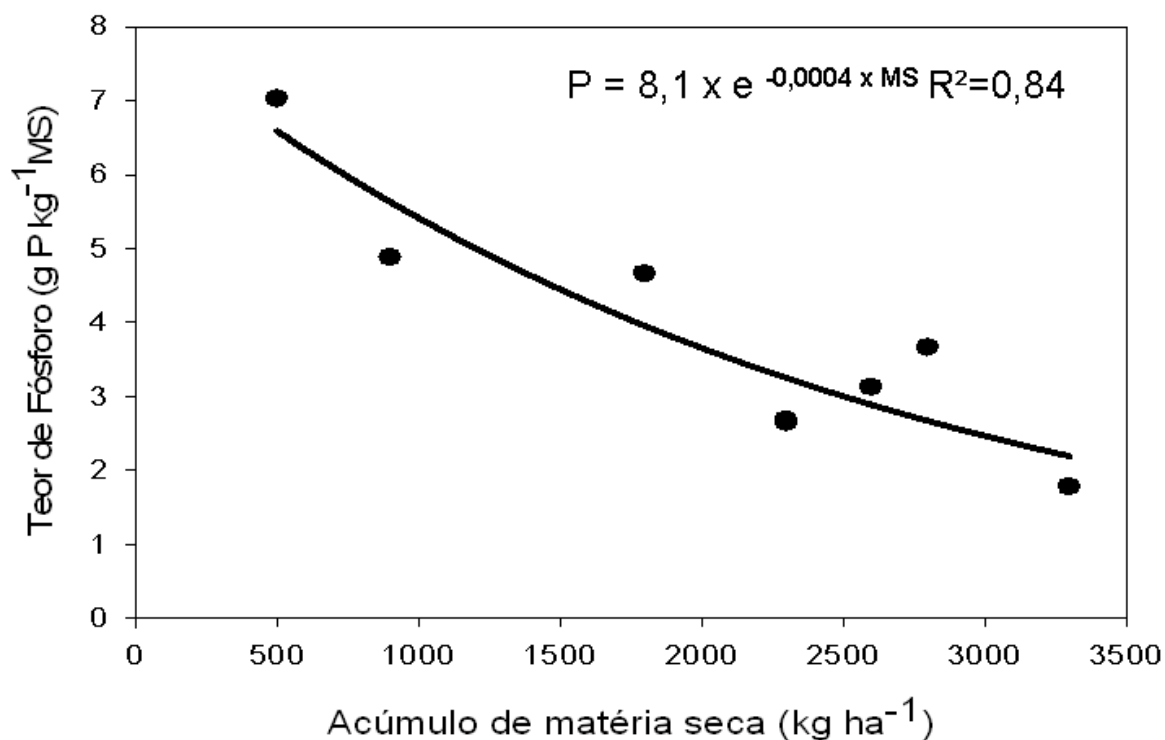
O teor de P disponível no solo (Mehlich I) também demonstra possuir relação direta com os valores da razão entre parte aérea e raiz, confirmando que as plantas tendem a investir no crescimento da parte aérea com o aumento nos teores de P disponível no solo (Figura 8).



**Figura 8.** Efeito do teor de P no solo (0-20cm) – Mehlich I na relação entre produção de MS (kg ha<sup>-1</sup>) pela parte aérea e pelas raízes.

### 3.7. Curva de diluição do fósforo

Com o crescimento da pastagem e maior acúmulo de matéria seca era esperado que houvesse uma diminuição na concentração do P no tecido vegetal. Com o conhecimento da dose média de máximo acúmulo de MS (290 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>), tornou-se possível estipularmos uma curva de diluição para o P no azevém (Figura 9), a qual demonstraria o teor adequado de P na planta para máximas produções. Ao analisar a curva nota-se que este efeito de diluição é bastante evidente, já que com o passar do tempo e com o aumento no acúmulo de matéria seca o teor de P foi diminuindo gradativamente, sendo “diluído” na matéria seca. O interessante desta curva consiste em seu potencial como instrumento de diagnose nutricional, já que ela indica o teor adequado de P no tecido para máximas produções de matéria seca do pasto. Portanto, seria possível, através de curvas como esta, determinar o nível adequado de P do azevém, o nível crítico de P.



**Figura 9. Curva de diluição do fósforo para a cultura do azevém em Cambissolo pobre em fósforo na Região Subtropical do Brasil. ( $e=2,72$ )**

#### 4. CONCLUSÕES

A adubação fosfatada gerou aumentos no acúmulo de matéria seca em todos os períodos avaliados.

Os teores de fósforo na planta aumentaram em todos os períodos com a adubação fosfatada, porém não houve aumentos nos teores de N e C no tecido vegetal com o aumento do P, apenas aumento na absorção total de nitrogênio e conseqüentemente no acúmulo de proteína bruta.

O P exerce influência sobre o desenvolvimento radicular, através do aumento da densidade de raízes no solo, sendo que doses próximas a 45 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> foram capazes de gerar o máximo desenvolvimento das raízes do azevém. Em situação de deficiência de P as plantas tendem a investir no crescimento das raízes em detrimento do desenvolvimento da parte aérea e o contrário ocorre com o suprimento maior de P.

Foi possível estabelecer uma Curva de Diluição para o P em azevém.



## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Cabe ressaltar que este estudo propôs-se a gerar apenas um indicativo de que é possível criar uma curva direta da diluição de P para pastagem, sem a necessidade de acompanhar os níveis de N. Porém seriam necessários estudos mais longos e em condições ambientais diversas, como clima e solo, para se ter uma curva confiável como instrumento de diagnose do estado nutricional.

Durante o trabalho ocorreram certas dificuldades metodológicas, como o corte do azevém a 5 cm do solo, que com o intuito de diminuir a contaminação da amostra acabou, provavelmente, comprometendo o valor de acúmulo de matéria seca do azevém que atingiu valores bem menores do que o encontrado para esta espécie. Os valores de acúmulo de matéria seca também foram comprometidos pela ausência de cortes de uniformização da parcela, rebrote e somatória de cortes, prática esta usual na experimentação com forrageiras, mas devido à necessidade de acompanhamento do desenvolvimento até o florescimento para a composição da curva, não foi realizada. Por isso, o potencial de acúmulo do azevém foi comprometido, tendo em vista que ele não sofreu rebrotos e novos acúmulos, o que foi facilmente visualizado a campo já que as faixas cortadas anteriormente rapidamente atingiam a altura da faixa seguinte, indicando um acúmulo muito maior.

A calagem da área experimental foi feita com  $3 \text{ Mg ha}^{-1}$  de calcário PRNT 70%, o que foi aquém da necessidade de calagem e num intervalo anterior ao estabelecimento da cultura muito pequeno, porém não se observou prejuízos ao sistema radicular das plantas e à aparência da cultura devido ao alumínio tóxico, provavelmente pelo alto teor de matéria orgânica deste solo (7%). Além de nas parcelas adubadas, haver o efeito do P, o qual teria a capacidade de diminuir a toxidez do alumínio, pela precipitação em pH baixo. Mesmo nas parcelas testemunhas, que não receberam fósforo, o desenvolvimento em relação a diâmetro e volume radicular das raízes não diferiu dos demais tratamentos.

O que pode ter sido afetado pelo pH baixo do solo foi a dose de máximo acúmulo de matéria seca, que em média ficou em torno de  $290 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ , valor bem acima da recomendação usual de fósforo. Em situação de pH baixo, parte do P do solo se encontra precipitado com o alumínio, portanto, provavelmente este fósforo adicionado atuou neste sentido aumentando a necessidade de fósforo, tornando as doses necessárias maiores.

O número de perfilhos geralmente é afetado por doses de fósforo, o que não ocorreu neste trabalho, provavelmente devido ao plantio a lanço e com alta taxa de sementes, o que produziu um estande mais adensado, diminuindo o perfilhamento das plantas e privilegiando o crescimento do perfilho em altura e portanto, aumentando a massa dos perfilhos.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, V.M.C.; NOVAIS, R.F.; OLIVEIRA, M.F.G.; BARROS, N.F. Efeito da omissão de fósforo na absorção de nitrogênio por híbridos de milho (*Zea mays*, L.). *Revista Ceres*, 43 (248): 435-443, 1996.

BABY, M.N.; LUSTOSA, S.B.C.; MORAES, A.; MOTTA, A.C.V.; STANGER, R.L. Improvement of subtropical native grasslands with forage species and phosphorus fertilizers. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, Canadá, 1997. *Proceedings*. Canada, 1997.p.21/13-21/14.

BANDINELLI, D.G.; GATIBONI, L.C.; TRINDADE, J.P.P.; QUADROS L.F.F.; KAMINSKI, J.; FLORES, J.P.C.; BRUNETTO, G.; SAGGIN, A. Composição florística de pastagem natural afetada por fontes de fósforo, calagem e introdução de espécies forrageiras de estação fria. *Ciência Rural*, 35(1):84-91, 2005.

BHADORIA, P.S.; EL DESSOUGI, H.; LIEBERSBACH, H.; CLAASSEN, N. Phosphorus uptake kinetics, size of root system and growth of maize and groundnut in solution culture. *Plant and Soil*, 262:327–336, 2004.

BÖHM, W. *Methods of studying root systems*. Berlin, Springer-Verlag, 1979. 188p.

CANTO, M.W.; LIMA, M.Y.S.M.; SENGIK, E.; RICKLI, M.E. Diferentes profundidades de incorporação de adubo fosfatado na produção de massa seca e no perfilhamento da Aveia Preta (*Avena strigosa*). *Revista Acta Scientiarum: Agronomy*, 25(2):359-363, 2003.

CECATO, U.; SKROBOT, V.D.; FAKIR, G.R.; BRANCO, A.F.; GALBEIRO, S.; GOMES, J.A.N. Perfilhamento e características estruturais do capim-Mombaça, adubado com fontes de fósforo, com pastejo. *Revista Acta Scientiarum: Animal Science*, 30(1):1-7, 2008.

CECATO, U.; YANAKA, F.Y.; BRITO FILHO, M.R.T.; SANTOS, G.T.; CANTO, M.W.; ONORATO, W.M.; PETERNELLI, M. Influência da adubação nitrogenada e fosfatada na produção, na rebrota e no perfilhamento do capim-marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf. Cv. Marandu). *Revista Acta Scientiarum*, 22(3):817-822, 2000.

CRANCIO, L.A.; CARVALHO, P.C.F.; NABINGER, C.; SILVA, J.L.S.; SANTOS, R.J.; SANTOS, D.T.; PELLEGRINI, L.G. Ganho de peso de novilhas em pastagem nativa da Serra do Sudeste do RS submetida ao controle de plantas indesejáveis e intensidade de pastejo. *Ciência Rural*, 36(4):265-1271, 2006.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10. ed. Porto Alegre, SBCS - Núcleo Regional Sul: UFRGS, 2004. 400p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

GATIBONI, L.C.; KAMINSKI, J.; PELLEGRINI, J.B.R.; BRUNETTO, G.; SAGGIN, A.; FLORES, J.P.C. Influência da adubação fosfatada e da introdução de espécies forrageiras de inverno na oferta de forragem de pastagem natural. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35(8):1663-1668, 2000.

GATIBONI, L.C.; KAMINSKI, J.; RHEINHEIMER, D.S.; BRUNETTO, G. Superphosphate and rock phosphates as P-source for grass-clover pasture on a limed acid soil of Southern Brazil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 34(17&18):2503-2514, 2003.

GHERI, E.O.; CRUZ, M.C.P.; FERREIRA, M.E.; DA PALMA, L.A.S. Nível crítico de fósforo para *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35:1809-1816, 2000.

HAJABBASI, M.A.; SCHUMACHER, T.E. Phosphorus effects on root growth and development in two maize genotypes. *Plant and Soil*, 158:39-46, 1994.

HECKMAN, J.R.; JOKELA, W.; MORRIS, T.; BEEGLE, D.B.; SIMS, J.T.; COALE, F.J.; HERBERT, S.; GRIFFIN, T.; HOSKINS, B.; JEMISON, J.; SULLIVAN, W.M.; BHUMBLA, D.; ESTES, G.; REID, W.S. Soil test calibration for predicting corn response to phosphorus in the Northeast USA. *Agronomy Journal*, (98):280–288, 2006.

IDO, O.T. Desenvolvimento radicial e caulinar, de três variedades de cana-de-açúcar, em rizotron, em dois substratos. 2003. 155f. Tese (Doutorado em Ciências) – Curso de Pós-graduação em Agronomia – Produção vegetal – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

JONES, D. B. Factors for converting percentages of nitrogen in foods and feeds into percentages of protein. Washington: United States Department, 1931. p. 1-21. (Circular, 183)

KANNO, T., MACEDO, M.C.M., UOZUMI, S.; EUCLIDES, V.P.D.; BONO, J.A.; YOSHIMURA, Y.; CORREA, M.R.; SANTOS JR, J.D.R. Development of grasslands. Management technology for sustainable agropastoral systems in the sub-tropical zone in Brazil. JIRCAS Working Report, 19:63-73, 2001.

KLEPKER, D.; ANGHINONI, I. Características físicas e químicas do solo afetadas por métodos de preparo e modos de adubação. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 19:395-401, 1995.

KNORR, M.; PATINO, H.O.; SILVEIRA, A.L.F.; MÜHLBACH, P.R.F.; MALLMANN, G.M.; MEDEIROS, F.S. Desempenho de novilhos suplementados com sais proteinados em pastagem nativa. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 40(8):783-788, 2005.

LEMAIRE, G. (Ed.). Diagnosis of the nitrogen status in crops. Berlin: Springer, 1997. p. 1-56. In: LOPES, A.S.; GUILHERME, L.R.G. USO EFICIENTE DE FERTILIZANTES E CORRETIVOS AGRÍCOLAS: ASPECTOS AGRONÔMICOS. 2.ed. São Paulo: ANDA, 1992. 64p. (ANDA. Boletim Técnico, 4).

LEMAIRE, G.; SALETTE, J. Relation entre dynamique de croissance et dynamique de prélevement d'azote pour un peuplement de graminées fourragères. I. Etude de l'effet du milieu. Agronomie, (4):423-430, 1984.

LIRA, M.A., FARIAS, I.; FERNANDES, A.P.M., SOARES, L.M.; DUBEUX JR., J.C.B. Estabilidade de resposta do capim-braquiária (*Brachiaria decumbes*, Stapf.) sob níveis crescentes de nitrogênio e fósforo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 29(7):1151-1157, 1994.

MACEDO, W.; GONÇALVES, J.O.N. Resposta da cultura de trevo branco (*Trifolium repens*) cv. Bagé à calagem e à adubação fosfatada e potássica. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 4(1):39-44, 1980.

MACEDO, W.; GONGALVES, J.O.N.; GIRARDI-DEIRO, A.M. Melhoramento de pastagem natural com fósforos e introdução de leguminosas em solo da fronteira oeste do Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 9(3):231-235, 1985.

MAGNANTI, N.J.; ALMEIDA, M.; MAFRA, A.L. Desempenho do fosfato natural Alvorada comparado ao superfosfato triplo na introdução de pastagem perene de inverno. Revista de Ciências Agroveterinárias, 4(2):133-144, 2005.

MANARIN, S.A. Combinações de doses de fósforo e de zinco em solução nutritiva para o capim Tanzânia. Piracicaba, 2005. 81p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

MATOS, A.T.; PINTO, A.B.; PEREIRA, O.G.; BARROS, F.M. Extração de nutrientes por forrageiras cultivadas com água residuária do beneficiamento de frutos do cefeeiro. Revista Ceres, 52(303):675-688, 2005.

MARASCHIN, G.E., MOOJEN, E.L.; ESCOSTEGUY, C.M.D.; CORREA, F.L.; APEZTEGUIA, E.S.; BOLDRINI, I.I.; RIBOLDI, J. Native pasture, forage on offer and animal response. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 18., Canadá, 1997. *Proceedings*. Canada, 1997. p.29/25-29/26.

MARTHA, G.; CORSI, M. Pastagens no Brasil: Situação Atual e Perspectivas. Preços Agrícolas Jan/Fev de 2001.

MARTINS, A.P.L.; REISSMANN, C.B. Material vegetal e as rotinas laboratoriais nos procedimentos químico-analíticos. Revista Scientia Agraria, 8(1):1-17, 2007.

McLEAN, R. W.; KERRIDGE, P. C. Effect of fertilizer phosphorus and sulphur on the diet of cattle grazing buffel grass/siratiro pastures. In: INTERNACIONAL SIMPOSIUM ON THE

NUTRITION OF HERBIVORES, 2., 1987, Brisbane. Research paper presented. [S.I.: s.n.], 1987. p. 93-94.

MELO, S.P.; MONTEIRO, F.A.; MANFREDINI, D. Silicate and phosphate combinations for Marandu palisadegrass growing on an oxisol. *Revista Scientia Agricola*, 64(3):275-281, 2007.

MESQUITA, E.E., PINTO, J.C.; FURTINI NETO, A.E.; SANTOS, I.P.A.; TAVARES, V.B. Teores críticos de fósforo em três solos para o estabelecimento de Capim mombaça, Capim marandu e Capim andropogon em vasos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33:290-301, 2004.

MOLLIER, A.; PELLERIN, S. Maize root system growth and development as influenced by phosphorus deficiency. *Journal of Experimental Botany*, 50(333):487-497, 1999.

MOREL, C.; PLENCHETTE, C.; FARDEAU, J.C. Reasoned phosphorus fertilization in a wheat crop. (In French.) *Agronomie*, (12):565-579, 1992.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Subcommittee on Beef Cattle Nutrition. (Washington, DC, USA). Nutrient requirements of beef cattle. 7.ed. Washington: National Academy Press, 1996. 242p.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. Fósforo em solo e planta em condições tropicais. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399p.

PATÊS, N.M.S.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; OLIVEIRA, A.C.; FONCÊCA, M.P.; VELOSO, C.M. Produção e valor nutritivo do Capim-tanzânia fertilizado com nitrogênio e fósforo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37(11):1935-1939, 2008.

REES, M. C. Effects of components of superphosphate as fertilizers or supplements on the nutrition of grazing animals. [S. I.: s.n.], 1981. 3 p. (CSIRO, Mimeografado).

RIZO, L.M.; MOOJEN, E.L.; QUADROS, F.L.F.; CÔRREA, F.L.; FONTOURA JÚNIOR, J.A. Desempenho de pastagem nativa e pastagem sobre-semeada com forrageiras hibernais com e sem glifosato. *Ciência Rural*, 34(6):1921-1926, 2004.

ROSOLEM, C.A.; MARCELLO, C.S. Crescimento radicular e nutrição mineral da soja em função da calagem e adubação fosfatada. *Revista Scientia Agricola*, 55(3):448-455, 1998.

ROSSI, C.; MONTEIRO, F. A. Doses de fósforo, épocas de coleta e o crescimento e diagnose nutricional nos capins braquiária e colônia. *Revista Scientia agricola*, 56(4):1101-1110, 1999 .

SALETTE, J; HUCHÉ L. Diagnostic de l'état de nutrition minérale d'une prairie par analyse de végétal: principes, mise en oeuvre, exemples. *Fourrages*, 125:3-18, 1991.

SARTOR, L.R. Eficiência de utilização de nitrogênio, fósforo e potássio por plantas de papua submetidas a diferentes intensidades de pastejo e níveis de nitrogênio. 2009. 115 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-graduação em Agronomia – Produção vegetal – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2009.

SCHOLL, J.M.; LOBATO, J.F.P.; BARRETO, I.L. Improvement of pastures by direct seeding into native grass in southern Brazil with oats and with nitrogen supplied by fertilizer or arrowleaf clover. *Turrialba*, 26(2):141-149, 1976.

SCHUNKE, R. M.; VIEIRA, J. M.; SOUSA, J. C.; GOMES, R. F. C.; COSTA, F. P. Resposta à suplementação fosfatada e à suplementação mineral de bovinos de corte sob pastejo em *Brachiaria decumbens*. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1991. 24 p. (Embrapa Gado de Corte. Boletim de Pesquisa, 5).

SIEWERDT, L; NUNES, A.P.; SILVEIRA JUNIOR, P. Efeito da Adubação Nitrogenada na Produção e Qualidade da Matéria Seca de um Campo Natural de Planossolo no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agrociência*, 1(3):157-162, 1995.

STEFFENS, D. Phosphorus release kinetics and extractable phosphorus after long-term fertilization. *Soil Science of America Journal*, 58:1702–1708, 1994.

THÉLIER-HUCHÉ, L.; FARRUGGIA, A.; CASTILLON, P. L'analyse d'herbe: un outil pour phosphate et potassique des prairies naturelles et temporaires. Institut de L'Élevage, 1999.

TIESSEN, H.; STEWART, J.W.B.; OBERSON, A. Innovative soil phosphorus availability indices: Assessing organic phosphorus. *In* HAVLIN, J.L. (ed.) Soil testing: Prospects for improving nutrient recommendations. SSSA Spec. Publ. v. 40. p.143–162. 1994.

TOKARNIA, C.H.; DÖBEREINER, J.; PEIXOTO, P.V. Deficiências minerais em animais de fazenda, principalmente bovinos em regime de campo. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 20(3):127-138, 2000.

TRINDADE, D.S.; CAVALHEIRO, A.C.L. Concentrações de fósforo, ferro e manganês em pastagens nativas do Rio Grande do Sul. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 19(1):44-57, 1990.

VILELA, L.; ANGHINONI, I. Morfologia do sistema radicular e cinética de absorção de fósforo em cultivares de soja afetadas pela interação alumínio fósforo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 8:91-96, 1984.

ZIADI, N.; BELANGÉR, G.; CAMBOURIS, A.N.; TREMBLAY, N.; NOLIN, M.C.; CLAESSENS, A. Relationship between P and N concentrations in corn. *Agronomy Journal*, 99, 2007.



## 7. APÊNDICE

### 7.1 Análises estatísticas

#### 7.1.1 Teor de fósforo disponível no solo - Mehlich I (mg dm<sup>-3</sup>) após a adubação:

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg.linear	1	120.40900	120.40900	122.5329 **
Reg.quadra	1	12.63500	12.63500	12.8579 **
Reg.cúbica	1	0.67600	0.67600	0.6879 ns
Reg.4ºgrau	1	0.11200	0.11200	0.1140 ns
Tratamentos	4	133.83200	33.45800	34.0482 --
Blocos	3	0.34800	0.11600	0.1180 ns
Resíduo	12	11.79200	0.98267	
Total	19	145.97200		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01)

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05)

ns não significativo (p >= .05)

GL: 1, 12 F-krit(1%) = 9.3302 F = 122.5329 p < .00100

GL: 1, 12 F-krit(1%) = 9.3302 F = 12.8579 p = .00374

Eq. de regressão:  $y = a + b.x + c.x^2 + d.x^3 + e.x^4 + f.x^5$   
 x = Tratamentos y = Médias dos tratamentos

a = 1.25076923  
 b = 0.02002123  
 c = 0.00000077  
 d = 0.00000000  
 e = 0.00000000  
 f = 0.00000000

Coefficiente de correlação: r = 0.99910365  
 Coeficiente de determinação: R<sup>2</sup> = 0.99820810

Outras equações no arquivo OutrasEqs.txt na pasta do Assistat

Tratamento	Valor ou nível	Médias de trat.	Médias estimadas
1	0.00000	1.35000	1.25077
2	45.00000	1.95000	2.15328
3	90.00000	3.15000	3.05888
4	180.00000	4.90000	4.87940
5	360.00000	8.55000	8.55767
Médias	135.00000	3.98000	3.98000

MG = 3.98000

CV% = 24.90692

DADOS

2.0	1.2	1.2	1.0
1.7	1.7	2.0	2.4
4.2	3.2	2.0	3.2
3.2	5.1	4.8	6.5
9.6	8.1	9.2	7.3

## 7.1.2 Acúmulo de matéria seca (kg ha<sup>-1</sup>)

### PERÍODO 1:

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg.linear	1	743966.53806	743966.53806	39.0838 **
Reg.quadra	1	963.21540	963.21540	0.0506 ns
Reg.cúbica	1	809.55006	809.55006	0.0425 ns
Reg.4ºgrau	1	1570.59972	1570.59972	0.0825 ns
Tratamentos	4	747309.90325	186827.47581	9.8149 --
Blocos	3	23555.16738	7851.72246	0.4125 ns
Resíduo	12	228421.94075	19035.16173	
Total	19	999287.01138		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01)

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05)

ns não significativo (p >= .05)

GL: 1, 12 F-krit(1%) = 9.3302 F = 39.0838 p < .00100

Eq. de regressão:  $y = a + b.x + c.x^2 + d.x^3 + e.x^4 + f.x^5$   
 x = Tratamentos y = Médias dos tratamentos

a = 93.09531250  
 b = 1.42842361  
 c = 0.00000000  
 d = 0.00000000  
 e = 0.00000000  
 f = 0.00000000

Coefficiente de correlação: r = 0.94054408  
 Coeficiente de determinação: R<sup>2</sup> = 0.88462317

Tratamento	Valor ou nível	Médias de trat.	Médias estimadas
1	0.00000	2.75000	93.09531
2	45.00000	153.22500	157.37438
3	90.00000	308.43750	221.65344
4	180.00000	407.98750	350.21156
5	360.00000	557.26250	607.32781
Médias	135.00000	285.93250	285.93250

MG = 285.93250 CV% = 48.25194

#### DADOS

1.75	1.60	4.10	3.55
45.85	359.60	139.40	68.05
390.35	241.10	173.85	428.45
373.10	391.10	390.60	477.15
819.30	575.80	542.85	291.10

**PERÍODO 2:**

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg.linear	1	2352686.52025	2352686.52025	50.3352 **
Reg.quadra	1	23121.72161	23121.72161	0.4947 ns
Reg.cúbica	1	12796.71756	12796.71756	0.2738 ns
Reg.4ºgrau	1	1586.74608	1586.74608	0.0339 ns
Tratamentos	4	2390191.70550	597547.92638	12.7844 --
Blocos	3	344363.63538	114787.87846	2.4559 ns
Resíduo	12	560884.71650	46740.39304	
Total	19	3295440.05738		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01)

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05)

ns não significativo (p >= .05)

GL: 1, 12 F-krit(1%) = 9.3302 F = 50.3352 p < .00100

GL: 3, 12 F-krit(5%) = 3.4903 F = 2.4559 p > .10000

Eq. de regressão:  $y = a + b.x + c.x^2 + d.x^3 + e.x^4 + f.x^5$

x = Tratamentos y = Médias dos tratamentos

a = 207.34281250  
 b = 2.50081250  
 c = 0.00000000  
 d = 0.00000000  
 e = 0.00000000  
 f = 0.00000000

Coefficiente de correlação: r = 0.92074054

Coefficiente de determinação: R<sup>2</sup> = 0.84776314

Tratamento	Valor ou nível	Médias de trat.	Médias estimadas
1	0.00000	3.76250	207.34281
2	45.00000	349.00000	319.87938
3	90.00000	599.87500	432.41594
4	180.00000	762.50000	657.48906
5	360.00000	1009.62500	1107.63531
Médias	135.00000	544.95250	544.95250

MG = 544.95250

CV% = 39.67231

DADOS

8.00	4.50	1.50	1.05
261.00	545.00	396.00	194.00
982.50	594.00	188.00	635.00
846.50	832.00	741.50	630.00
1348.00	1329.50	842.00	519.00

**PERÍODO 3:**

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg. linear	1	7058423.77611	7058423.77611	71.3504 **
Reg. quadra	1	345643.00939	345643.00939	3.4939 ns
Reg. cúbica	1	9962.24232	9962.24232	0.1007 ns
Reg. 4º grau	1	259600.89060	259600.89060	2.6242 ns
Tratamentos	4	7673629.91841	1918407.47960	19.3923 --
Blocos	3	129533.43227	43177.81076	0.4365 ns
Resíduo	12	1187114.97408	98926.24784	
Total	19	8990278.32476		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01)

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05)

ns não significativo (p >= .05)

GL: 1, 12 F-krit(1%) = 9.3302 F = 71.3504 p < .00100  
 GL: 1, 12 F-krit(5%) = 4.7472 F = 3.4939 p = .08619  
 GL: 1, 12 F-krit(5%) = 4.7472 F = 2.6242 p > .10000

Eq. de regressão:  $y = a + b.x + c.x^2 + d.x^3 + e.x^4 + f.x^5$   
 x = Tratamentos y = Médias dos tratamentos

a = 462.29866875  
 b = 4.11103564  
 c = 0.00000000  
 d = 0.00000000  
 e = 0.00000000  
 f = 0.00000000

Coefficiente de correlação: r = 0.84474051  
 Coeficiente de determinação: R² = 0.71358653

Tratamento	Valor ou nível	Médias de trat.	Médias estimadas
1	0.00000	5.35000	462.29867
2	45.00000	766.01295	647.29527
3	90.00000	991.72070	832.29188
4	180.00000	1669.28325	1202.28508
5	360.00000	1654.07550	1942.27150
Médias	135.00000	1017.28848	1017.28848

MG = 1017.28848 CV% = 30.91802

**DADOS**

12.3000	3.5000	3.4000	2.2000
707.9960	982.6542	793.7333	579.6683
871.4790	956.1529	537.5479	1601.7030
1834.9390	1535.7150	1636.2780	1670.2010
2258.4140	1587.9950	1579.7430	1190.1500

**PERÍODO 4:**

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg.linear	1	15287222.99508	15287222.9951	94.9459 **
Reg.quadra	1	1422449.28763	1422449.28763	8.8345 *
Reg.cúbica	1	99887.63158	99887.63158	0.6204 ns
Reg.4ºgrau	1	98.70144	98.70144	0.0006 *
Tratamentos	4	16809658.61573	4202414.65393	26.1004 --
Blocos	3	205068.22558	68356.07519	0.4245 ns
Resíduo	12	1932118.47503	161009.87292	
Total	19	18946845.31634		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01)  
 \* significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05)  
 ns não significativo (p >= .05)

GL: 1, 12 F-krit(1%) = 9.3302 F = 94.9459 p < .00100  
 GL: 1, 12 F-krit(5%) = 4.7472 F = 8.8345 p = .01165  
 GL: 1, 12 F-krit(5%) = .001 F = .0006 p = .03828

Eq. de regressão:  $y = a + b.x + c.x^2 + d.x^3 + e.x^4 + f.x^5$   
 x = Tratamentos y = Médias dos tratamentos

a = 8.05000000  
 b = 35.21249458  
 c = - 0.18444152  
 d = 0.00036179  
 e = - 0.00000018  
 f = 0.00000000

Coefficiente de correlação: r = 0.99999999  
 Coeficiente de determinação: R² = 0.99999998

Outras equações no arquivo OutrasEqs.txt na pasta do Assistat

Tratamento	Valor ou nível	Médias de trat.	Médias estimadas
1	0.00000	8.05000	8.05000
2	45.00000	1251.33425	1251.33425
3	90.00000	1934.91175	1934.91175
4	180.00000	2287.86175	2287.86175
5	360.00000	2580.82400	2580.82400
Médias	135.00000	1612.59635	1612.59635

MG = 1612.59635 CV% = 24.88288

**DADOS**

6.700	9.800	13.300	2.400
905.262	1353.283	1739.792	1007.000
2027.083	2188.908	1313.960	2209.696
2372.741	2196.098	2361.942	2220.666
2962.557	2390.284	3173.938	1796.517

**PERÍODO 5:**

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg.linear	1	12084547.18682	12084547.1868	60.5800 **
Reg.quadra	1	268382.34889	268382.34889	1.3454 ns
Reg.cúbica	1	3.77610	3.77610	0.0000 *
Reg.4ºgrau	1	83402.28806	83402.28806	0.4181 ns
Tratamentos	4	12436335.59988	3109083.89997	15.5859 --
Blocos	3	1105681.91129	368560.63710	1.8476 ns
Resíduo	12	2393770.07390	199480.83949	
Total	19	15935787.58506		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01)  
 \* significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05)  
 ns não significativo (p >= .05)

GL: 1, 12 F-krit(1%) = 9.3302 F = 60.58 p < .00100  
 GL: 1, 12 F-krit(5%) = 4.7472 F = 1.3454 p > .10000  
 GL: 1, 12 F-krit(5%) = .001 F = 0 p = .00100  
 GL: 3, 12 F-krit(5%) = 3.4903 F = 1.8476 p > .10000

Eq. de regressão:  $y = a + b.x + c.x^2 + d.x^3 + e.x^4 + f.x^5$   
 x = Tratamentos y = Médias dos tratamentos

a = 27.26253358  
 b = 19.85650279  
 c = - 0.06419161  
 d = 0.00007184  
 e = 0.00000000  
 f = 0.00000000

Coefficiente de correlação: r = 0.99907615  
 Coeficiente de determinação: R² = 0.99815315

Outras equações no arquivo OutrasEqs.txt na pasta do Assistat

Tratamento	Valor ou nível	Médias de trat.	Médias estimadas
1	0.00000	9.32500	27.26253
2	45.00000	852.03038	797.36361
3	90.00000	1298.93400	1346.76742
4	180.00000	1952.55675	1940.59839
5	360.00000	2207.30525	2208.15942
Médias	135.00000	1264.03028	1264.03028

MG = 1264.03028 CV% = 35.33403

**DADOS**

4.3000	4.3000	18.9000	9.8000
730.5245	617.8480	1026.3530	1033.3960
1368.6950	1057.0920	1364.8750	1405.0740
2627.2770	1724.1760	2051.4000	1407.3740
3532.2220	2013.0780	1784.6090	1499.3120

**PERÍODO 6:**

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg.linear	1	9735390.99757	9735390.99757	99.1706 **
Reg.quadra	1	1050187.65674	1050187.65674	10.6978 **
Reg.cúbica	1	57277.34851	57277.34851	0.5835 ns
Reg.4ºgrau	1	40560.59786	40560.59786	0.4132 ns
Tratamentos	4	10883416.60068	2720854.15017	27.7163 --
Blocos	3	107355.06540	35785.02180	0.3645 ns
Resíduo	12	1178017.75735	98168.14645	
Total	19	12168789.42344		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01)

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05)

ns não significativo (p >= .05)

GL: 1, 12 F-krit(1%) = 9.3302 F = 99.1706 p < .00100

GL: 1, 12 F-krit(1%) = 9.3302 F = 10.6978 p = .00669

Eq. de regressão:  $y = a + b.x + c.x^2 + d.x^3 + e.x^4 + f.x^5$

x = Tratamentos y = Médias dos tratamentos

a = 197.44916538  
 b = 15.70529442  
 c = - 0.02959817  
 d = 0.00000000  
 e = 0.00000000  
 f = 0.00000000

Coefficiente de correlação: r = 0.96354574

Coefficiente de determinação: R<sup>2</sup> = 0.92842039

Outras equações no arquivo OutrasEqs.txt na pasta do Assistat

Tratamento	Valor ou nível	Médias de trat.	Médias estimadas
1	0.00000	12.37500	197.44917
2	45.00000	969.88800	844.25111
3	90.00000	1644.84700	1371.18045
4	180.00000	1805.20525	2065.42130
5	360.00000	2061.41850	2015.43172
Médias	135.00000	1298.74675	1298.74675

MG = 1298.74675 CV% = 24.12464

**DADOS**

15.100	9.200	12.800	12.400
849.344	774.545	1123.337	1132.326
1592.454	2191.992	1362.252	1432.690
1823.032	1576.150	2139.465	1682.174
1704.710	1768.984	2109.723	2662.257

**PERÍODO 7:**

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg. linear	1	10826269.31641	10826269.3164	217.0761 **
Reg. quadra	1	1446586.07572	1446586.07572	29.0053 **
Reg. cúbica	1	1088556.52516	1088556.52516	21.8265 **
Reg. 4º grau	1	929.22731	929.22731	0.0186 ns
Tratamentos	4	13362341.14459	3340585.28615	66.9816 --
Blocos	3	146869.12219	48956.37406	0.9816 ns
Resíduo	12	598477.91311	49873.15943	
Total	19	14107688.17989		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01)

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05)

ns não significativo (p >= .05)

GL: 1, 12 F-krit(1%) = 9.3302 F = 217.0761 p < .00100  
 GL: 1, 12 F-krit(1%) = 9.3302 F = 29.0053 p < .00100  
 GL: 1, 12 F-krit(1%) = 9.3302 F = 21.8265 p < .00100

Eq. de regressão:  $y = a + b.x + c.x^2 + d.x^3 + e.x^4 + f.x^5$   
 x = Tratamentos y = Médias dos tratamentos

a = 50.97251804  
 b = 39.18231382  
 c = - 0.23358056  
 d = 0.00039736  
 e = 0.00000000  
 f = 0.00000000

Coefficiente de correlação: r = 0.99572302  
 Coeficiente de determinação: R² = 0.99146433

Outras equações no arquivo OutrasEqs.txt na pasta do Assistat

Tratamento	Valor ou nível	Médias de trat.	Médias estimadas
1	0.00000	11.00000	50.97252
2	45.00000	1499.20650	1377.38549
3	90.00000	1868.46075	1975.05413
4	180.00000	1879.83450	1853.18615
5	360.00000	2421.92000	2423.82345
Médias	135.00000	1536.08435	1536.08435

MG = 1536.08435 CV% = 14.53846

**DADOS**

8.600	6.400	18.500	10.500
1224.405	1288.149	1922.272	1562.000
1615.137	1942.744	1943.381	1972.581
1810.512	1992.960	1460.054	2255.812
2434.140	2300.815	2486.575	2466.150



**PERÍODO 8:**

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg.linear	1	17670162.90760	17670162.9076	274.1395 **
Reg.quadra	1	4210287.80589	4210287.80589	65.3195 **
Reg.cúbica	1	228327.05915	228327.05915	3.5423 ns
Reg.4ºgrau	1	109210.42961	109210.42961	1.6943 ns
Tratamentos	4	22217988.20225	5554497.05056	86.1739 --
Blocos	3	107156.72850	35718.90950	0.5542 ns
Resíduo	12	773481.99802	64456.83317	
Total	19	23098626.92878		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01)  
 \* significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05)  
 ns não significativo (p >= .05)

GL: 1, 12 F-krit(1%) = 9.3302 F = 274.1395 p < .00100  
 GL: 1, 12 F-krit(1%) = 9.3302 F = 65.3195 p < .00100  
 GL: 1, 12 F-krit(5%) = 4.7472 F = 3.5423 p = .08429  
 GL: 1, 12 F-krit(5%) = 4.7472 F = 1.6943 p > .10000

Eq. de regressão:  $y = a + b.x + c.x^2 + d.x^3 + e.x^4 + f.x^5$   
 x = Tratamentos y = Médias dos tratamentos

a = 381.41951538  
 b = 24.79346482  
 c = - 0.05053234  
 d = 0.00000000  
 e = 0.00000000  
 f = 0.00000000

Coefficiente de correlação: r = 0.95429845  
 Coeficiente de determinação: R² = 0.91068553

Outras equações no arquivo OutrasEqs.txt na pasta do Assistat

Tratamento	Valor ou nível	Médias de trat.	Médias estimadas
1	0.00000	15.97500	381.41952
2	45.00000	1828.61450	1394.79744
3	90.00000	2418.85825	2203.51939
4	180.00000	2855.69625	3206.99536
5	360.00000	2825.66325	2758.07554
Médias	135.00000	1988.96145	1988.96145

MG = 1988.96145 CV% = 12.76463

**DADOS**

7.000	27.500	16.900	12.500
1666.837	1869.625	1700.631	2077.365
2083.275	2442.252	2412.018	2737.888
2985.612	2781.960	2478.347	3176.866
3203.185	2615.476	2955.013	2528.979

### 7.1.3 Relação entre teor de fósforo disponível no solo - Mehlich I (mg dm<sup>-3</sup>) e acúmulo de matéria seca (kg ha<sup>-1</sup>):

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg.linear	1	8304050.30194	8304050.30194	277.9608 **
Reg.quadra	1	714268.83678	714268.83678	23.9087 **
Reg.cúbica	1	69985.05779	69985.05779	2.3426 ns
Reg.4ºgrau	1	10188.28506	10188.28506	0.3410 ns
Tratamentos	4	9098492.48158	2274623.12039	76.1383 --
Blocos	3	28104.80458	9368.26819	0.3136 ns
Resíduo	12	358498.82653	29874.90221	
Total	19	9485096.11268		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01)

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05)

ns não significativo (p >= .05)

GL: 1, 12 F-krit(1%) = 9.3302 F = 277.9608 p < .00100  
 GL: 1, 12 F-krit(1%) = 9.3302 F = 23.9087 p < .00100  
 GL: 1, 12 F-krit(5%) = 4.7472 F = 2.3426 p > .10000

Eq. de regressão:  $y = a + b.x + c.x^2 + d.x^3 + e.x^4 + f.x^5$   
 x = Tratamentos y = Médias dos tratamentos

a = - 794.07031174  
 b = 850.54344818  
 c = - 62.69336548  
 d = 0.00000000  
 e = 0.00000000  
 f = 0.00000000

Coefficiente de correlação: r = 0.95508353  
 Coeficiente de determinação: R<sup>2</sup> = 0.91218455

Outras equações no arquivo OutrasEqs.txt na pasta do Assistat

Tratamento	Valor ou nível	Médias de trat.	Médias estimadas
1	1.40000	8.57344	273.81152
2	2.00000	958.66403	656.24312
3	3.20000	1383.25550	1285.68866
4	4.90000	1702.61550	1868.32488
5	8.60000	1914.76175	1883.80203
Médias	4.02000	1193.57404	1193.57404

MG = 1193.57404 CV% = 14.48118

DADOS

7.96875 8.35000 11.17500 6.80000  
 798.90230 973.83810 1105.19000 956.72570  
 1366.37200 1451.78000 1161.98500 1552.88500  
 1834.21400 1628.77000 1657.44800 1690.03000  
 2282.81600 1822.74200 1934.30600 1619.18300

### 7.1.4 Teor de fósforo no tecido foliar (g kg<sup>-1</sup>):

#### PERÍODO 1:

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg.linear	1	8.88214	8.88214	10.7930 **
Reg.quadra	1	5.25409	5.25409	6.3844 *
Reg.cúbica	1	1.68537	1.68537	2.0480 ns
Reg.4ºgrau	1	3.20615	3.20615	3.8959 ns
Tratamentos	4	19.02775	4.75694	5.7803 --
Blocos	3	4.66852	1.55617	1.8910 ns
Resíduo	12	9.87543	0.82295	
Total	19	33.57170		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01)

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05)

ns não significativo (p >= .05)

GL: 1, 12	F-krit(1%) = 9.3302	F = 10.793	p = .00652
GL: 1, 12	F-krit(5%) = 4.7472	F = 6.3844	p = .02658
GL: 1, 12	F-krit(5%) = 4.7472	F = 2.048	p > .10000
GL: 1, 12	F-krit(5%) = 4.7472	F = 3.8959	p = .07188
GL: 3, 12	F-krit(5%) = 3.4903	F = 1.891	p > .10000

Eq. de regressão:  $y = a + b.x + c.x^2 + d.x^3 + e.x^4 + f.x^5$   
 x = Tratamentos y = Médias dos tratamentos

a =	2.64408631
b =	0.00054275
c =	0.00001453
d =	0.00000000
e =	0.00000000
f =	0.00000000

Coefficiente de correlação: r = 0.79806021  
 Coeficiente de determinação: R<sup>2</sup> = 0.63690010

Outras equações no arquivo OutrasEqs.txt na pasta do Assistat

Tratamento	Valor ou nível	Médias de trat.	Médias estimadas
1	0.00000	3.20000	2.64409
2	45.00000	1.60147	2.69793
3	90.00000	3.24700	2.81063
4	180.00000	3.36499	3.21257
5	360.00000	4.67437	4.72262
Médias	135.00000	3.21757	3.21757

MG = 3.21757 CV% = 28.19420

#### DADOS

3.2000000	3.2000000	3.2000000	3.2000000
.8155884	1.7981840	2.2699320	1.5221920
3.2164370	2.9500620	4.9185820	1.9029160
2.5022240	3.6361230	3.8248800	3.4967390
5.9235950	5.5257990	4.8901490	2.3579350

**PERÍODO 2:**

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg. linear	1	51.73852	51.73852	140.8447 **
Reg. quadra	1	0.29011	0.29011	0.7897 ns
Reg. cúbica	1	2.50995	2.50995	6.8327 *
Reg. 4º grau	1	0.73970	0.73970	2.0136 ns
Tratamentos	4	55.27828	13.81957	37.6202 --
Blocos	3	0.55874	0.18625	0.5070 ns
Resíduo	12	4.40813	0.36734	
Total	19	60.24515		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL: 1, 12 F-krit(1%) = 9.3302 F = 140.8447 p < .00100  
 GL: 1, 12 F-krit(5%) = 4.7472 F = 6.8327 p = .02264  
 GL: 1, 12 F-krit(5%) = 4.7472 F = 2.0136 p > .10000

Eq. de regressão:  $y = a + b.x + c.x^2 + d.x^3 + e.x^4 + f.x^5$   
 x = Tratamentos y = Médias dos tratamentos

a = 0.34367300  
 b = 0.04965738  
 c = - 0.00024216  
 d = 0.00000039  
 e = 0.00000000  
 f = 0.00000000

Coefficiente de correlação: r = 0.98658207  
 Coeficiente de determinação:  $R^2 = 0.97334418$

Outras equações no arquivo OutrasEqs.txt na pasta do Assistat

Tratamento	Valor ou nível	Médias de trat.	Médias estimadas
1	0.00000	0.20000	0.34367
2	45.00000	2.56171	2.12385
3	90.00000	2.75602	3.13915
4	180.00000	3.83434	3.73855
5	360.00000	5.25022	5.25706
Médias	135.00000	2.92046	2.92046

MG = 2.92046 CV% = 20.75324

DADOS

.200000	.200000	.200000	.200000
2.071045	2.085542	3.220459	2.869812
3.993354	2.338554	2.336583	2.355584
3.618051	3.602493	3.714760	4.402040
4.248573	5.266265	5.706975	5.779048

**PERÍODO 3:**

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg.linear	1	26.52241	26.52241	37.2665 **
Reg.quadra	1	0.87608	0.87608	1.2310 ns
Reg.cúbica	1	1.68219	1.68219	2.3636 ns
Reg.4ºgrau	1	1.95322	1.95322	2.7445 ns
Tratamentos	4	31.03391	7.75848	10.9014 --
Blocos	3	4.17126	1.39042	1.9537 ns
Resíduo	12	8.54035	0.71170	
Total	19	43.74551		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01)  
 \* significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05)  
 ns não significativo (p >= .05)

GL: 1, 12 F-krit(1%) = 9.3302 F = 37.2665 p < .00100  
 GL: 1, 12 F-krit(5%) = 4.7472 F = 1.231 p > .10000  
 GL: 1, 12 F-krit(5%) = 4.7472 F = 2.3636 p > .10000  
 GL: 1, 12 F-krit(5%) = 4.7472 F = 2.7445 p > .10000  
 GL: 3, 12 F-krit(5%) = 3.4903 F = 1.9537 p > .10000

Eq. de regressão:  $y = a + b.x + c.x^2 + d.x^3 + e.x^4 + f.x^5$   
 x = Tratamentos y = Médias dos tratamentos

a = 1.59324389  
 b = 0.00788096  
 c = 0.00000000  
 d = 0.00000000  
 e = 0.00000000  
 f = 0.00000000

Coefficiente de correlação: r = 0.80525500  
 Coeficiente de determinação: R<sup>2</sup> = 0.64843562

Tratamento	Valor ou nível	Médias de trat.	Médias estimadas
1	0.00000	0.90000	1.59324
2	45.00000	1.89191	1.94789
3	90.00000	2.40620	2.30253
4	180.00000	4.34077	3.01182
5	360.00000	3.74700	4.43039
Médias	135.00000	2.65717	2.65717

MG = 2.65717 CV% = 31.74879

**DADOS**

.900000	.900000	.900000	.900000
1.420051	2.441942	2.089233	1.616396
1.852007	1.677884	2.458790	3.636123
3.993218	5.226489	3.724096	4.419263
1.351836	3.865711	4.679293	5.091140

**PERÍODO 4:**

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg.linear	1	24.59302	24.59302	42.4769 **
Reg.quadra	1	0.11463	0.11463	0.1980 ns
Reg.cúbica	1	0.37096	0.37096	0.6407 ns
Reg.4ºgrau	1	1.23138	1.23138	2.1268 ns
Tratamentos	4	26.30998	6.57750	11.3606 --
Blocos	3	0.51789	0.17263	0.2982 ns
Resíduo	12	6.94768	0.57897	
Total	19	33.77556		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01)

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05)

ns não significativo (p >= .05)

GL: 1, 12 F-krit(1%) = 9.3302 F = 42.4769 p < .00100

GL: 1, 12 F-krit(5%) = 4.7472 F = 2.1268 p > .10000

Eq. de regressão:  $y = a + b.x + c.x^2 + d.x^3 + e.x^4 + f.x^5$

x = Tratamentos y = Médias dos tratamentos

a = 1.12108452  
 b = 0.00834564  
 c = 0.00000000  
 d = 0.00000000  
 e = 0.00000000  
 f = 0.00000000

Coefficiente de correlação: r = 0.92612963

Coefficiente de determinação: R<sup>2</sup> = 0.85771609

Tratamento	Valor ou nível	Médias de trat.	Médias estimadas
1	0.00000	0.80000	1.12108
2	45.00000	1.49106	1.49664
3	90.00000	1.75937	1.87219
4	180.00000	3.44448	2.62330
5	360.00000	3.74383	4.12551
Médias	135.00000	2.24775	2.24775

MG = 2.24775

CV% = 33.85183

**DADOS**

.8000000	.8000000	.8000000	.8000000
1.1486420	2.7649820	1.1355630	.9150374
2.2430020	1.9912490	1.3185940	1.4846170
4.0853340	3.4178500	3.8686750	2.4060490
4.0132610	2.2557560	4.2802160	4.4260870

**PERÍODO 5:**

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg.linear	1	12.23648	12.23648	24.3614 **
Reg.quadra	1	0.64929	0.64929	1.2927 ns
Reg.cúbica	1	1.47059	1.47059	2.9278 ns
Reg.4ºgrau	1	0.38960	0.38960	0.7756 ns
Tratamentos	4	14.74596	3.68649	7.3394 --
Blocos	3	0.51928	0.17309	0.3446 ns
Resíduo	12	6.02748	0.50229	
Total	19	21.29272		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01)

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05)

ns não significativo (p >= .05)

GL: 1, 12 F-krit(1%) = 9.3302 F = 24.3614 p < .00100  
 GL: 1, 12 F-krit(5%) = 4.7472 F = 1.2927 p > .10000  
 GL: 1, 12 F-krit(5%) = 4.7472 F = 2.9278 p > .10000

Eq. de regressão:  $y = a + b.x + c.x^2 + d.x^3 + e.x^4 + f.x^5$   
 x = Tratamentos y = Médias dos tratamentos

a = 0.76423620  
 b = 0.00520641  
 c = 0.00000000  
 d = 0.00000000  
 e = 0.00000000  
 f = 0.00000000

Coefficiente de correlação: r = 0.77174657  
 Coeficiente de determinação: R² = 0.59559277

Tratamento	Valor ou nível	Médias de trat.	Médias estimadas
1	0.00000	0.30000	0.76424
2	45.00000	0.78741	0.99852
3	90.00000	1.45865	1.23281
4	180.00000	2.66056	1.70139
5	360.00000	2.12889	2.63855
Médias	135.00000	1.46710	1.46710

MG = 1.46710 CV% = 48.30775

**DADOS**

.3000000	.3000000	.3000000	.3000000
.4079875	.5674699	.9621737	1.2120120
1.1030200	1.7429640	1.2096050	1.7790000
3.0463510	3.5257450	2.2737660	1.7963860
1.6299790	.8816045	2.4325070	3.5714710

**PERÍODO 6:**

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg.linear	1	22.93341	22.93341	189.0330 **
Reg.quadra	1	1.49735	1.49735	12.3422 **
Reg.cúbica	1	0.02596	0.02596	0.2140 ns
Reg.4ºgrau	1	0.01546	0.01546	0.1274 ns
Tratamentos	4	24.47218	6.11805	50.4292 --
Blocos	3	0.89441	0.29814	2.4575 ns
Resíduo	12	1.45584	0.12132	
Total	19	26.82243		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01)

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05)

ns não significativo (p >= .05)

GL: 1, 12 F-krit(1%) = 9.3302 F = 189.033 p < .00100  
 GL: 1, 12 F-krit(1%) = 9.3302 F = 12.3422 p = .00428  
 GL: 3, 12 F-krit(5%) = 3.4903 F = 2.4575 p > .10000

Eq. de regressão:  $y = a + b.x + c.x^2 + d.x^3 + e.x^4 + f.x^5$   
 x = Tratamentos y = Médias dos tratamentos

a = 0.04716291  
 b = 0.01112690  
 c = - 0.00000665  
 d = 0.00000000  
 e = 0.00000000  
 f = 0.00000000

Coefficiente de correlação: r = 0.99907105  
 Coeficiente de determinação: R<sup>2</sup> = 0.99814296

Outras equações no arquivo OutrasEqs.txt na pasta do Assistat

Tratamento	Valor ou nível	Médias de trat.	Médias estimadas
1	0.00000	0.10000	0.04716
2	45.00000	0.48021	0.53440
3	90.00000	0.94863	0.99469
4	180.00000	1.89268	1.83443
5	360.00000	3.17971	3.19054
Médias	135.00000	1.32025	1.32025

MG = 1.32025 CV% = 26.38219

**DADOS**

.1000000	.1000000	.1000000	.1000000
.7049982	.1692027	.3141437	.7324822
.9793630	1.0222350	.5760617	1.2168550
2.7519850	1.6180030	1.1795690	2.0211800
3.1964350	2.5666850	3.4469560	3.5087510



**PERÍODO 7:**

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg.linear	1	15.58963	15.58963	9.9780 **
Reg.quadra	1	5.00903	5.00903	3.2060 ns
Reg.cúbica	1	0.21861	0.21861	0.1399 ns
Reg.4ºgrau	1	0.05170	0.05170	0.0331 ns
Tratamentos	4	20.86897	5.21724	3.3392 --
Blocos	3	7.41189	2.47063	1.5813 ns
Resíduo	12	18.74881	1.56240	
Total	19	47.02967		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01)

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05)

ns não significativo (p >= .05)

GL: 1, 12 F-krit(1%) = 9.3302 F = 9.978 p = .00824  
 GL: 1, 12 F-krit(5%) = 4.7472 F = 3.206 p = .09861  
 GL: 3, 12 F-krit(5%) = 3.4903 F = 1.5813 p > .10000

Eq. de regressão:  $y = a + b.x + c.x^2 + d.x^3 + e.x^4 + f.x^5$   
 x = Tratamentos y = Médias dos tratamentos

a = 0.85304971  
 b = 0.00783497  
 c = 0.00000000  
 d = 0.00000000  
 e = 0.00000000  
 f = 0.00000000

Coefficiente de correlação: r = 0.97624612  
 Coeficiente de determinação: R² = 0.95305649

Tratamento	Valor ou nível	Médias de trat.	Médias estimadas
1	0.00000	1.20000	0.85305
2	45.00000	1.08091	1.20562
3	90.00000	1.39414	1.55820
4	180.00000	2.03378	2.26334
5	360.00000	3.84502	3.67364
Médias	135.00000	1.91077	1.91077

MG = 1.91077 CV% = 65.41656

DADOS

1.2000000	1.2000000	1.2000000	1.2000000
1.6283610	2.0353140	.2766533	.3832973
.9932588	2.6759170	.7684469	1.1389490
1.8400660	2.2527480	1.1856760	2.8566270
7.3805630	2.7475610	1.3225380	3.9294350

**PERÍODO 8:**

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg.linear	1	7.09545	7.09545	18.4016 **
Reg.quadra	1	0.01196	0.01196	0.0310 ns
Reg.cúbica	1	0.18541	0.18541	0.4808 ns
Reg.4ºgrau	1	0.68540	0.68540	1.7775 ns
Tratamentos	4	7.97821	1.99455	5.1727 --
Blocos	3	1.15656	0.38552	0.9998 ns
Resíduo	12	4.62706	0.38559	
Total	19	13.76183		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01)

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05)

ns não significativo (p >= .05)

GL: 1, 12 F-krit(1%) = 9.3302 F = 18.4016 p = .00105

GL: 1, 12 F-krit(5%) = 4.7472 F = 1.7775 p > .10000

Eq. de regressão:  $y = a + b.x + c.x^2 + d.x^3 + e.x^4 + f.x^5$

x = Tratamentos y = Médias dos tratamentos

a = 0.49793332  
 b = 0.00442689  
 c = 0.00000000  
 d = 0.00000000  
 e = 0.00000000  
 f = 0.00000000

Coefficiente de correlação: r = 0.89210980

Coefficiente de determinação: R<sup>2</sup> = 0.79585990

Tratamento	Valor ou nível	Médias de trat.	Médias estimadas
1	0.00000	0.40000	0.49793
2	45.00000	0.32571	0.69714
3	90.00000	1.36319	0.89635
4	180.00000	1.44038	1.29477
5	360.00000	1.94853	2.09161
Médias	135.00000	1.09556	1.09556

MG = 1.09556

CV% = 56.67934

**DADOS**

.4000000	.4000000	.4000000	.4000000
.7361446	.2400086	.1812029	.1454922
.3852062	2.7361450	.9861980	1.3452220
.7310274	1.3452220	1.9168670	1.7684220
2.2594870	2.6506020	.8848078	1.9992060

### 7.1.5 Teores de nitrogênio no tecido vegetal (g kg<sup>-1</sup>)

#### PERÍODO 1:

##### QUADRO DE ANÁLISE

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	0.77383	0.25794	2.3060 ns
Tratamentos	4	1.79217	0.44804	4.0056 *
Resíduo	12	1.34226	0.11185	
Total	19	3.90825		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01)

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05)

ns não significativo (p >= .05)

GL: 3, 12 F-krit(5%) = 3.4903 F = 2.306 p > .10000  
 GL: 4, 12 F-krit(5%) = 3.2592 F = 4.0056 p = .02732

#### MÉDIAS E MEDIDAS

##### Médias de bloco

1	5.38480 a
2	5.48000 a
3	5.82000 a
4	5.82000 a

##### Número de médias DMS

2	0.46067
3	0.48311
4	0.49807

##### Médias de tratamento

1	5.70000 ab
2	6.16850 a
3	5.30000 b
4	5.47500 b
5	5.48750 b

##### Número de médias DMS

2	0.51505
3	0.54013
4	0.55685
5	0.56187

MG = 5.62620

CV% = 5.94445

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade

#### DADOS

5.700 5.700 5.700 5.700

6.174	5.700	6.000	6.800
4.700	5.400	6.000	5.100
5.300	5.200	5.600	5.800
5.050	5.400	5.800	5.700

**PERÍODO 2:**

QUADRO DE ANÁLISE

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	1.26550	0.42183	3.1997 ns
Tratamentos	4	12.46200	3.11550	23.6321 **
Resíduo	12	1.58200	0.13183	
Total	19	15.30950		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL: 3, 12 F-krit(5%) = 3.4903 F = 3.1997 p = .06229

GL: 4, 12 F-krit(1%) = 5.412 F = 23.6321 p < .00100

MÉDIAS E MEDIDAS

Médias de bloco

1	4.76000	b
2	4.92000	ab
3	5.06000	ab
4	5.44000	a

Número de médias DMS

2	0.50012
3	0.52448
4	0.54072

Médias de tratamento

1	6.50000	a
2	5.05000	b
3	4.62500	bc
4	4.90000	b
5	4.15000	c

Número de médias DMS

2	0.55916
3	0.58639
4	0.60454
5	0.60999

MG = 5.04500

CV% = 7.19700

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade

DADOS

```

-----
6.5  6.5  6.5  6.5
5.2  4.6  4.7  5.7
3.8  4.7  5.0  5.0
4.7  5.0  4.8  5.1
3.6  3.8  4.3  4.9
-----

```

**PERÍODO 3:**

QUADRO DE ANÁLISE

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	0.05350	0.01783	0.1157 ns
Tratamentos	4	12.36700	3.09175	20.0654 **
Resíduo	12	1.84900	0.15408	
Total	19	14.26950		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL: 4, 12    F-krit(1%) = 5.412    F = 20.0654     $p < .00100$

MÉDIAS E MEDIDAS

Médias de bloco

1	4.28000 a
2	4.32000 a
3	4.36000 a
4	4.42000 a

Número de médias    DMS

2	0.54068
3	0.56702
4	0.58457

Médias de tratamento

1	5.90000 a
2	3.77500 b
3	4.02500 b
4	4.12500 b
5	3.90000 b

Número de médias    DMS

2	0.60450
3	0.63394
4	0.65357
5	0.65946

MG = 4.34500

CV% = 9.03417

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste

de Duncan ao nível de 5% de probabilidade

DADOS

5.9	5.9	5.9	5.9
3.9	3.6	3.8	3.8
4.6	4.2	3.8	3.5
3.6	4.2	4.4	4.3
3.4	3.7	3.9	4.6

PERÍODO 4

QUADRO DE ANÁLISE

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	0.48150	0.16050	1.3412 ns
Tratamentos	4	23.90800	5.97700	49.9471 **
Resíduo	12	1.43600	0.11967	
Total	19	25.82550		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL: 3, 12 F-krit(5%) = 3.4903 F = 1.3412 p > .10000  
 GL: 4, 12 F-krit(1%) = 5.412 F = 49.9471 p < .00100

MÉDIAS E MEDIDAS

Médias de bloco

1	4.04000 a
2	4.22000 a
3	4.14000 a
4	4.46000 a

Número de médias DMS

2	0.47649
3	0.49969
4	0.51516

Médias de tratamento

1	6.40000 a
2	3.65000 b
3	3.65000 b
4	3.75000 b
5	3.62500 b

Número de médias DMS

2	0.53273
3	0.55867
4	0.57597
5	0.58116

MG = 4.21500

CV% = 8.20709

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade

DADOS

6.4	6.4	6.4	6.4
3.0	3.7	3.6	4.3
3.6	3.5	3.9	3.6
3.9	3.9	3.6	3.6
3.3	3.6	3.2	4.4

PERÍODO 5

QUADRO DE ANÁLISE

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	0.54950	0.18317	0.8543 ns
Tratamentos	4	18.08300	4.52075	21.0839 **
Resíduo	12	2.57300	0.21442	
Total	19	21.20550		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL: 4, 12 F-krit(1%) = 5.412 F = 21.0839  $p < .00100$

MÉDIAS E MEDIDAS

Médias de bloco

1	3.46000 a
2	3.76000 a
3	3.30000 a
4	3.54000 a

Número de médias DMS

2	0.63782
3	0.66888
4	0.68959

Médias de tratamento

1	5.30000 a
2	3.60000 b
3	2.97500 bc
4	3.12500 bc
5	2.57500 c

Número de médias DMS

2	0.71310
3	0.74783

4	0.77098
5	0.77793

MG = 3.51500 CV% = 13.17358

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade

DADOS

5.3	5.3	5.3	5.3
4.1	3.6	3.4	3.3
2.5	3.2	2.4	3.8
3.4	3.5	3.1	2.5
2.0	3.2	2.3	2.8

PERÍODO 6

QUADRO DE ANÁLISE

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	0.18550	0.06183	0.1483 ns
Tratamentos	4	13.16200	3.29050	7.8940 **
Resíduo	12	5.00200	0.41683	
Total	19	18.34950		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL: 4, 12 F-krit(1%) = 5.412 F = 7.894 p = .00233

MÉDIAS E MEDIDAS

Médias de bloco

1	3.40000 a
2	3.14000 a
3	3.34000 a
4	3.30000 a

Número de médias DMS

2	0.88930
3	0.93261
4	0.96148

Médias de tratamento

1	4.90000 a
2	2.67500 b
3	2.90000 b
4	3.00000 b
5	3.00000 b

Número de médias DMS



2	0.99426
3	1.04269
4	1.07497
5	1.08465

MG = 3.29500

CV% = 19.59412

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade

DADOS

4.9	4.9	4.9	4.9
2.8	3.1	2.9	1.9
2.4	2.5	2.8	3.9
3.2	2.3	2.7	3.8
3.7	2.9	3.4	2.0

PERÍODO 7

QUADRO DE ANÁLISE

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	0.72950	0.24317	0.8306 ns
Tratamentos	4	0.51500	0.12875	0.4398 ns
Resíduo	12	3.51300	0.29275	
Total	19	4.75750		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

MÉDIAS E MEDIDAS

Médias de bloco

1	3.00000 a
2	2.84000 a
3	2.58000 a
4	3.08000 a

Número de médias DMS

2	0.74527
3	0.78157
4	0.80576

Médias de tratamento

1	3.00000 a
2	3.02500 a

3	2.90000 a
4	2.57500 a
5	2.87500 a

Número de médias	DMS
2	0.83324
3	0.87382
4	0.90087
5	0.90899

MG = 2.87500 CV% = 18.81961

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade

DADOS

3.0	3.0	3.0	3.0
3.8	3.6	2.6	2.1
3.2	2.7	2.3	3.4
2.5	2.3	2.4	3.1
2.5	2.6	2.6	3.8

PERÍODO 8

QUADRO DE ANÁLISE

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	0.14000	0.04667	0.2581 ns
Tratamentos	4	22.43000	5.60750	31.0092 **
Resíduo	12	2.17000	0.18083	
Total	19	24.74000		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01)  
 \* significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05)  
 ns não significativo (p >= .05)

GL: 4, 12 F-krit(1%) = 5.412 F = 31.0092 p < .00100

MÉDIAS E MEDIDAS

Médias de bloco

1	3.04000 a
2	2.82000 a
3	2.86000 a
4	2.88000 a

Número de médias	DMS
2	0.58574
3	0.61427
4	0.63328

Médias de tratamento

1	5.00000	a
2	2.47500	b
3	2.52500	b
4	2.12500	b
5	2.37500	b

Número de médias DMS

2	0.65488
3	0.68677
4	0.70803
5	0.71441

MG = 2.90000

CV% = 14.66362

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade

DADOS

5.0	5.0	5.0	5.0
2.7	2.4	2.6	2.2
2.2	2.9	2.0	3.0
2.1	2.2	2.1	2.1
3.2	1.6	2.6	2.1

### 7.1.6 Teor de carbono no tecido vegetal (g kg<sup>-1</sup>)

**PERÍODO 1**

QUADRO DE ANÁLISE

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	0.35926	0.11975	0.3375 ns
Tratamentos	4	4.26090	1.06523	3.0019 ns
Resíduo	12	4.25822	0.35485	

Total 19 8.87838

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01)

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05)

ns não significativo (p >= .05)

GL: 4, 12 F-krit(5%) = 3.2592 F = 3.0019 p = .0624

MÉDIAS E MEDIDAS

Médias de bloco

1	41.78200	a
2	41.80000	a
3	42.05400	a
4	41.69400	a

Número de médias DMS

2	0.82052
3	0.86048
4	0.88712

Médias de tratamento

1	41.81000	ab
2	41.97500	a
3	42.20500	a
4	42.21250	a
5	40.96000	b

Número de médias DMS

2	0.91737
3	0.96205
4	0.99183
5	1.00077

MG = 41.83250

CV% = 1.42400

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade

DADOS

41.81	41.81	41.81	41.81
42.07	42.58	41.76	41.49
42.69	41.93	41.66	42.54
41.74	41.85	42.78	42.48
40.60	40.83	42.26	40.15

PERÍODO 2

QUADRO DE ANÁLISE

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	2.82997	0.94332	1.1087 ns
Tratamentos	4	3.51727	0.87932	1.0335 ns
Resíduo	12	10.21005	0.85084	
Total	19	16.55729		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01)

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05)

ns não significativo (p >= .05)

GL: 3, 12 F-krit(5%) = 3.4903 F = 1.1087 p > .10000  
 GL: 4, 12 F-krit(5%) = 3.2592 F = 1.0335 p > .10000

MÉDIAS E MEDIDAS

Médias de bloco

1	38.19600	a
2	39.23400	a
3	38.61800	a

4	38.85000 a
-----	
Número de médias	DMS
-----	
2	1.27054
3	1.33242
4	1.37367
-----	

Médias de tratamento

1	39.25000 a
2	38.66250 a
3	38.53000 a
4	39.10250 a
5	38.07750 a
-----	

Número de médias		DMS
-----		-----
2	1.42051	
3	1.48969	
4	1.53581	
5	1.54965	
-----		-----

MG = 38.72450

CV% = 2.38198

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade

DADOS

39.25	39.25	39.25	39.25
37.93	38.33	40.26	38.13
37.39	39.01	39.07	38.65
38.52	40.70	37.63	39.56
37.89	38.88	36.88	38.66
-----			

PERÍODO 3

QUADRO DE ANÁLISE

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	12.63589	4.21196	4.7130 *
Tratamentos	4	6.03360	1.50840	1.6878 ns
Resíduo	12	10.72428	0.89369	
Total	19	29.39377		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01)

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05)

ns não significativo (p >= .05)

GL: 3, 12 F-krit(5%) = 3.4903 F = 4.713 p = .02136  
 GL: 4, 12 F-krit(5%) = 3.2592 F = 1.6878 p > .10000

MÉDIAS E MEDIDAS

Médias de bloco

1	38.41800	b
2	40.08000	a
3	40.09800	a
4	40.47400	a
-----		
Número de médias		DMS
-----		
2	1.30214	
3	1.36556	
4	1.40784	
-----		
Médias de tratamento		
-----		
1	39.51000	ab
2	38.86000	b
3	40.13250	ab
4	40.45500	a
5	39.88000	ab
-----		
Número de médias		DMS
-----		
2	1.45584	
3	1.52674	
4	1.57401	
5	1.58819	
-----		

MG = 39.76750

CV% = 2.37720

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade

#### DADOS

39.51	39.51	39.51	39.51
37.28	37.80	39.43	40.93
37.82	41.61	41.05	40.05
39.02	41.27	40.82	40.71
38.46	40.21	39.68	41.17

#### PERÍODO 4

##### QUADRO DE ANÁLISE

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	0.26440	0.08813	0.4026 ns
Tratamentos	4	2.99717	0.74929	3.4228 *
Resíduo	12	2.62695	0.21891	
Total	19	5.88852		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL: 4, 12 F-krit(5%) = 3.2592 F = 3.4228 p = .04359

MÉDIAS E MEDIDAS

Médias de bloco

1	40.74400 a
2	40.96800 a
3	40.91600 a
4	41.06000 a

Número de médias DMS

2	0.64447
3	0.67585
4	0.69678

Médias de tratamento

1	41.60000 a
2	40.85250 ab
3	40.76500 b
4	40.97750 ab
5	40.41500 b

Número de médias DMS

2	0.72054
3	0.75563
4	0.77902
5	0.78604

MG = 40.92200

CV% = 1.14335

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade

DADOS

41.60	41.60	41.60	41.60
40.54	41.70	40.22	40.95
41.11	40.36	40.98	40.61
40.84	40.77	41.30	41.00
39.63	40.41	40.48	41.14

PERÍODO 5

QUADRO DE ANÁLISE

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	2.63226	0.87742	1.5278 ns
Tratamentos	4	10.68763	2.67191	4.6525 *
Resíduo	12	6.89149	0.57429	
Total	19	20.21138		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL: 3, 12 F-krit(5%) = 3.4903 F = 1.5278 p > .10000  
 GL: 4, 12 F-krit(5%) = 3.2592 F = 4.6525 p = .01687

MÉDIAS E MEDIDAS

Médias de bloco

1	39.65400	a
2	39.12400	a
3	38.73000	a
4	39.52800	a

Número de médias DMS

2	1.04383
3	1.09467
4	1.12856

Médias de tratamento

1	40.67000	a
2	39.06250	b
3	39.06000	b
4	38.96000	b
5	38.54250	b

Número de médias DMS

2	1.16704
3	1.22388
4	1.26177
5	1.27314

MG = 39.25900 CV% = 1.93031

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade

DADOS

40.67	40.67	40.67	40.67
39.69	39.70	38.61	38.25
39.73	38.31	38.95	39.25
39.29	39.14	38.34	39.07
38.89	37.80	37.08	40.40

PERÍODO 6

QUADRO DE ANÁLISE

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	20.90724	6.96908	2.1853 ns
Tratamentos	4	28.78063	7.19516	2.2562 ns
Resíduo	12	38.26801	3.18900	
Total	19	87.95588		



\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )  
 \* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )  
 ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL: 3, 12 F-krit(5%) = 3.4903 F = 2.1853 p > .10000  
 GL: 4, 12 F-krit(5%) = 3.2592 F = 2.2562 p > .10000

MÉDIAS E MEDIDAS

Médias de bloco

1	39.15000	a
2	38.57800	ab
3	37.64800	ab
4	36.44800	b

Número de médias DMS

2	2.45976
3	2.57956
4	2.65942

Médias de tratamento

1	36.31000	b
2	39.50750	a
3	39.00500	ab
4	36.96750	ab
5	37.99000	ab

Número de médias DMS

2	2.75010
3	2.88403
4	2.97332
5	3.00011

MG = 37.95600

CV% = 4.70486

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade

DADOS

36.31	36.31	36.31	36.31
40.55	40.48	39.35	37.65
39.51	38.80	39.29	38.42
40.07	39.02	37.47	31.31
39.31	38.28	35.82	38.55

PERÍODO 7

QUADRO DE ANÁLISE

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	11.36753	3.78918	1.9260 ns
Tratamentos	4	15.59240	3.89810	1.9814 ns
Resíduo	12	23.60804	1.96734	
Total	19	50.56797		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )  
\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )  
ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL: 3, 12 F-krit(5%) = 3.4903 F = 1.926 p > .10000  
GL: 4, 12 F-krit(5%) = 3.2592 F = 1.9814 p > .10000

MÉDIAS E MEDIDAS

Médias de bloco

1	39.99000 a
2	38.39000 a
3	38.21400 a
4	39.55600 a

Número de médias DMS

2	1.93199
3	2.02608
4	2.08881

Médias de tratamento

1	40.57000 a
2	38.92500 ab
3	37.80500 b
4	38.93250 ab
5	38.95500 ab

Número de médias DMS

2	2.16003
3	2.26523
4	2.33536
5	2.35640

MG = 39.03750 CV% = 3.59300

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade

DADOS

40.57	40.57	40.57	40.57
41.13	37.81	37.75	39.01
40.74	35.20	35.60	39.68
37.92	40.02	38.30	39.49

39.59 38.35 38.85 39.03

**PERÍODO 8**

QUADRO DE ANÁLISE

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	1.16045	0.38682	0.1408 ns
Tratamentos	4	10.36888	2.59222	0.9437 ns
Resíduo	12	32.96132	2.74678	
Total	19	44.49066		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01)  
 \* significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05)  
 ns não significativo (p >= .05)

MÉDIAS E MEDIDAS

Médias de bloco

1	38.82600 a
2	39.27400 a
3	39.24200 a
4	39.49200 a

Número de médias DMS

2	2.28285
3	2.39403
4	2.46815

Médias de tratamento

1	40.28000 a
2	38.04750 a
3	39.26500 a
4	39.01000 a
5	39.44000 a

Número de médias DMS

2	2.55230
3	2.67660
4	2.75947
5	2.78433

MG = 39.20850

CV% = 4.22699

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade

DADOS

40.28 40.28 40.28 40.28  
 34.11 39.26 39.72 39.10

40.10	37.89	39.30	39.77
39.01	39.67	36.98	40.38
40.63	39.27	39.93	37.93

### 7.1.7 Acúmulo de proteína bruta (kg ha<sup>-1</sup>)

#### PERÍODO 1

##### QUADRO DE ANÁLISE

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	1171.82362	390.60787	0.2030 ns
Tratamentos	4	84193.44637	21048.36159	10.9394 **
Resíduo	12	23089.05015	1924.08751	
Total	19	108454.32014		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01)

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05)

ns não significativo (p >= .05)

GL: 4, 12 F-krit(1%) = 5.412 F = 10.9394 p < .00100

#### MÉDIAS E MEDIDAS

##### Médias de bloco

1	103.03242 a
2	106.29775 a
3	90.48450 a
4	88.68513 a

##### Número de médias DMS

2	60.41964
3	63.36215
4	65.32383

##### Médias de tratamento

1	0.97969 d
2	56.74903 cd
3	99.44968 bc
4	140.09345 ab
5	188.35290 a

##### Número de médias DMS

2	67.55121
3	70.84104
4	73.03426
5	73.69223

MG = 97.12495

CV% = 45.16288

As médias seguidas pela mesma letra não diferem

estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade

DADOS

.6234375	.5700000	1.4606250	1.2646880
17.6923700	128.1075000	52.2750000	28.9212500
114.6653000	81.3712500	65.1937500	136.5684000
123.5894000	127.1075000	136.7100000	172.9669000
258.5916000	194.3325000	196.7831000	103.7044000

PERÍODO 2

QUADRO DE ANÁLISE

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	14170.37242	4723.45747	2.2129 ns
Tratamentos	4	165064.91790	41266.22948	19.3326 **
Resíduo	12	25614.43265	2134.53605	
Total	19	204849.72297		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL: 3, 12 F-krit(5%) = 3.4903 F = 2.2129 p > .10000  
 GL: 4, 12 F-krit(1%) = 5.412 F = 19.3326 p < .00100

MÉDIAS E MEDIDAS

Médias de bloco

1	174.67564 a
2	181.75189 a
3	124.88438 a
4	125.54657 a

Número de médias DMS

2	63.63814
3	66.73740
4	68.80357

Médias de tratamento

1	1.52852 d
2	106.73750 c
3	166.25470 bc
4	232.98048 ab
5	251.07190 a

Número de médias DMS

2	71.14960
3	74.61468
4	76.92473
5	77.61775

MG = 151.71462

CV% = 30.45260

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade

DADOS

3.2500000	1.8281250	.6093750	.4265625
84.8250000	156.6875000	116.3250000	69.1125000
233.3438000	174.4875000	58.7500000	198.4375000
248.6594000	260.0000000	222.4500000	200.8125000
303.3000000	315.7563000	226.2875000	158.9438000

PERÍODO 3

QUADRO DE ANÁLISE

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	3080.47408	1026.82469	0.3234 ns
Tratamentos	4	476013.73325	119003.43331	37.4797 **
Resíduo	12	38101.68672	3175.14056	
Total	19	517195.89406		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL: 4, 12 F-krit(1%) = 5.412 F = 37.4797  $p < .00100$

MÉDIAS E MEDIDAS

Médias de bloco

1	264.08679	a
2	248.74541	a
3	230.49439	a
4	255.97791	a

Número de médias DMS

2	77.61527
3	81.39524
4	83.91521

Médias de tratamento

1	1.97281	c
2	179.96353	b
3	244.89510	b
4	428.70738	a
5	393.59180	a

Número de médias DMS

2	86.77651
3	91.00264
4	93.82006
5	94.66529

MG = 249.82612

CV% = 22.55504

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade

DADOS

4.535625	1.290625	1.253750	.811250
172.574000	221.097200	188.511700	137.671200
250.550200	250.990100	127.667600	350.372500
412.861200	403.125200	449.976600	448.866500
479.912900	367.223900	385.062300	342.168100

PERÍODO 4

QUADRO DE ANÁLISE

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	1802.56572	600.85524	0.1222 ns
Tratamentos	4	854064.54691	213516.13673	43.4390 **
Resíduo	12	58983.73500	4915.31125	
Total	19	914850.84762		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL: 4, 12 F-krit(1%) = 5.412 F = 43.439  $p < .00100$

MÉDIAS E MEDIDAS

Médias de bloco

1	363.57868	a
2	373.76060	a
3	376.65510	a
4	352.49300	a

Número de médias DMS

2	96.56978
3	101.27285
4	104.40823

Médias de tratamento

1	3.22000	d
2	286.19193	c
3	438.09418	b
4	536.18538	ab
5	569.41775	a

Número de médias DMS

2	107.96829
---	-----------

3	113.22649
4	116.73195
5	117.78359

MG = 366.62185 CV% = 19.12305

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade

DADOS

2.6800	3.9200	5.3200	.9600
169.7366	312.9466	391.4532	270.6313
456.0938	478.8236	320.2777	497.1816
578.3557	535.2989	531.4370	499.6499
611.0273	537.8139	634.7876	494.0422

PERÍODO 5

QUADRO DE ANÁLISE

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	16339.62260	5446.54087	0.7798 ns
Tratamentos	4	362106.99451	90526.74863	12.9618 **
Resíduo	12	83809.54826	6984.12902	
Total	19	462256.16538		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01)  
 \* significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05)  
 ns não significativo (p >= .05)

GL: 4, 12 F-krit(1%) = 5.412 F = 12.9618 p < .00100

MÉDIAS E MEDIDAS

Médias de bloco

1	280.46078	a
2	226.32754	a
3	216.61759	a
4	206.47421	a

Número de médias DMS

2	115.11233
3	120.71845
4	124.45586

Médias de tratamento

1	3.08891	d
2	189.36263	c
3	240.92833	bc
4	388.20518	a
5	340.76510	ab



Número de médias DMS

2	128.69950
3	134.96733
4	139.14588
5	140.39945

MG = 232.47003

CV% = 35.94919

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade

DADOS

1.424375	1.424375	6.260625	3.246250
187.196900	139.015800	218.099900	213.137900
213.858600	211.418400	204.731200	333.705100
558.296300	377.163500	397.458700	219.902200
441.527700	402.615600	256.537500	262.379600

**PERÍODO 6**

QUADRO DE ANÁLISE

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	5262.78166	1754.26055	0.5696 ns
Tratamentos	4	369525.67362	92381.41840	29.9973 **
Resíduo	12	36955.91838	3079.65987	
Total	19	411744.37366		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01)

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05)

ns não significativo (p >= .05)

GL: 4, 12 F-krit(1%) = 5.412 F = 29.9973 p < .00100

MÉDIAS E MEDIDAS

Médias de bloco

1	230.18968 a
2	208.51686 a
3	251.05398 a
4	243.95556 a

Número de médias DMS

2	76.43937
3	80.16207
4	82.64386

Médias de tratamento

1	3.78984 c
2	159.19295 b

3	292.24480 a
4	337.93228 a
5	373.98523 a

---

Número de médias DMS

2	85.46181
3	89.62391
4	92.39865
5	93.23107

---

MG = 233.42902

CV% = 23.77369

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade

DADOS

---

4.624375	2.817500	3.920000	3.797500
148.635200	150.068100	203.604800	134.463700
238.868100	342.498700	238.394200	349.218200
364.606500	226.571600	361.034700	399.516300
394.214200	320.628400	448.316200	332.782100

---

PERÍODO 7

QUADRO DE ANÁLISE

---

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	23329.57699	7776.52566	1.8724 ns
Tratamentos	4	420867.38925	105216.84731	25.3333 **
Resíduo	12	49839.60109	4153.30009	
Total	19	494036.56733		

---

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01)

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05)

ns não significativo (p >= .05)

GL: 3, 12 F-krit(5%) = 3.4903 F = 1.8724 p > .10000

GL: 4, 12 F-krit(1%) = 5.412 F = 25.3333 p < .00100

MÉDIAS E MEDIDAS

Médias de bloco

---

1	255.73262 a
2	255.84842 a
3	243.65509 a
4	329.78579 a

---

Número de médias DMS

2	88.76921
3	93.09239
4	95.97451

---

Médias de tratamento

1	2.06250	c
2	274.50288	b
3	337.35003	ab
4	306.36305	b
5	435.99895	a

Número de médias		DMS
2	99.24700	
3	104.08046	
4	107.30276	
5	108.26945	

MG = 271.25548

CV% = 23.75845

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade

#### DADOS

1.61250	1.20000	3.46875	1.96875
290.79620	289.83360	312.36920	205.01250
323.02750	327.83810	279.36100	419.17350
282.89250	286.48800	219.00810	437.06360
380.33440	373.88240	404.06840	585.71060

#### PERÍODO 8

##### QUADRO DE ANÁLISE

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	7871.30476	2623.76825	0.2667 ns
Tratamentos	4	470009.89597	117502.47399	11.9442 **
Resíduo	12	118051.03896	9837.58658	
Total	19	595932.23970		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL: 4, 12 F-krit(1%) = 5.412 F = 11.9442  $p < .00100$

#### MÉDIAS E MEDIDAS

##### Médias de bloco

1	320.48302	a
2	275.15257	a
3	277.72173	a
4	310.35801	a

Número de médias		DMS
2	136.61865	
3	143.27216	
4	147.70783	

Médias de tratamento

1	4.99219	b
2	280.92820	a
3	385.99120	a
4	379.15693	a
5	428.57565	a

Número de médias DMS

2	152.74430
3	160.18314
4	165.14237
5	166.63014

MG = 295.92883

CV% = 33.51637

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade

DADOS

2.18750	8.59375	5.28125	3.90625
281.27870	280.44380	276.35260	285.63770
286.45030	442.65820	301.50230	513.35400
391.86150	382.51950	325.28300	416.96370
640.63710	261.54760	480.18950	331.92840

7.1.8 Acúmulo de Carbono (kg ha<sup>-1</sup>)

PERÍODO 1

QUADRO DE ANÁLISE

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	3644.90012	1214.96671	0.3602 ns
Tratamentos	4	127206.23999	31801.56000	9.4277 **
Resíduo	12	40478.54817	3373.21235	
Total	19	171329.68829		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01)

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05)

ns não significativo (p >= .05)

GL: 4, 12 F-krit(1%) = 5.412 F = 9.4277 p = .0011

MÉDIAS E MEDIDAS

Médias de bloco

1	135.00577	a
2	130.73087	a
3	105.77213	a
4	106.31014	a

•¼□□□□□□□□, □iLv□ðÕ

□□□□□□, □iLv□ðÕ

4 106.31014 a

-----  
Número de médias DMS

-----  
2 79.99955  
3 83.89563  
4 86.49302  
-----

-----  
Médias de tratamento

-----  
1 1.14978 d  
2 64.71355 cd  
3 130.60553 bc  
4 172.29983 ab  
5 228.50498 a  
-----

-----  
Número de médias DMS

-----  
2 89.44222  
3 93.79817  
4 96.70214  
5 97.57333  
-----

MG = 119.45473

CV% = 48.62040

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade

DADOS

-----  
.731675 .668960 1.714210 1.484255  
19.289090 153.117700 58.213440 28.233950  
166.640400 101.093200 72.425910 182.262600  
155.731900 163.675400 167.098700 202.693300  
332.635800 235.099100 229.408400 116.876600  
-----

PERÍODO 2

QUADRO DE ANÁLISE

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	51451.19341	17150.39780	2.5355 ns
Tratamentos	4	350990.74862	87747.68715	12.9725 **
Resíduo	12	81169.70005	6764.14167	
Total	19	483611.64207		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01)  
\* significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05)  
ns não significativo (p >= .05)

GL: 3, 12 F-krit(5%) = 3.4903 F = 2.5355 p > .10000  
GL: 4, 12 F-krit(1%) = 5.412 F = 12.9725 p < .00100

MÉDIAS E MEDIDAS

Médias de bloco

1	261.26462	a
2	259.58355	a
3	164.60521	a
4	153.93705	a

Número de médias DMS

2	113.28491
3	118.80203
4	122.48011

Médias de tratamento

1	1.47678	d
2	135.32440	c
3	229.48883	bc
4	298.23758	ab
5	384.71045	a

Número de médias DMS

2	126.65638
3	132.82471
4	136.93693
5	138.17060

MG = 209.84761

CV% = 39.19244

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade

DADOS

3.140000	1.766250	.588750	.412125
98.997300	208.898500	159.429600	73.972200
367.356800	231.719400	73.451600	245.427500
326.071800	338.624000	279.026500	249.228000
510.757200	516.909600	310.529600	200.645400

PERÍODO 3

QUADRO DE ANÁLISE

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	12799.70786	4266.56929	0.3004 ns
Tratamentos	4	1238981.48332	309745.37083	21.8081 **
Resíduo	12	170438.59064	14203.21589	
Total	19	1422219.78182		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01)

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05)

ns não significativo (p >= .05)

GL: 4, 12 F-krit(1%) = 5.412 F = 21.8081 p < .00100

MÉDIAS E MEDIDAS

Médias de bloco

1	436.59461	a
2	408.60079	a
3	365.94929	a
4	409.90662	a

Número de médias DMS

2	164.15687
3	172.15152
4	177.48129

Médias de tratamento

1	2.11379	c
2	296.40288	b
3	397.39853	b
4	674.41258	a
5	655.98638	a

Número de médias DMS

2	183.53296
3	192.47125
4	198.43011
5	200.21777

MG = 405.26283

CV% = 29.40740

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade

DADOS

4.85973	1.38285	1.34334	.86922
263.94090	371.44330	312.96900	237.25830
329.59340	397.85520	220.66340	641.48210
715.99310	633.78960	667.92880	679.93880
868.58590	638.53300	626.84190	489.98470

PERÍODO 4

QUADRO DE ANÁLISE

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	31576.77881	10525.59294	0.4187 ns
Tratamentos	4	2767891.86644	691972.96661	27.5281 **
Resíduo	12	301643.10813	25136.92568	
Total	19	3101111.75339		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01)

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05)

ns não significativo (p >= .05)

GL: 4, 12 F-krit(1%) = 5.412 F = 27.5281 p < .00100

MÉDIAS E MEDIDAS

Médias de bloco

1	669.24060	a
2	662.62038	a
3	700.80600	a
4	592.05654	a

Número de médias DMS

2	218.38449
3	229.02010
4	236.11051

Médias de tratamento

1	3.34880	c
2	510.85570	b
3	788.14890	a
4	937.58303	a
5	1040.96798	a

Número de médias DMS

2	244.16128
3	256.05226
4	263.97957
5	266.35777

MG = 656.18088

CV% = 24.16198

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade

DADOS

2.7872	4.0768	5.5328	.9984
366.9932	564.3188	699.7443	412.3665
833.3340	883.4433	538.4608	897.3575
969.0276	895.3492	975.4821	910.4732
1174.0610	965.9138	1284.8100	739.0871

PERÍODO 5

QUADRO DE ANÁLISE

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	175984.71563	58661.57188	1.9590 ns
Tratamentos	4	1860478.97596	465119.74399	15.5330 **
Resíduo	12	359327.49538	29943.95795	
Total	19	2395791.18697		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )



GL: 3, 12 F-krit(5%) = 3.4903 F = 1.959 p > .10000  
 GL: 4, 12 F-krit(1%) = 5.412 F = 15.533 p < .00100

MÉDIAS E MEDIDAS

Médias de bloco

1	648.28290	a
2	417.55848	a
3	476.76397	a
4	421.26683	a

Número de médias DMS

2	238.35283
3	249.96092
4	257.69965

Médias de tratamento

1	3.79248	d
2	331.69490	c
3	507.96620	bc
4	760.86680	ab
5	850.51985	a

Número de médias DMS

2	266.48657
3	279.46481
4	288.11697
5	290.71262

MG = 490.96805 CV% = 35.24531

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade

DADOS

1.74881	1.74881	7.68663	3.98566
289.94520	245.28570	396.27470	395.27400
543.78250	404.97200	531.61880	551.49150
1032.25700	674.84240	786.50680	549.86100
1373.68100	760.94350	661.73290	605.72200

PERÍODO 6

QUADRO DE ANÁLISE

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	3385.02793	1128.34264	0.0677 *
Tratamentos	4	1550070.22371	387517.55593	23.2364 **
Resíduo	12	200125.71640	16677.14303	
Total	19	1753580.96804		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )  
 \* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )  
 ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL: 3, 12 F-krit(5%) = .0698 F = .0677 p = .04792  
 GL: 4, 12 F-krit(1%) = 5.412 F = 23.2364 p < .00100

#### MÉDIAS E MEDIDAS

##### Médias de bloco

1	475.93618	a
2	491.91000	a
3	507.85402	a
4	506.85027	a

##### Número de médias DMS

2	177.87976
3	186.54274
4	192.31805

##### Médias de tratamento

1	4.49336	c
2	381.57463	b
3	641.33498	a
4	668.46225	a
5	782.32288	a

##### Número de médias DMS

2	198.87562
3	208.56112
4	215.01812
5	216.95522

MG = 495.63762

CV% = 26.05533

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade

#### DADOS

5.48281	3.34052	4.64768	4.50244
344.40900	313.53580	442.03300	426.32070
629.17850	850.49290	535.22900	550.43950
730.48910	615.01370	801.65750	526.68870
670.12150	677.16710	755.70290	1026.30000

#### PERÍODO 7

##### QUADRO DE ANÁLISE

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	23218.06070	7739.35357	1.0475 ns
Tratamentos	4	2006247.18588	501561.79647	67.8827 **
Resíduo	12	88663.89332	7388.65778	



PERÍODO 8

QUADRO DE ANÁLISE

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	20300.98816	6766.99605	0.4378 ns
Tratamentos	4	3443523.38669	860880.84667	55.6965 **
Resíduo	12	185479.59500	15456.63292	
Total	19	3649303.96985		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )  
 \* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )  
 ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL: 4, 12 F-krit(1%) = 5.412 F = 55.6965  $p < .00100$

MÉDIAS E MEDIDAS

Médias de bloco

1	774.58238	a
2	760.23244	a
3	745.33016	a
4	829.64048	a

Número de médias DMS

2	171.24707
3	179.58703
4	185.14700

Médias de tratamento

1	6.43473	c
2	697.57840	b
3	949.38590	a
4	1116.90040	a
5	1116.93240	a

Número de médias DMS

2	191.46005
3	200.78440
4	207.00064
5	208.86551

MG = 777.44637

CV% = 15.99142

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade

DADOS

2.81960	11.07700	6.80732	5.03500
568.55810	734.01490	675.49080	812.24980
835.39320	925.36930	947.92310	1088.85800
1164.68700	1103.60400	916.49260	1282.81800
1301.45400	1027.09700	1179.93700	959.24160

### 7.1.9 Matéria seca dos perfílos (g):

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg.linear	1	0.04016	0.04016	9.8708 *
Reg.quadra	1	0.00106	0.00106	0.2606 ns
Reg.cúbica	1	0.00676	0.00676	1.6617 ns
Tratamentos	3	0.04798	0.01599	3.9310 --
Blocos	3	0.00907	0.00302	0.7428 ns
Resíduo	9	0.03662	0.00407	
Total	15	0.09366		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL: 1, 9 F-krit(5%) = 5.1174 F = 9.8708 p = .01189  
 GL: 1, 9 F-krit(5%) = 5.1174 F = 1.6617 p > .10000

Eq. de regressão:  $y = a + b.x + c.x^2 + d.x^3 + e.x^4 + f.x^5$   
 x = Tratamentos y = Médias dos tratamentos

a = 0.33107017  
 b = 0.00037233  
 c = 0.00000000  
 d = 0.00000000  
 e = 0.00000000  
 f = 0.00000000

Coefficiente de correlação: r = 0.82028262  
 Coeficiente de determinação:  $R^2 = 0.67286358$

Tratamento	Valor ou nível	Médias de trat.	Médias estimadas
1	45.00000	0.32774	0.34782
2	90.00000	0.35206	0.36458
3	180.00000	0.45202	0.39809
4	360.00000	0.44378	0.46511
Médias	168.75000	0.39390	0.39390

MG = 0.39390 CV% = 16.19286

#### DADOS

.3315271	.2904118	.3419487	.3470692
.2863136	.3612054	.3186444	.4420654
.5535409	.3835357	.3961399	.4748762
.5256060	.4369300	.4369571	.3756383

### 7.1.10 Número de perfílos por área (unidades m<sup>2</sup>):

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg.linear	1	170.13904	170.13904	1.5750 ns
Reg.quadra	1	121.00022	121.00022	1.1201 ns
Reg.cúbica	1	11.25003	11.25003	0.1041 ns

Tratamentos	3	302.38929	100.79643	0.9331 --
Blocos	3	35.72213	11.90738	0.1102 ns
Resíduo	9	972.22237	108.02471	
-----				
Total	15	1310.33380		
-----				

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01)  
 \* significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05)  
 ns não significativo (p >= .05)

GL: 1, 9 F-krit(5%) = 5.1174 F = 1.575 p > .10000  
 GL: 1, 9 F-krit(5%) = 5.1174 F = 1.1201 p > .10000  
 GL: 3, 9 F-krit(5%) = .0691 F = .1102 p = .09606

MG = 79.58334 CV% = 13.05989

DADOS

80.33334	81.33334	95.33334	91.33334
78.00000	68.00000	84.00000	78.66666
64.00000	89.33334	68.66666	84.00000
90.00000	74.33334	78.66666	67.33334

7.1.11 Densidade de raízes (cm cm<sup>-3</sup>):

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	3.30621	1.10207	2.5984 ns
Tratamentos	4	5.94896	1.48724	3.5066 *
Resíduo	12	5.08953	0.42413	
-----				
Total	19	14.34470		
-----				

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01)  
 \* significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05)  
 ns não significativo (p >= .05)

GL: 3, 12 F-krit(5%) = 3.4903 F = 2.5984 p > .10000  
 GL: 4, 12 F-krit(5%) = 3.2592 F = 3.5066 p = .04067

MÉDIAS E MEDIDAS

Médias de bloco

1	1.97023	b
2	2.95656	a
3	2.97348	a
4	2.67591	ab

Número de médias DMS

2	0.89704
3	0.94073
4	0.96986

Médias de tratamento

1	1.56063	b
2	3.02845	a
3	2.91514	a

4	2.84024 a
5	2.87577 a
-----	
Número de médias	DMS
-----	
2	1.00293
3	1.05177
4	1.08433
5	1.09410
-----	

MG = 2.64404

CV% = 24.63086

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade

#### DADOS

.4464989	.9493864	2.3572210	2.4894010
2.5090110	3.4371210	3.3419740	2.8256810
2.7730980	3.2956920	2.7612870	2.8304710
2.5442400	2.9358490	3.6537430	2.2271380
1.5782820	4.1647470	2.7531910	3.0068620

#### 7.1.12 Diâmetro médio de raízes (cm):

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	0.02980	0.00993	1.0819 ns
Tratamentos	4	0.11297	0.02824	3.0757 ns
Resíduo	12	0.11019	0.00918	
Total	19	0.25296		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL: 3, 12 F-krit(5%) = 3.4903 F = 1.0819 p > .10000  
 GL: 4, 12 F-krit(5%) = 3.2592 F = 3.0757 p = .05851

#### MÉDIAS E MEDIDAS

##### Médias de bloco

1	0.84335 a
2	0.89511 a
3	0.79170 a
4	0.87199 a
-----	
Número de médias	DMS
-----	
2	0.13199
3	0.13842
4	0.14270
-----	

##### Médias de tratamento

1	0.70596 b
2	0.86058 a
3	0.92132 a

4	0.89235 a
5	0.87249 a
-----	
Número de médias	DMS
-----	
2	0.14757
3	0.15476
4	0.15955
5	0.16099
-----	

MG = 0.85054 CV% = 11.26640

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade

DADOS

.6490000	.6720000	.7233889	.7794555
.9463333	.8557500	.8236111	.8166111
.9195833	1.1648000	.7549111	.8459778
.8483000	.9210666	.8724333	.9275833
.8535556	.8619444	.7841389	.9903055
-----			

7.1.13 Volume radicular (cm<sup>3</sup>):

-----				
F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
-----				
Blocos	3	17.49295	5.83098	1.0378 ns
Tratamentos	4	45.61668	11.40417	2.0297 ns
Resíduo	12	67.42332	5.61861	
-----				
Total	19	130.53294		
-----				

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01)

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05)

ns não significativo (p >= .05)

GL: 3, 12 F-krit(5%) = 3.4903 F = 1.0378 p > .10000  
 GL: 4, 12 F-krit(5%) = 3.2592 F = 2.0297 p > .10000

MÉDIAS E MEDIDAS

Médias de bloco	
-----	
1	6.46020 a
2	8.22133 a
3	5.66131 a
4	7.08076 a
-----	
Número de médias	DMS
-----	
2	3.26498
3	3.42399
4	3.52999
-----	

Médias de tratamento	
-----	
1	4.06467 b
2	7.09583 ab
3	8.18114 a



4	8.19272 a
5	6.74514 ab
-----	
Número de médias	DMS
-----	
2	3.65036
3	3.82813
4	3.94665
5	3.98221
-----	

MG = 6.85590 CV% = 34.57403

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade

DADOS

2.306667	2.830000	5.602222	5.519778
9.767777	7.916667	5.980000	4.718889
7.442222	13.613000	4.542444	7.126889
6.721000	9.884666	7.400222	8.765000
6.063334	6.862333	4.781667	9.273222

7.1.14 Relação parte aérea/raiz (m/m):

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
-----				
Reg.linear	1	11.68550	11.68550	20.1051 **
Reg.quadra	1	0.05232	0.05232	0.0900 ns
Reg.cúbica	1	0.25046	0.25046	0.4309 ns
Reg.4ºgrau	1	0.00256	0.00256	0.0044 ns
-----				
Tratamentos	4	11.99084	2.99771	5.1576 --
Blocos	3	2.44832	0.81611	1.4041 ns
Resíduo	12	6.97466	0.58122	
-----				
Total	19	21.41382		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01)

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05)

ns não significativo (p >= .05)

GL: 1, 12 F-krit(1%) = 9.3302 F = 20.1051 p < .00100

GL: 3, 12 F-krit(5%) = 3.4903 F = 1.4041 p > .10000

Eq. de regressão:  $y = a + b.x + c.x^2 + d.x^3 + e.x^4 + f.x^5$

x = Tratamentos y = Médias dos tratamentos

a = 0.50219875  
 b = 0.00567431  
 c = 0.00000000  
 d = 0.00000000  
 e = 0.00000000  
 f = 0.00000000

Coefficiente de correlação: r = 0.93273950  
 Coeficiente de determinação: R² = 0.87000297

Tratamento	Valor ou nível	Médias de trat.	Médias estimadas
-----			
1	0.00000	0.04395	0.50220
2	45.00000	0.92865	0.75754
3	90.00000	1.31123	1.01289
4	180.00000	1.69313	1.52357
5	360.00000	2.36420	2.54495

Médias	135.00000	1.26823	1.26823
--------	-----------	---------	---------

MG = 1.26823 CV% = 60.11360

DADOS

.0978	.0438	.0243	.0099
.7731	.9153	.9563	1.0699
1.5758	.9356	1.3533	1.3802
2.0120	1.3971	1.2521	2.1113
4.7982	1.3030	2.2275	1.1281

### 7.1.15. Relação entre o teor de fósforo disponível no solo - Mehlich I (mg dm<sup>-3</sup>) e a relação entre parte aérea e raiz (m/m):

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg.linear	1	11.68561	11.68561	20.1091 **
Reg.quadra	1	0.05222	0.05222	0.0899 ns
Reg.cúbica	1	0.25043	0.25043	0.4310 ns
Reg.4ºgrau	1	0.00253	0.00253	0.0043 ns
Tratamentos	4	11.99078	2.99770	5.1586 --
Blocos	3	2.44850	0.81617	1.4045 ns
Resíduo	12	6.97333	0.58111	
Total	19	21.41262		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01)

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05)

ns não significativo (p >= .05)

GL: 1, 12 F-krit(1%) = 9.3302 F = 20.1091 p < .00100  
 GL: 3, 12 F-krit(5%) = 3.4903 F = 1.4045 p > .10000

Eq. de regressão:  $y = a + b.x + c.x^2 + d.x^3 + e.x^4 + f.x^5$   
 x = Tratamentos y = Médias dos tratamentos

a = 0.15356440  
 b = 0.27727254  
 c = 0.00000000  
 d = 0.00000000  
 e = 0.00000000  
 f = 0.00000000

Coefficiente de correlação: r = 0.92507761  
 Coeficiente de determinação: R<sup>2</sup> = 0.85576858

Tratamento	Valor ou nível	Médias de trat.	Médias estimadas
1	1.40000	0.04400	0.54175
2	2.00000	0.92850	0.70811
3	3.20000	1.31125	1.04084
4	4.90000	1.69300	1.51220
5	8.60000	2.36425	2.53811
Médias	4.02000	1.26820	1.26820

MG = 1.26820 CV% = 60.10933

DADOS

.098	.044	.024	.010
.773	.915	.956	1.070
1.576	.936	1.353	1.380
2.012	1.397	1.252	2.111
4.798	1.303	2.228	1.128