

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
HUGO VON LINSINGEN PIAZZETTA

MODIFICAÇÕES MORFOLÓGICAS E FISIOLÓGICAS DAS RAÍZES DO CONSÓRCIO
AVEIA E AZEVÉM MOTIVADAS PELA FORMA DE UTILIZAÇÃO E DOSES DE
NITROGÊNIO

CURITIBA

2013

HUGO VON LINSINGEN PIAZZETTA

MODIFICAÇÕES MORFOLÓGICAS E FISIOLÓGICAS DAS RAÍZES DO CONSÓRCIO
AVEIA E AZEVÉM MOTIVADAS PELA FORMA DE UTILIZAÇÃO E DOSES DE
NITROGÊNIO

Tese apresentada, ao Curso de Pós Graduação em Agronomia, Área de Concentração Produção Vegetal em Sistemas Integrados, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Anibal de Moraes

Comitê de Orientação: Prof. Dr. Ricardo Augusto de Oliveira , Prof. Dr. Itacil Eloi Sandini, Prof. Dr. Paulo Cesar de Faccio Carvalho, Prof. Dr. Antônio Carlos Vargas Motta, Prof^a. Dr.^a Claudete Reisdorfer Lang

CURITIBA

2013



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGRONOMIA – PRODUÇÃO VEGETAL



PARECER

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós - Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, reuniram-se para realizar a arguição da Tese de DOUTORADO, apresentada pelo candidato **HUGO VON LINSINGEN PIAZZETTA**, sob o título **“MODIFICAÇÕES MORFOLÓGICAS E FISIOLÓGICAS DAS RAÍZES DO CONSÓRCIO AVEIA E AZEVÉM MOTIVADAS PELA FORMA DE UTILIZAÇÃO E DOSES DE NITROGÊNIO”**, para obtenção do grau de Doutor em Ciências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Após haver analisado o referido trabalho e arguido o candidato são de parecer pela **“APROVAÇÃO”** da Tese.

Curitiba, 10 de Julho de 2013.

Professora Drá. Louise Larissa May De Mio
Coordenadora do Programa

Professor Dr. Itacir Eloi Sandini
Primeiro Examinador

Professor Dr. Sebastião Brasil Campos Lustosa
Segundo Examinador

Professora Dra. Claudia Cristina Leite Fiori
Terceira Examinadora

Professor Dr. Ricardo Augusto de Oliveira
Quarto Examinador

Professor Dr. Anibal de Moraes
Presidente da Banca e Orientador

*Dedico esta obra em memória da minha mãe Ivonete
von Linsingen Piazzetta e a minha amada esposa
Ticiany Maria Dias Ribeiro*

..

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado a vida e iluminado sempre a minha vida, guiando minhas ações e meus pensamentos.

À Universidade Federal do Paraná, pela minha formação profissional e intelectual, ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pela importante oportunidade de conclusão do doutorado e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo.

Ao meu orientador e amigo Anibal de Moraes que pela sua dedicação e instrução possibilitou a construção deste trabalho e ajudou a alcançar meus objetivos.

Ao professor Itaci Eloi Sandini, responsável pela área experimental, por permitir que o trabalho fosse desenvolvido em uma área experimental modelo para os sistemas integrados de produção. De maneira igual, e a todos seus estagiários que participaram da condução do experimento.

Ao professor Renato Marques e seus orientados pelo apoio nas análises laboratoriais. Aos professores Sebastião Brasil Campos Lustosa, Ricardo Augusto de Oliveira, Paulo Cesar de Faccio Carvalho, Antônio Carlos Vargas Motta e a Claudete Reisdorfer Lang pelo companheirismo, exemplo e orientação, contribuindo grandemente para minha formação. Aos colegas de pós-graduação Tiago Baldissera, Laercio Sartor, Vanderley Porfírio da Silva, Paulo Marques, pelas trocas de experiências e discussões.

As funcionárias Maria Emília e Lucimara Antunes pela imensa dedicação e contribuição às pesquisas e a condução do curso de pós-graduação.

Aos meus colegas professores, Roberto Carlos, Eduardo, Nádia, Claudia, Leonardo, Edina, Danielle, Roseana, Zeno, Diego, Aline e todos os demais que compartilharam e compartilham os momentos de estresse e alegrias da docência.

Aos meus prezados alunos, aos quais tive a oportunidade de compartilhar experiências de vida profissional e pessoal.

A minha mãe Ivonete (*in memoriam*), que não estando mais neste mundo, tenho certeza que acompanha toda minha trajetória de vida. Dedico e sempre dedicarei minhas vitórias a ela.

Ao meu pai Clemente Manoel Piazzetta e a Eloira Eich, verdadeiros exemplos de vida, pelo apoio, amor e compreensão em todos momentos de minha vida.

Aos meus irmãos Daniel e Patrícia e cunhados Genara e Paulo pela imensa satisfação de tê-los como minha família. Aos meus sobrinhos, Ângelo, Marco

Antônio, Afonso, Matheus Henrique e Kauã que através dos seus sorrisos de criança reconfortam-me nos momentos difíceis.

Aos meus avós Hugo, Ivone (*in memorian*), Catarina (*in memorian*) e José Albino (*in memorian*) sem os quais eu não estaria aqui. A todos meus parentes, em especial Alexandre, Rafael, Gabriel, Wagner, Sarah, Ricardo, Luciano, Geovana, Regina Antun, Geni, Cleto e Regina Guimarães pelos bons momentos proporcionados. Aos meus padrinhos Eliel (*in memorian*) e Nora Lúcia (*in memorian*) que foram muito mais do que simplesmente padrinhos, mais sim, modelos de afeto, carinho e atenção.

Aos meus amigos do Grupo V.I.D.A, da Agronomia UFPR por terem feito parte das mais importantes fases de minha vida.

Em especial Rafael e Samira de Mello e Silva, Juliana (Juzinha), Analisa, Francine, Andresa, Rafaella (Lella), Igor, Marianne e Ericson, Fabian e Lismeri, Ricardo e Janaina, Carlos e Carla, Henrique e Claudia, Luis Raphael e Mariana, Fabio e Flavia, Adiano e Gisele, Nathi, Cati, Renan, Diogo e todos os demais irmão do Movimento de Cursilho de Cristandade de Curitiba.

Aos meus queridos sogros e amigos Renato Ribeiro e Maria Dias Ribeiro por terem me dado a oportunidade de ter ao meu lado a pessoa mais importante de minha vida.

Em especial, a minha esposa Ticiany Maria Dias Ribeiro, por todos os momentos inesquecíveis, pelo seu amor, carinho e compreensão mesmo nos momentos difíceis e por toda ajuda que deu para a conclusão deste trabalho. Te amo infinitamente.

A Todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

Tu és Senhor o meu pastor e nada me faltará

Em verdes pastagens me faz repousar; para fontes tranquilas me conduz, e restaura minhas forças.

Ele me guia por bons caminhos por causa do seu nome.

Embora eu caminhe em um vale tenebroso, não temerei mal algum, pois junto a mim estás; teu bastão e teu cajado me deixam tranquilo.

Diante de mim preparas a mesa, à frente dos meus opressores; unges minha cabeça com óleo, e minha taça transborda.

Sim, felicidade e amor me acompanham todos os dias de minha vida.

Minha morada é a casa de Javé, por dias sem fim.

Salmo 22

BIOGRAFIA DO AUTOR

Hugo von Linsingen Piazzetta, nasceu em Rio Negro, Paraná, aos dezenove dias de maio de 1982. Filho de Clemente Manoel Piazzetta e Ivonete von Linsingen Piazzetta (*in memorian*).

Em Março de 2000, iniciou o Curso de Graduação em Agronomia, na Universidade Federal do Paraná concluindo este em 2005.

No ano de 2003 iniciou os trabalhos de pesquisa com ovinos em pastagem no laboratório de Produção de Ovinos e Caprinos da UFPR (LAPOC) sob orientação da Dra. Alda Lucia Gomes Monteiro.

Em Março de 2007, iniciou o Curso de Pós-Graduação em Agronomia em nível de Mestrado, Área de Concentração em Produção Vegetal, na Universidade Federal do Paraná, desenvolvendo estudos relacionados ao comportamento ingestivo de cordeiros suplementado em pasto. Obtendo o título de Mestre em Ciências em Fevereiro de 2009.

Em fevereiro do mesmo ano, iniciou o Curso de Pós-Graduação em Agronomia em nível de Doutorado, Área de Concentração em Produção Vegetal, na Universidade Federal do Paraná, desenvolvendo estudos relacionados ao crescimento radicular de plantas forrageiras em um sistema de Integração Lavoura-Pecuária. Em fevereiro de 2011 foi submetido com êxito à banca examinadora de qualificação, e no dia 10 de julho de 2013 foi submetido à banca examinadora de tese obtendo assim, o título de Doutor em Ciências.

RESUMO

Foram avaliadas as variações na morfologia e da alocação de carbono na biomassa de raízes de Aveia Preta e Azevém Anual utilizados como pastagem ou como cobertura vegetal com adubação nitrogenada. Para isto, foram comparados os efeitos do pastejo com um sistema nãopastejado e a aplicação das doses de 75 e 150 kg.ha⁻¹ de N. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso em arranjo de parcelas sub-subdividida no tempo, onde as parcelas principais foram utilizadas com e sem pastejo, as sub parcelas as doses de N e as sub-subparcelas os dias/períodos de avaliação. Cada parcela correspondia a um piquete de 0,24 ha quando houve o pastejo e 96 m² nas áreas sem pastejo. Nas parcelas foram cultivadas Aveia Preta e Azevém Anual semeados sobre restos culturais de lavoura de milho e posteriormente pastejado por ovinos, procurando manter a altura da pastagem em 15 cm. As amostragens foram realizadas a partir de 30 dias da semeadura e sequencialmente a cada 30 dias, utilizando um cilindro com 10 cm de diâmetro e 20 cm de profundidade totalizando 1570 cm³. Eram coletadas 3 sub-amostras em cada parcela com pastejo e 2 sub-amostras nas parcelas sem pastejo, a mistura das sub-amostras compunha a amostra da parcela. As raízes correspondente às amostras foram separadas da parte aérea, limpas e analisadas no equipamento Win/MacRizho para determinação do comprimento, área, volume e diâmetro das raízes. As massas secas das raízes e da parte aérea foram obtidas através de pesagem das massas em balança analítica. A partir destes resultados foi possível estimar a massa específica das raízes, a relação parte aérea:raiz, a taxa de crescimento relativo, a taxa de expansão relativa e a taxa de acúmulo de massa seca das raízes. As amostras de raízes secas foram moídas, pesadas e colocadas em cápsulas de estanho para determinação das porcentagens de carbono (C) e nitrogênio (N) e da relação C:N por intermédio do equipamento Analisador CNHS, possibilitando a estimativa da taxa de acúmulo de carbono e estoque de carbono na biomassa de raízes. Pelos resultados obtidos, não houve efeito das doses de nitrogênio aplicadas nas variáveis avaliadas neste experimento. O pastejo promoveu aumento do comprimento, área da superfície, diâmetro médio e volume de raiz indicando que houve maior crescimento radicular de plantas pastejadas em comparação as não pastejadas. Para massa seca das raízes, não houve diferença entre os sistemas. As taxas de desenvolvimento e a alocação de carbono nas raízes são pouco alteradas pelo sistema com pastejo. Por outro lado, às condições meteorológicas aliadas aos estágios de desenvolvimento das culturas tiveram grandes influências sobre todas as variáveis avaliadas neste experimento. A partir dos resultados obtidos é possível concluir que o sistema com pastejo quando manejado prevendo a manutenção de uma quantidade suficiente de folhas pode alterar a morfologia das raízes sem causar prejuízos ao seu desenvolvimento. É considerável a quantidade de carbono alocada para o sistema radicular e esta, pode representar uma grande fonte de carbono para o solo.

PALAVRAS-CHAVE: Comprimento de raiz, volume de raiz, área de raiz, biomassa radicular, carbono

ABSTRACT

There were evaluated the variations in morphology and carbon allocation in root biomass of oat and annual ryegrass used as pasture or as a plant cover with nitrogen. For this, we compared the effects of grazing with system without grazed and application of doses of 75 and 150 kg ha⁻¹ N. A completely randomized block design arranged in a split-split-plot in time, where the main plots were used with and without grazing, subplots were N doses and sub-subplots were the days / period of evaluation. Each plot corresponds to a paddock of 0.24 ha when there was grazing and 96 m² in without grazing areas. The plots were cultivated oat and annual ryegrass sown on crop residues of maize crop and, subsequently grazed by sheep, seeking to maintain the grass height at 15 cm. Samples were taken from 30 days of sowing and sequentially every 30 days, using a cylinder with 10 cm diameter and 20 cm deep totaling 1570 cm³. There were collected 3 sub-samples from each plot with grazing and two sub-samples in the plots without grazing, the mixture of sub-samples composed the sample plot. The roots corresponding to the samples were separated from aerial part, cleaned and analyzed at equipment Win / MacRizo for determination of length, area, volume and diameter of roots. The dry weights of roots and aerial part were obtained by weighing the masses on an analytical balance. From these results it was possible to estimate the density of roots, the aerial part:root, the relative growth rate, relative expansion rate and the rate of accumulation of dry mass of roots. The samples of dried roots were ground, weighed and placed in tin capsules to determine the percentages of carbon (C) and nitrogen (N) and C: N ratio through the CNHS analyzer equipment, enabling an estimated accumulation carbon rate and carbon stock in biomass of roots. From the results obtained, there was no effect of nitrogen doses in the variables studied in this experiment. The grazing promoted increased length, surface area, mean diameter and root volume indicating that there was greater root growth of grazed plants compared to non-grazed. For dry weight of roots, there was no difference between the systems. Development rates and carbon allocation in root are little changed by the system with grazing. On the other hand, weather conditions combined with the stages of crop development have had major influences on all variables in this experiment. From the results obtained it can be concluded that the grazing system when managed, by providing the maintenance of a sufficient amount of sheets, can alter the morphology of the roots without causing damage to their development. There is considerable amount of carbon allocated to the root system and this, may represent a major source of carbon to the soil.

KEY WORDS: carbon, root area, root biomass, root length, root volume

LISTA DE EQUAÇÕES

Eq.4.2.1 - Crescimento radicular relativo diário	33
Eq.4.2.2 - Expansão radicular relativa diária	34
Eq.4.2.3 - Taxa de acúmulo de matéria seca radicular diária	34
Eq. 5.2.1 - Taxa de alocação de carbono para raízes	55

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 3.2.1 – SALDO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO E DO ANO DE 2010 PARA O MUNICÍPIO DE GUARAPUAVA-PR	31
FIGURA 3.3.1 - RELAÇÃO ENTRE O COMPRIMENTO RADICULAR (a) E DIÂMETRO MÉDIO RADICULAR (b) PARA O SISTEMA COM PASTEJO (CP) E SEM PASTEJO (SP) NOS DIAS APÓS O INÍCIO DO PASTEJO (DAIP). GUARAPUAVA, 2010	41
FIGURA 3.3.2 - RELAÇÃO ENTRE A ÁREA DA SUPERFÍCIE RADICULAR (a) E VOLUME RADICULAR (b) PARA O SISTEMA COM PASTEJO (CP) E SEM PASTEJO (SP) NOS DIAS APÓS O INÍCIO DO PASTEJO (DAIP). GUARAPUAVA, 2010	42
FIGURA 3.3.3 – RELAÇÃO ENTRE A MASSA SECA DA PARTE AÉREA (a) E MASSA SECA RADICULAR (b) PARA O SISTEMA COM PASTEJO (CP) E SEM PASTEJO (SP) NOS DIAS APÓS O INÍCIO DO PASTEJO (DAIP). GUARAPUAVA, 2010	43
FIGURA 3.3.4 - RELAÇÃO ENTRE A MASSA ESPECÍFICA RADICULAR (a) E RELAÇÃO PARTE AÉREA:RAIZ (b) PARA O SISTEMA COM PASTEJO (CP) E SEM PASTEJO (SP) NOS DIAS APÓS O INÍCIO DO PASTEJO (DAIP). GUARAPUAVA, 2010	44
FIGURA 4.2.1 – SALDO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO E DO ANO DE 2010 PARA O MUNICÍPIO DE GUARAPUAVA-PR	53
FIGURA 4.3.1 - TAXA DE ALOCAÇÃO DE CARBONO ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$) NAS RAÍZES DO CONSÓRCIO AVEIA PRETA E AZEVÉM ANUAL COM E SEM PASTEJO. GUARAPUAVA, 2010	57

LISTA DE TABELAS

TABELA 3.2.1 - RESULTADO DA ANÁLISE DE SOLO (0-15 CM) DA ÁREA EXPERIMENTAL. GUARAPUAVA, 2010 (SARTOR, 2012)	30
TABELA 3.3.1 - MÉDIAS ESTIMADAS, SIGNIFICÂNCIA E DESVIO PADRÃO DE TAXA DE CRESCIMENTO RELATIVO (TCR - $\text{km} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$) DO CONSÓRCIO DE AVEIA PRETA MAIS AZEVÉM ANUAL COM E SEM PASTEJO E COM DOSES DE NITROGÊNIO (N). GUARAPUAVA, 2010	36
TABELA 3.3.2- MÉDIAS ESTIMADAS, SIGNIFICÂNCIA E DESVIO PADRÃO DE TAXA DE EXPANSÃO RELATIVA (TER - $\text{cm}^2 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$) DO CONSÓRCIO DE AVEIA PRETA MAIS AZEVÉM ANUAL COM E SEM PASTEJO E COM DOSES DE NITROGÊNIO (N). GUARAPUAVA, 2010	37
TABELA 3.3.3 - MÉDIAS ESTIMADAS, SIGNIFICÂNCIA E DESVIO PADRÃO DE TAXA DE ACUMULO DE MS (TAMS - $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$) DE PASTAGEM DE AVEIA PRETA MAIS AZEVÉM ANUAL COM E SEM PASTEJO. GUARAPUAVA, 2010	38
TABELA 4.2.1 - RESULTADO DA ANÁLISE DE SOLO (0-15 CM) DA ÁREA EXPERIMENTAL. GUARAPUAVA, 2010 (SARTOR, 2012)	53
TABELA 4.3.1 - QUANTIDADE DE CARBONO ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) NAS RAÍZES DA PASTAGEM DE INVERNO COM E SEM PASTEJO. GUARAPUAVA, 2010	57
TABELA 4.3.2 - RELAÇÃO C:N NAS RAÍZES DA PASTAGEM DE INVERNO COM E SEM PASTEJO. GUARAPUAVA, 2010	60

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. CAPÍTULO 1 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1. O desenvolvimento vegetal em um ecossistema pastoril e suas relações ecológicas	18
2.2.1. A relação entre o desenvolvimento da comunidade vegetal e herbívoros	19
2.2.2. O crescimento radicular em ecossistemas pastoris	22
2.2.3. O processo de reciclagem de nutrientes a partir da matéria orgânica do solo	25
3. CAPÍTULO 2 – MODIFICAÇÕES DA MORFOLOGIA DO SISTEMA RADICULAR DE AVEIA PRETA E AZEVEM SOB PASTEJO E ADUBAÇÃO NITROGENADA	27
RESUMO	27
ABSTRACT	27
3.1. Introdução	28
3.2. Material e Métodos	30
3.3. Resultados e Discussão	34
3.4. Conclusão	46
3.5. Referências	46
4. CAPÍTULO 3 – ALOCAÇÃO DE CARBONO NA BIOMASSA DE RAÍZES EM CONSÓRCIO DE AVEIA PRETA E AZEVEM COM ADUBAÇÃO NITROGENADA	50
RESUMO	50
ABSTRACT	50
4.1. Introdução	51
4.2. Material e Métodos	52
4.3. Resultados e Discussão	56
4.4. Conclusão	60

4.5. Referências	60
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
6. REFERÊNCIAS	66
ANEXO 1 - Análises estatísticas das características morfológicas das raízes das pastagens	74
ANEXO 2 - Análises de regressão das características morfológicas das raízes da pastagem	109
ANEXO 3 - Análises estatísticas das taxas de desenvolvimento das raízes da pastagem	115
ANEXO 4 - Análises estatísticas das taxas de alocação de carbono e nitrogênio na raiz das pastagens	133
ANEXO 5 - Análises estatísticas da quantidade de carbono e nitrogênio na raiz da pastagem	138

1. INTRODUÇÃO

Sistemas agropecuários são amplamente distribuídos em nosso país e são responsáveis em produzir alimentos não só para o consumo interno mais também para suprir a demanda alimentar de vários países do mundo.

Somando a importância que a agropecuária brasileira possui na produção de alimentos, deve-se observar os aspectos conservacionistas que visam garantir a preservação dos recursos naturais proporcionando às gerações futuras as mesmas condições de produção dadas à nossa geração.

Sendo assim, sistemas de produção mais eficientes estão sendo propostos com o objetivo de conciliar a produtividade dos estabelecimentos agropecuários e a independência financeira dos mesmos com o devido respeito ao meio ambiente tornando os meios de produção mais sustentáveis.

A sustentabilidade dos sistemas agropecuários também está relacionada com a qualidade ambiental, neste sentido, nos últimos anos tem-se intensificado a atenção às possíveis mudanças na composição gasosa de nossa atmosfera, principalmente as relacionadas ao aumento da concentração de gases que podem alterar a dinâmica da radiação solar, ocasionando aumento de temperatura do ar no planeta, e conseqüentemente, no desenvolvimento dos seres vivos que o habitam (IPCC, 2001).

Dentre os chamados gases de efeito estufa, encontra-se o CO_2 , que quando presente em quantidade elevada na atmosfera pode causar elevação da temperatura mas por outro lado, é utilizado pelas plantas durante o processo de fotossíntese, que converte o carbono inorgânico (CO_2) em carbono orgânico ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) que será utilizado para o crescimento e armazenado na forma de reservas vegetais (TAIZ e ZEIGER, 2004)

Em condição fotossintética favorável a planta se desenvolve adequadamente tanto em parte aérea, quanto no sistema radicular, que é o grande responsável em sustentar a planta no ambiente, absorver água, nutrientes e estocar reservas garantindo o seu desenvolvimento.

Alguns estudos relatam aumentos na produtividade tanto da parte aérea quanto de raízes com o aumento da concentração de CO_2 atmosférico e seu metabolismo pelas plantas, o que sugere que uma parte significativa de carbono adicional é transferida para o sistema de raízes e, finalmente, para a comunidade microbiana e os depósitos de carbono (GILL *et al.*, 2002a, 2006; NORBY *et al.*, 2004;. PENDALL *et al.*, 2004;. HILL *et al.*, 2007). Mesmo assim,

ainda não é dada a devida atenção às trocas de CO₂ em pastagens, embora esse ecossistema representam cerca de 32% da vegetação natural da Terra (SYUKER *et al.*, 2003).

Em um ecossistema pastoril, composto por diferentes indivíduos pertencentes a diferentes reinos e sujeitos às variações bióticas e abióticas impostas a eles a dinâmica de assimilação e alocação de carbono comporta-se de maneira singular. As plantas neste ecossistema tem suas folhas constantemente consumidas por herbívoros que as necessitam a fim de garantir sua sobrevivência e reprodução, e num sistema de produção, ainda garantir a produção de carne, leite e outros produtos animais utilizados pelos seres humanos.

Durante o processo de pastejo os animais efetuam um complexo processo de seleção e apreensão do alimento, onde preferencialmente as folhas mais novas são consumidas. Entretanto, essas folhas são as que possuem maior eficiência fotossintética e assimilam a maior parte do carbono necessário às plantas podendo, dependendo da intensidade com que o pastejo é realizado, causar uma deficiência energética na planta, esgotando suas reservas e reduzindo a sua capacidade de rebrote e crescimento (PARSONS *et al.*, 1988; LEMAIRE, 2001; BRAGA, 2004)

Sendo assim, o correto manejo das pastagens é fundamental para conciliar o pastejo do animal com as necessidades fotossintéticas das plantas e permitir que estas consigam rebrotar sem a necessidade de reduzir suas reservas energéticas. Dentre as práticas de manejo, pode-se citar o controle da intensidade de pastejo por meio da manutenção do índice de área foliar remanescente e a fertilização com nutrientes fundamentais para o crescimento, tanto da parte aérea quanto do sistema radicular.

Estudos envolvendo o crescimento do sistema radicular são escassos, provavelmente, em função da dificuldade em coletar amostras de raízes (VOORHEES *et al.* 1980). As metodologias hoje conhecidas demandam muito tempo e necessitam de muita mão de obra para que as amostras sejam colhidas e manipuladas antes que as leituras possam ser realizadas. Ainda, a separação das raízes de outras partículas presentes no solo é uma tarefa que exige muito cuidado e atenção por parte da pessoa que realiza a limpeza, sendo que, quando esta não é bem realizada pode causar variações nos dados que podem comprometer a veracidade dos resultados obtidos.

Neste contexto, este trabalho tem por objetivo geral avaliar como a forma de utilização das plantas, com a presença do pastejo ou como cobertura vegetal e a fertilização com doses de nitrogênio podem afetar a morfologia e a alocação de carbono no sistema radicular em consórcio de Aveia Preta e Azevém Anual. E como objetivos específicos, determinar o efeito

do pastejo e das doses de nitrogênio sobre as características morfológicas das raízes, bem como nas taxas de crescimento relativo, expansão relativa e acúmulo de massa seca, e acúmulo de carbono na biomassa radicular

2. CAPÍTULO 1 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O DESENVOLVIMENTO VEGETAL EM UM ECOSISTEMA PASTORIL E SUAS RELAÇÕES ECOLÓGICAS

O ambiente pastoril pode ser definido como um local onde estão presentes espécies vegetais cultivadas ou nativas (HADLEY, 1993), que tem por objetivo alimentar herbívoros, seja pelo processo de pastejo ou por corte (PIAZZETTA, 2009)

Este ambiente é caracterizado por fatores que conferem uma grande heterogeneidade. Esta pode se dar pelo arranjo do dossel forrageiro, verticalmente e horizontalmente (variação espacial), como também através dos diferentes estádios fenológicos das plantas (variação temporal) (O'REAGAN e SCHWARTZ, 1995) e as interações entre a comunidade de plantas com os herbívoros que se alimentam delas.

Briske e Heitshmidt (1991) relatam que as relações ecológicas entre os indivíduos pertencentes ao ecossistema pastoril poderão condicionar a produtividade primária na forma de biomassa vegetal forrageira e conseqüentemente a produção animal, correspondendo à produtividade secundária deste ecossistema e, por sua vez, estas relações ecológicas são dependentes dos componentes bióticos (produtores primários, herbívoros, carnívoros, onívoros e detritívoros) e abióticos (radiação solar, temperatura, precipitação, umidade do solo, fertilidade e física do solo) do ecossistema, conforme descrito por Stoddart *et al.*, (1975)

O acúmulo de biomassa em uma comunidade vegetal é o resultado do balanço entre os processos fotossintéticos e respiratórios da planta. Kerbauy (2004) descreve a fotossíntese como um processo fisiológico desenvolvido por organismos clorofilados que assimilam carbono atmosférico transformando-o em compostos energéticos que poderão ser utilizados para a respiração celular, tornando possível o crescimento da planta. Conforme o mesmo autor, para que este processo seja realizado de maneira adequada são necessários que fatores relacionados à planta em questão e ao meio ambiente onde ela se desenvolve permitam a captação de luz e as reações bioquímicas da fotossíntese. Bernardes (1987) comenta que a conversão de energia é um processo relativamente ineficiente, pois apenas 2 a 5% da energia luminosa que chega à superfície pode, efetivamente, ser utilizada no crescimento do dossel.

Taiz e Zeiger (2004) inferem que o fluxo de energia de um ecossistema pastoril, através da captação da radiação solar e assimilação de carbono inorgânico presente na

atmosfera, são influenciados pelas características estruturais da população de plantas em termos de tamanho e distribuição espacial das superfícies de troca, como área foliar e distribuição radicular. Por outro lado, segundo os mesmos autores, a interação entre plantas e seu ambiente externo é regulada por fatores fisiológicos, como a difusão estomática de CO₂ e água, fotossíntese e respiração, absorção do nitrato ou fixação de nitrogênio.

As folhas de uma planta são as grandes responsáveis em interceptar a radiação emitida pelo sol, pois nelas estão contidos o aparato fotossintético. Sendo assim, na maioria das vezes a assimilação de carbono neste ecossistema está relacionada às perturbações impostas às folhas e conseqüentemente, ao aparato fotossintético. Milchunas *et al.* (1988) descrevem como as principais perturbações que ocorrem na comunidade vegetal em um ecossistema pastoril é a ocorrência de seca, fogo e a presença do pastejo.

A influência imposta pelos herbívoros neste ecossistema vai além da remoção de folhas. Através dos seus padrões de preferência eles podem suprimir o desenvolvimento de algumas plantas afetando a sucessão de espécies. Através da redução do Índice de Área Foliar (IAF), podem alterar o fluxo de carbono na planta. A deposição de seus dejetos sobre o solo e posteriormente a sua decomposição, alteram a dinâmica de nutrientes no solo e o pisoteio pode alterar as propriedades físicas do solo e conseqüentemente a infiltração de água (DERGIBUS *et al.*, 2001). Segundo o mesmo autor, todos esses processos afetam a dinâmica do fluxo de energia e de competição dentro do ecossistema, contribuindo para torná-lo complexo e dinâmico.

Dentre todos os agentes, a presença do animal é um dos principais aspectos que singularizam o ecossistema pastagem, sendo que a compreensão de seus efeitos sobre a planta forrageira faz-se necessária para que se possa explorar ao máximo a sua produtividade e persistência de maneira racional e sustentável (SBRISSIA e DA SILVA, 2001).

2.2.1. A relação entre o desenvolvimento da comunidade vegetal e os herbívoros

O pastejo é o processo no qual herbívoros removem partes de plantas a fim de se alimentarem. Este processo possui elevada complexidade, pois envolve características do herbívoro e do alimento presente em seu ambiente (PRACHE *et al.*, 1998). O animal em pastejo é obrigado a tomar uma série de decisões para colher de forma eficiente os nutrientes necessários que atenda as suas necessidades nutricionais. Essas decisões resultam em ações

que determinam os padrões de comportamento que, em conjunto, são conhecidos como estratégia de alimentação ou de forrageamento (ILLIUS e GORDON, 1992).

Durante o processo de pastejo uma grande parte da biomassa vegetal é removida resultando na redução do aparato fotossintético da planta podendo ocorrer a redução da assimilação de carbono pela planta.

As plantas forrageiras que compõem os ecossistemas de pastagens, atualmente, são reflexo de um longo período evolutivo, no qual naturalmente foram selecionadas espécies que desenvolveram mecanismos de resistência e adaptação ao pastejo como forma de assegurar sua sobrevivência e perpetuação nas áreas de pastagem. Briske, (1996) infere que a resistência das plantas ao pastejo é composta por mecanismos básicos que são combinados de maneira específica e possuem importância relativa variável para cada espécie forrageira, determinando sua plasticidade fenotípica.

O mecanismo de tolerância ao pastejo está associado às restrições do suprimento de carboidratos para o crescimento da planta, resultantes da remoção dos tecidos fotossintetizantes. Nesta condição as plantas alteram as rotas de alocação de reservas e passa a ocorrer um fluxo de carbono beneficiando a parte aérea, garantindo a formação de novos perfilhos e desenvolvimento de novas folhas, permitindo a planta recuperar seu aparato fotossintético.

As *Poaceas* presentes em um ecossistema pastoril são formadas por unidades básicas denominadas perfilho (VALENTINE e MATTHEW, 1999). A diferenciação do meristema apical do perfilho dá origem aos fitômeros, que são estruturas compostas por um nó, um entre nó e gemas axilares. Estas gemas por sua vez, poderão dar origem a folhas, raízes ou a um novo perfilho (HODGSON, 1990). O aparecimento de fitômeros em um perfilho ocorre de maneira ascendente, esse fato caracteriza o perfilho como sendo uma série coordenada de fitômeros em distintos estádios de desenvolvimento, ou seja, cada um em estágio mais avançado de desenvolvimento que o posterior (MATTHEW *et al.*, 1999).

A medida que são acumulados fitômeros em diferentes graus de desenvolvimento individual (expansão foliar, alongamento e espessamento dos nós e entrenós) ocorrem um acúmulo de biomassa do perfilho (SKINNER e NELSON, 1995). Em uma comunidade vegetal, a somatória da biomassa individual dos perfilhos que a compõem, corresponde ao acúmulo total de biomassa vegetal em uma determinada área.

Quando um perfilho inicia o seu desenvolvimento, os fotoassimilados são utilizados para o desenvolvimento de área foliar garantindo o aumento das taxas fotossintéticas. Por sua

vez, a produção de tecidos foliares é um processo contínuo, regulado por variáveis ambientais e características do dossel (LEMAIRE e AGNUSDEI, 2000). Segundo o mesmo autor, as folhas estão sujeitas a eventos de desfolhação, cuja frequência e intensidade afetam a fisiologia das plantas e, assim, a taxa na qual os novos tecidos foliares serão produzidos.

Durante o pastejo as folhas localizadas no estrato superior do dossel são preferencialmente consumidas pelos animais (LEMAIRE, 2001). Sendo assim, as folhas novas e mais eficientes fotossinteticamente (PARSONS *et al.*, 1988; BRAGA, 2004) são removidas, restando as folhas mais velhas que possuem baixa eficiência fotossintética causada pelo sombreamento das folhas mais novas.

Desta forma, a intensidade com que o pastejo é realizado poderá definir o índice de área foliar remanescente, e este determinará a velocidade com que o aparato fotossintético será restabelecido (CORSI e NASCIMENTO JUNIOR, 1994).

Quando a desfolha é realizada de forma mais severa a quantidade de carbono assimilado passa a ser inferior à demanda para a manutenção e crescimento da planta. Nestas condições, o balanço de carbono torna-se temporariamente negativo e as reservas orgânicas localizadas na base do colmo e nas raízes passam a ser remobilizadas para respiração e restituição da área foliar (JOHANSSON, 1993) até que novas folhas sejam formadas e a capacidade fotossintética do dossel seja restabelecida (RICHARDS, 1993).

Carvalho (2002) propõe que a principal adaptação fisiológica das plantas após a desfolhação é a remobilização preferencial de carbono para os meristemas apicais de perfilhos e zonas de expansão foliar com o objetivo de maximizar o aparecimento e alongamento de novas folhas. Rodrigues *et al.* (1987) complementa afirmando que se a desfolha persistir, não permitindo que as folhas se recuperem e as reservas sejam reestabelecidas, as plantas terão sua persistência reduzida e conseqüentemente poderão sumir do ambiente cedendo espaço para outras espécies mais adaptadas.

Quando os ecossistemas pastoris são utilizados visando a extração de produto animal, é de fundamental importância que seja realizada a reposição dos nutrientes extraídos pelos animais. Dentre os principais nutrientes o nitrogênio desempenha importante papel na síntese de proteínas que participam da fotossíntese, como a RibuloseBifosfatoCarboxilase/Oxigenase (Rubisco) e a Fosfoenolpiruvatocarboxilase(PEPCase) em plantas C₄ e também da molécula de clorofila (PRADO, 2008).

O aumento do teor de clorofila com a aplicação de fertilizantes nitrogenados deixa a folha com coloração verde mais intenso. Esta alteração na coloração relacionada ao aumento

de clorofilopode ser medido/estimado com clorofilômetro. Sendo assim o teor de clorofila das plantas, tem sido proposto como parâmetro para determinar doses de fertilização nitrogenada, como proposto para *Panicum maximum* (PAULINO *et al.*, 1998) e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (FAQUIM *et al.*, 2007) uma vez que o teor de nitrogênio na planta se relaciona positivamente com o teor de clorofila.

Outro benefício da aplicação de nitrogênio em pastagens apontado por Amara *et al.* (2006) é o aumento da área foliar e da biomassa vegetal proporcionado por este nutriente. Isto pode ser explicado pelo aumento da capacidade fotossintética da planta, e aumento da assimilação do CO₂ e manutenção da folha verde por mais tempo e/ou aumento na velocidade de aparecimento de novas folhas, pois existe relação linear da duração da folha e da produção de biomassa.

2.2.2. O crescimento radicular em ecossistemas pastoris

As raízes são órgãos que tem sua origem a partir do crescimento da radícula do eixo embrionário da semente. Entretanto, em *Poaceas* o período de vida das raízes embrionárias é muito curto (ESAÚ, 1977) e a formação de novas raízes ocorre a partir das gemas presentes nos fitômeros da planta mãe (MATTHEW *et al.*, 2001). Os mesmos autores, descrevem que a dinâmica do surgimento de novas raízes ocorrem de maneira ascendente, sendo assim, as raízes posicionadas nos fitômeros mais abaixo correspondem a raízes mais velhas, que recebem menor quantidade de fotoassimilados, possuem menor taxa de crescimento e diminuição das taxas respiratórias, indicando seu processo de senescência e morte.

Por outro lado as raízes recém formadas recebem grandes quantidades de fotoassimilados que irão garantir o seu crescimento (MATTHEW, 2001). Isto ocorre porque as raízes são órgãos heterotróficos, ou seja, diferentemente da parte aérea que realiza fotossíntese, as raízes dependem dos fotoassimilados sintetizados pelas folhas para o seu crescimento (NIELSEN *et al.*, 1999). Moreira e Siqueira (2002) afirmaram que até 60% do carbono assimilado pela parte aérea pode ser alocado para o sistema radicular a fim de suprir as necessidades respiratórias e de formação de tecidos radiculares.

Silsbury (1970) afirma que o crescimento radicular ocorre com maior intensidade durante o desenvolvimento vegetativo das plantas, concomitantemente com o aparecimento de folhas, perfilhos e caule. Por outro lado, quando a planta apresenta desenvolvimento

reprodutivo, as raízes passam a funcionar como fontes de carbono para suprir as necessidades da inflorescência e conseqüentemente das sementes (EISSENSTAT e YANAI, 1997).

Apesar das raízes se desenvolverem em baixo do solo, elas são sensíveis às variações ambientais do ecossistema, e em muitas vezes podem refletir o desenvolvimento da parte aérea (MOREIRA, 2004). As alterações ocorridas no sistema radicular são denominadas de plasticidade fenotípica (LÓPEZ-BUCIO *et al.* 2002) ou plasticidade de raiz (ARREDONDO e JOHNSON, 1999). Richards e Calwell (1985) descrevem esta característica como a possibilidade de alterar a arquitetura do sistema radicular em função de possíveis limitações que o ambiente possa impor, garantindo a persistência das plantas no ambiente (FAN *et al.*, 2003).

Zonta *et al.* (2008) propõe que os fatores abióticos que se relacionam com o desenvolvimento das raízes estão ligados diretamente ao solo como: a disponibilidade de nutrientes, a presença de elementos tóxicos, o pH, a oxigenação do solo, temperatura, umidade, textura e a relação densidade/porosidade.

Além da alocação de carbono para o crescimento radicular fatores relacionados ao solo podem restringir o seu desenvolvimento. De acordo com Cecato *et al.* (2001) o desenvolvimento do sistema radicular pode ser afetado diretamente pelas condições físicas do solo. Em solos compactados ocorre alteração da estrutura, conseqüentemente, decréscimo da porosidade, da macroporosidade, da disponibilidade de água e nutrientes e da difusão de gases no solo (TAYLOR e BRAR, 1991), cujas relações com o desenvolvimento das raízes são fundamentais.

Segundo Queiroz-Voltan *et al.* (2000), em solos compactados, as raízes das plantas não utilizam adequadamente os nutrientes disponíveis, uma vez que o desenvolvimento de novas raízes, responsáveis pela absorção de água e nutrientes, fica prejudicado. Além disso, esses autores mencionam que a quantidade de oxigênio na rizosfera pode ser limitante nos processos metabólicos. Segundo Hakansson *et al.* (1998), em solos compactados, o menor desenvolvimento do sistema radicular resulta em menor volume de solo explorado pelas raízes e, conseqüentemente, menor absorção de água e nutrientes.

Outro fator que prejudica o desenvolvimento radicular é a presença de alumínio (Al) no solo. A presença deste elemento inibe a divisão celular e conseqüentemente reduz o crescimento radicular (TAYLOR, 1991) em função do aumento da massa molecular de hemicelulose da parede celular, deixando-a rígida, inibindo o alongamento das raízes (ZAKIR HOSSAIN *et al.*, 2006)

Furlani e Clark (1981) complementam afirmando que se a exposição ao Al persistir as raízes tendem-se a engrossar e adquirem um aspecto quebradiço. Além disso, a presença de Al no solo pode afetar desde a germinação (MARIN *et al.*, 2004), interferindo também na absorção de nutrientes (como P, Mg, Ca e K) (FREITAS *et al.*, 2006).

Por outro lado, fatores bióticos relacionados com a presença de pragas e patógenos de raízes e a dinâmica de partição de carbono (EISSENSTAT e YANAI, 1997) podem influenciar o crescimento das raízes. Por sua vez, estes fatores sofrem grande influência do ecossistema onde a planta sobrevive e do próprio desenvolvimento da planta. Quando a planta sofre constante herbivoria, é percebida uma alteração no fluxo de carbono e nitrogênio na planta, ou seja, após a remoção da parte aérea, as plantas tendem a remobilizar reservas das raízes para garantir a rebrota das folhas e desenvolvimento de novos perfilhos, recuperando assim sua capacidade fotossintética (JOHANSON, 1993). Donaghy e Fulkerson(2002) e Frank(2007) corroboram afirmando que as alterações são proporcionais à intensidade e frequência de desfolha. Reichards (1993) afirma que o alongamento de raízes, independente do tipo de planta, cessa quando 50-40% da parte aérea é removida em detrimento do desenvolvimento de novas folhas.

A influência da fertilização nitrogenada sobre o desenvolvimento radicular, ainda não é bem compreendido. Giacomini *et al.* (2005), comparando doses de 150 e 300 kg de N em *Panicum maximum*, relataram redução do sistema radicular com a maior dose de N utilizada atribuindo este efeito ao maior aporte de fotoassimilados para a parte aérea que apresentou maior crescimento com a maior dose de N. Por outro lado, Black (1968) e Brouwer (1962) afirmam que o crescimento das raízes é beneficiado pela maior assimilação de CO₂ conseguida com a aplicação de fertilizantes nitrogenados. Cabe ressaltar que as pesquisas envolvendo o nitrogênio e sua influência no sistema radicular foram desenvolvidas com plantas perenes e tropicais e nem sempre esses resultados podem ser extrapolados para plantas de clima temperado e anuais.

As mensurações do sistema radicular, podem ser feitas a partir de amostras coletadas por diferentes formas de amostragens, hoje são utilizadas as metodologias da prancha de pregos, descrita por Schuurman e Goedewaagen (1965), modificada por Pedó (1985). Nesta metodologia é necessário que seja aberta uma trincheira a fim de se posicionar a prancha no solo, então é coletado um monólito de solo com dimensões de 50 cm de profundidade, 40 cm de largura e 15 cm de espessura. Esse por sua vez, é subdividido em quadrículos menores onde é feita a leitura de maneira estratificada em diferentes profundidades. Esta metodologia,

apesar de fornecer resultados satisfatórios em relação a profundidade do sistema radicular e a distribuição das raízes nas diferentes profundidades, requer grande quantidade de mão-de-obra para as coletas e limpeza da amostra, além da abertura de trincheira comprometer uma grande área da parcela experimental, neste sentido, a quantidade de amostras fica limitada pela disponibilidade de tempo e tamanho das parcelas.

Outra metodologia, é a proposta por Da Cunha *et al.* (2010), que utiliza um trado Uhland com cilindros de 67 mm de diâmetro e 70 mm de profundidade. Nesta metodologia os cilindros são completamente cravados ao solo obtendo-se a amostra, em seguida esta deve ser cuidadosamente levada e ter as impurezas separadas para após realizar as mensurações. Esta metodologia é menos destrutiva que a de cama de pregos porém maior número de amostras são necessárias para serem representativas.

Contudo, Zonta *et al.* (2008) comenta que durante muitos anos o tempo gasto nas atividades de quantificação dessas características e as incertezas quanto aos seus resultados desestimularam os trabalhos envolvendo raízes. Da mesma forma Da Cunha *et al.* (2010) atribuíram a escassez de resultados relacionados ao desenvolvimento radicular de plantas forrageiras, aos métodos trabalhosos e dispendiosos.

Outro fator que dificulta as mensurações do desenvolvimento radicular é o constante surgimento de novas raízes e morte de raízes velhas que impedem a obtenção de valores absolutos (WILDUNG *et al.*, 1975; SEASTEDT, 1988)

Sendo assim, conhecendo a importância que o sistema radicular possui espera-se que novas pesquisas envolvendo o desenvolvimento de plantas em ambientes pastoris, preocupem-se também com o desenvolvimento do sistema radicular e suas relações com a parte aérea.

2.2.3. O processo de reciclagem de nutrientes a partir da matéria orgânica do solo

Em um ambiente pastoril, a matéria orgânica do solo é fortemente influenciada pelas relações entre a comunidade vegetal e os animais. Durante o desenvolvimento das plantas, naturalmente as porções mais velhas tendem a senescer e morrer sendo a parte aérea depositada sobre o solo e as raízes sob o solo. Da mesma forma, parte da biomassa vegetal ingerida pelos animais em pastejo, após passar pelos processos de digestão são eliminados na forma de dejetos que são e depositados sobre o solo (BRAZ *et al.*, 2004).

O somatório da biomassa vegetal morta e os dejetos animais irão compor a chamada matéria orgânica particulada do solo (SILVA e MENDONÇA, 2007) que irá se decompor através de microrganismos. Após este processo, parte dos nutrientes presentes na biomassa poderá voltar a fazer parte da solução do solo possível de ser reabsorvidos pelas plantas através do processo de mineralização da matéria orgânica.

A dinâmica da decomposição da biomassa e da mineralização da matéria orgânica sofre grande influência das relações entre a quantidade de carbono e a quantidade de outros nutrientes como nitrogênio (C:N), fósforo (C:P) e enxofre (C:S) (ZECH *et al.* 1997).

Segundo o mesmo autor quando a relação C:N da biomassa é baixa, o nitrogênio poderá ser utilizado para aumentar a população de microrganismos mineralizadores que irão decompor o carbono orgânico, por outro lado, quando a relação C:N da biomassa for alta os microrganismos do solo utilizarão o nitrogênio do solo para se multiplicar, processo denominado de imobilização, podendo reduzir a quantidade de nitrogênio disponível para as plantas.

Neste sentido, muitas vezes o teor de matéria orgânica do solo tem sido utilizado como parâmetro indicativo da disponibilidade de nitrogênio do solo. Mais recentemente, a cultura antecessora, também se tornou um critério para indicar a disponibilidade de nitrogênio no solo (AMADO *et al.*, 2002), fundamentado na premissa de que o nitrogênio presente na matéria orgânica do solo e na biomassa das culturas antecedentes poderá ser mineralizado em tempo hábil, para ser absorvido pelas plantas. Isso assume um caráter mais particular quando o animal se faz presente, depositando na mesma área de cultivos suas fezes e urina, caracterizando um sistema integrado de agricultura e pecuária.

Em regiões de clima úmido, a temperatura é o fator climático que mais influencia a taxa de mineralização do nitrogênio orgânico, que varia na ordem de duas vezes para cada variação de 10°C (JENKINSON e AYANABA, 1977; RAMBO *et al.*, 2004).

3. CAPÍTULO 2 – MODIFICAÇÕES DA MORFOLOGIA DO SISTEMA RADICULAR DE AVEIA PRETA E AZEVÉM SOB PASTEJO E ADUBAÇÃO NITROGENADA

(Modifications of the morphology of root system of oats and ryegrass under grazing and nitrogen)

RESUMO: Este trabalho objetivou avaliar o efeito do pastejo e da adubação nitrogenada sobre a morfologia do sistema radicular do consórcio de aveia preta e azevém anual. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com três blocos em parcelas sub-subdivididas, onde os tratamentos na parcela principal se constituíram com o sistema de utilização com e sem pastejo; na subparcela dois níveis de adubação nitrogenada 75 e 150 kg de N.ha⁻¹ e na subsubparcela, três períodos de avaliação. Foi utilizado o método do cilindro para coleta de raiz, onde foram mensurados o comprimento, a área da superfície, o diâmetro médio e o volume, pelo sistema de análise de imagem Win/MacRizho versão 4.1c. Determinou-se a massa seca das raízes e da parte aérea e estimou-se a massa específica do tecido radicular e a relação parte aérea/raiz. A partir destes resultados se calculou a taxa de crescimento radicular relativo (TCR), taxa de expansão radicular relativa (TER) e taxa de acúmulo de massa seca diária (TAMS). No primeiro período, ocorreu maior TCR e TER, entretanto no segundo período, ocorreu redução dos mesmos, provavelmente devido ao período de déficit hídrico e senescência das plantas. No segundo período também houve redução da TAMS devido ao pastejo. Com o pastejo, o comprimento (p=0,001), área da superfície (p= 0,000), diâmetro médio (p=0,0170) e volume de raiz (p=0,000) foram maiores, indicando que houve maior crescimento radicular de plantas pastejadas em comparação às não pastejadas. Os sistemas estudados não tiveram efeito sobre a massa seca das raízes (p=0,111). Foi observado maior massa específica de raiz e relação parte aérea/raiz (p=0,000) no sistema sem pastejo. Não houve diferença significativa entre as doses de nitrogênio estudadas. Em forrageiras temperadas, o pastejo e os níveis de adubação nitrogenada alteraram pouco as taxas de desenvolvimento das raízes. Por outro lado, o pastejo favoreceu o aumento do comprimento, área, volume e diâmetro radicular.

Palavras Chave: comprimento de raiz, diâmetro de raiz, massa radicular, relação parte aérea:raiz, taxa de crescimento relativo de raiz, volume de raiz

ABSTRACT: This study evaluated the effect of grazing and nitrogen fertilization on the morphology of the root system of oat intercropped with ryegrass. The experimental design was a randomized block with three blocks in split-split, where the main plot treatments were constituted with and without grazed; at the split two levels of nitrogen fertilization 75 and 150 kg of N.ha⁻¹ and at split-split the three assessment periods. There were used the cylinder method to collect the root, which were measured the length, surface area, mean diameter and volume by image analysis system Win / MacRizho version 4.1c. It was determined the dry mass of roots and aerial part and estimated the density of the root tissue and the ratio aerial part:root. From these results we determined the rate of root growth relative (RGR), expansion rate relative root (ERRR) and rate of accumulation of dry matter daily (RADMD). In the first period, was higher RGR and ERRR, however in the second period, there was a reduction of the same, probably due to the period of drought and plant senescence. In the second period

there was also reduced at RADMD due to grazing. With the grazing, the length ($p = 0.001$), the surface area ($p = 0.000$), mean diameter ($p = 0.0170$) and root volume ($p = 0.000$) were higher, indicating there had more root growth of grazed plants when compared to non-grazed. The systems studied had no effect on the dry weight of roots ($p = 0.111$). We found greater density of the root tissue and ratio aerial part:root ($p = 0.000$) in the system without grazing. There was no significant difference between the nitrogen studied. In temperate forage, grazing and nitrogen fertilization rates changed a little root development. On the other hand, the grazing favored the length, area, volume and root diameter.

Keywords: root length, root diameter, root mass, relative aerial part: root, relative growth rate of root, root volume

3.1. INTRODUÇÃO

Sistemas de pastagens são amplamente estudados buscando sempre definir formas mais eficientes de manejá-lo. Entretanto, na maioria das pesquisas apenas são consideradas características relacionadas à parte aérea das plantas, como: crescimento de folhas, perfilhamento, índice de área foliar, relação folha/colmo, entre outros. Porém, a produtividade da parte aérea está relacionada ao desenvolvimento radicular uma vez que ocorre interação entre elas (GIACOMINI *et al.*, 2005).

O ambiente radicular das plantas muitas vezes não é considerado em pesquisas científicas na área de forrageiras (SARMENTO *et al.*, 2008), principalmente em função das metodologias serem trabalhosas e dispendiosas (DA CUNHA *et al.*, 2010). Porém, o entendimento do seu desenvolvimento tem elevado grau de importância no desenvolvimento e manutenção das plantas na paisagem.

As raízes não são responsáveis apenas pela absorção de água e nutrientes que irão garantir o aporte nutricional necessário para o desenvolvimento da parte aérea (EISSENSTAT e YANAI, 1997), mas também são fundamentais para o acúmulo de reservas de energia fotoassimilada pelas folhas (HAVEN *et al.*, 1996), principalmente em raízes mais grossas (EISSENSTAT *et al.*, 2000). Além disso, o sistema radicular também se demonstra eficiente na redução da compactação do solo, pois promove o aumento da quantidade de macroporos e matéria orgânica causando maior estabilização da estrutura do solo (GREENWOOD e MCKENZIE, 2001).

O desenvolvimento do sistema radicular está relacionado com o ambiente onde a planta está inserida, onde fatores como: o ciclo de desenvolvimento da cultura que determina maior taxa de crescimento durante a fase vegetativa (FLOSS, 2011), a disponibilidade hídrica (FRANK, 2007), a disponibilidade de nutrientes (CECATO *et al.*, 2001) e a intensidade com

que as folhas são removidas (CECATO *et al.*, 2001; MORVAN-BERTRAND *et al.*, 1999) podem resultar em benefícios ou prejuízos ao desenvolvimento das raízes.

Caldwell (1987) infere que a planta utiliza quantidade considerável de fotoassimilados para produção de raízes. Por sua vez, as raízes possuem um tempo de vida que poderá ser de algumas semanas a anos (EISSENSTAT e YANAI, 1997) em função da espécie vegetal, tipo de raiz e ambiente onde a planta está inserida. Isso se torna importante, pois o constante surgimento e morte de raízes correspondem à grande quantidade de carbono acumulado no solo e a manutenção da sua matéria orgânica.

Quando uma planta sofre herbivoria, ocorre alteração no fluxo de carbono e nitrogênio da planta, ou seja, após a remoção da parte aérea, as plantas remobilizam reservas das raízes para rebrota das folhas e perfilhos recuperando assim sua capacidade fotossintética (Johansson, 1993). Com isso pode ocorrer redução ou até paralisação do crescimento das raízes proporcional a intensidade e frequência de desfolha (DONAGHY e FULKERSON, 2002; FRANK 2007).

Com forrageiras tropicais há grande relação do crescimento das raízes com a adição de adubos nitrogenados, como as encontradas para *Panicummaximum* (SARMENTO *et al.* 2008), Capim Aruana e Tanzânia (GIACOMINI *et al.* 2005). Da mesma forma foi demonstrado o efeito da irrigação sobre o sistema radicular de Capim Tanzânia (DA CUNHA *et al.* 2007). Entretanto, são escassas as informações sobre forrageiras temperadas.

Thornton e Millard (1996) demonstraram que o desenvolvimento das raízes pode ocorrer de maneira diferenciada entre espécies vegetais e que a elevada taxa de crescimento que ocorre em algumas espécies vegetais pode refletir no desenvolvimento das raízes. Por isso muitas vezes não é possível realizar extrapolações de uma espécie vegetal para outra.

Para forrageiras são poucas as informações sobre o desenvolvimento do sistema radicular e as influências que o meio em que a pastagem está inserida sobre suas características morfológicas. Com isso torna-se importante os estudos que consideram o desenvolvimento do sistema radicular, principalmente para forrageiras temperadas, também em condição real de pastejo, uma vez que a grande maioria das pesquisas são realizadas em casas de vegetação com desfolha manual.

Sendo assim, partindo da hipótese de que o pastejo e a adubação nitrogenada podem influenciar o desenvolvimento do sistema radicular e assim causar modificações na morfologia das raízes, este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do pastejo e da adubação nitrogenada sobre o desenvolvimento e a morfologia do sistema radicular do consórcio Aveia Preta e Azevém Anual.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), em Guarapuava-PR localizado a 25° 33' Sul e 51° 29' Oeste com altitude média de 1.095 m. O clima da região é classificado conforme Koopen-Geiger como tipo Cfb (Subtropical úmido temperado).

Para caracterizar as condições meteorológicas durante o período experimental foram construídos a partir da metodologia de Thornthwaite-Mather (1955), o balanço hídrico climatológico para a cultura da Aveia Preta e Azevém Anual com base nas médias históricas (1960 a 1990) e o balanço hídrico sequencial para a cultura da Aveia Preta e Azevém Anual no ano de 2010 utilizando os dados fornecidos pelo INMET (2012). Os resultados dos saldos hídricos estão apresentados na Figura 3.2.1.

Na área experimental o solo é classificado como associação Latossolo Bruno distroférico típico, relevo suave ondulado, substrato de rochas basálticas (EMBRAPA, 2006) de textura argilosa (0,624 kg kg⁻¹ de argila, 0,311 kg kg⁻¹ de silte e 0,080 kg kg⁻¹ de areia). Nesta área, há quatro anos vem sendo realizada integração lavoura-pecuária com pastejo de ovinos em forrageiras de inverno, Aveia Preta (*Avena strigosa* Schreb) e Azevém Anual (*Lolium multiflorum* Lam), e lavouras de milho (*Zea mays* L.) e feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em rotação de culturas.

A análise de solo referente a profundidade de 0 a 15 cm da área experimental no ano de 2011 é apresentada pela Tabela 3.2.1

TABELA 3.2.1 - RESULTADO DA ANÁLISE DE SOLO (0-15 CM) DA ÁREA EXPERIMENTAL. GUARAPUAVA, 2010 (SARTOR, 2012)

K	P	Ca	Mg	MO	CTC	V	pH
mg.dm ⁻³		Cmol _c .dm ⁻³			%		CaCl ₂
135,32	3,67	3,25	2,66	40,68	10,85	56,51	4,79

Foram comparadas a utilização do consórcio Aveia Preta com Azevém anual como pastagem ou como cobertura de solo e a utilização de dois níveis de adubação nitrogenada 75 e 150 kg de N.ha⁻¹. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com três blocos, em parcelas sub-subdivididas, onde a presença do pastejo representaram as parcelas, os níveis de nitrogênio as sub parcelas e os períodos de avaliação as sub-subparcelas, totalizando 12 sub

parcelas e 48 sub-subparcela. Cada parcela correspondia a um piquete de 0,24 ha nas áreas pastejadas e 96 m² nas áreas sem pastejo.

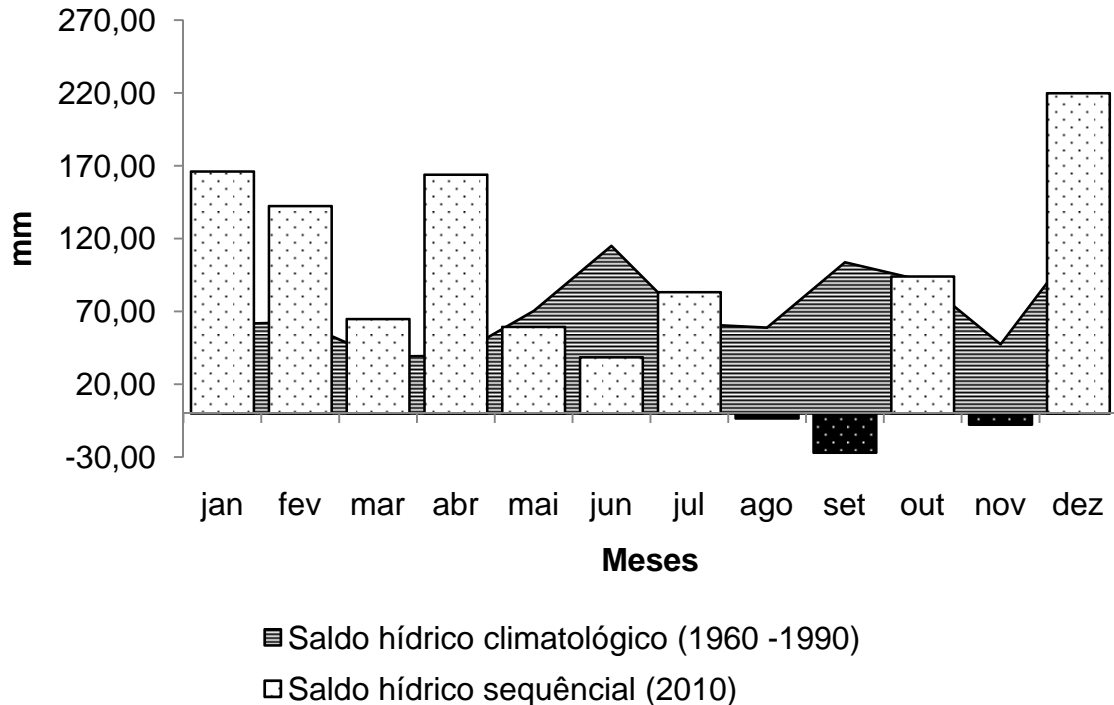


FIGURA 3.2.1 – SALDO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO E DO ANO DE 2010 PARA O MUNICÍPIO DE GUARAPUAVA-PR;

A análise de solo referente a profundidade de 0 a 15 cm da área experimental no ano de 2011 é apresentada pela Tabela 3.2.1

TABELA 3.2.1 - RESULTADO DA ANÁLISE DE SOLO (0-15 CM) DA ÁREA EXPERIMENTAL. GUARAPUAVA, 2010 (SARTOR, 2012)

K	P	Ca	Mg	MO	CTC	V	pH
mg.dm ⁻³		Cmol _c .dm ⁻³			%		CaCl ₂
135,32	3,67	3,25	2,66	40,68	10,85	56,51	4,79

Foram comparadas a utilização do consórcio Aveia Preta com Azevém anual como pastagem ou como cobertura de solo e a utilização de dois níveis de adubação nitrogenada 75 e 150 kg de N.ha⁻¹. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com três blocos, em parcelas sub-subdivididas, onde a presença do pastejo representaram as parcelas, os níveis de nitrogênio as sub parcelas e os períodos de avaliação as sub-subparcelas, totalizando 12 sub

parcelas e 48 sub-subparcela. Cada parcela correspondia a um piquete de 0,24 ha nas áreas pastejadas e 96 m² nas áreas sem pastejo.

A pastagem de inverno foi estabelecida no dia 07/06/2010 em sucessão a cultura do milho por semeadura direta mecanizada com espaçamento entre linhas de 0,17 m, profundidade de semeadura de 1,5 cm, utilizando 60 kg.ha⁻¹ de semente de Aveia Preta mais 40 kg.ha⁻¹ de sementes de Azevém Anual. A adubação de base foi realizada no momento da semeadura com a utilização de 50 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e 50 kg.ha⁻¹ de K₂O. A adubação nitrogenada, em função dos tratamentos, foi realizada com uréia (45% de N) no início do perfilhamento.

O pastejo foi realizado inicialmente por ovelhas prenhas da raça Ile de France e foi finalizado pelos cordeiros da mesma raça, nascidos na área experimental e desmamados com 60 dias de idade. Os animais foram colocados na área experimental no dia 05/07/2010 e lá permaneceram até o dia 14/11/2010. O método de utilização da pastagem foi de pastejo contínuo com lotação variável. Mantendo três ovelhas e seus respectivos cordeiros como animais testes e número variável de animais reguladores. O ajuste da lotação foi realizado a cada 14 dias pela técnica “putandtake” segundo Mott e Lucas (1952), em função da disponibilidade de forragem, para isso, a altura da pastagem procurou ser mantida em 15 cm.

As amostragens de raízes foram iniciadas após 30 dias da implantação da pastagem e concomitantemente a entrada dos animais nas áreas pastejadas, no dia 05/07 e após ocorreram periodicamente nos dias 09/08 e 13/09 e finalizou-se no dia 15/11, após o último dia de utilização da pastagem.

Em cada sub-parcela, foram coletadas três sub-amostras aleatórias dentro do piquete com pastejo e duas sub-amostras aleatórias nos piquetes sem pastejo. As sub-amostras foram misturadas e compuseram a amostra final de cada sub-parcela.

Para a coleta das amostras foi utilizado o método do cilindro proposto por Da Cunha *et al.*, (2010) modificado, sendo esse mais indicado por não necessitar abrir trincheiras. Para este experimento foi utilizado um cilindro com 10 cm de diâmetro, 20 cm de profundidade totalizando 1,57 dm³ de volume, posicionado no meio da linha de semeadura e cravado com auxílio de uma marreta até seu completo preenchimento.

A parte aérea correspondente à área da amostra (78,54 cm²) foi cortada rente ao solo e acondicionada em saco plástico identificado para estimativa da massa seca da parte aérea, após secagem em estufa de circulação forçada de ar, à temperatura de 60°C até atingir peso constante, em seguida foram pesadas em balança de 0,01 g de precisão estimando-se a sua massa seca em Mg.ha⁻¹ de MS.

O conteúdo do cilindro, solo mais raízes, foi retirado e acondicionado em saco plástico identificado e levados ao laboratório para limpeza e mensurações. Para a limpeza, as amostras foram colocadas em baldes e submergidas durante 12 horas em uma solução 0,01N de NaOH para dispersão das argilas. Em seguida foram lavadas utilizando torneira e um conjunto de peneiras com malha de 0,50 mm e 0,25 mm conforme Ido (2003). Depois de removidas todas as impurezas as raízes permaneceram armazenadas em etanol 50% (Bohm, 1979) até as mensurações.

A fim de analisar as variáveis morfológicas das raízes, foi utilizado um sistema de análise de imagens, o Win/MacRizho versão 4.1c para ambiente Windows (RégentInstruments, 1999 a e b) com resolução média de 300 dpi e posterior extrapolação da área da amostra para um hectare. Foram determinados: o comprimento (C - km.ha⁻¹), a área da superfície (A - m².ha⁻¹), o diâmetro médio (D - mm) e o volume (V - m³.ha⁻¹).

A massa seca das raízes (Mg.ha⁻¹) e da parte aérea foram determinadas em balança de 0,01 g de precisão após secagem à temperatura de 60°C até que atingissem peso constante.

A partir das variáveis obtidas foi possível estimar: a massa específica do tecido radicular (kg.m⁻³) através da razão entre a massa e o volume de raiz e a relação parte aérea:raiz através da razão entre a massa da parte aérea pela massa de raiz.

Considerando os 3 períodos: período 1 (05/07/2010 a 09/08/2010), período 2 (09/08/2010 a 13/09/2010) e período 3 (13/09/2010 a 15/11/2010), foi calculada a taxa de crescimento radicular relativo diário (TCR – km.ha⁻¹.dia⁻¹) a partir da Equação 3.2.1 e a taxa de expansão radicular relativa diária (TER – cm².ha⁻¹.dia⁻¹) a partir da Equação 3.2.2. Foi proposto o crescimento relativo e a taxa de expansão relativa, pois a metodologia utilizada, não permite determinar a redução do comprimento e da área em função da morte das raízes ocorrida dentro dos períodos considerados. Também foi estimada a taxa de acúmulo de matéria seca diária (TAMS – kg.ha⁻¹.dia⁻¹) a partir da Equação 3.2.3.

$$TCR = \frac{C_n - C_{n-1}}{d} \text{ onde:} \quad (\text{Eq.3.2.1})$$

TCR = taxa de crescimento radicular relativo (km.ha⁻¹.dia⁻¹)

C_n = comprimento das raízes no dia da avaliação (km.ha⁻¹)

C_{n-1} = comprimento das raízes no dia da avaliação anterior (km.ha⁻¹)

d = número de dias entre as duas avaliações

$$TER = \frac{A_n - A_{n-1}}{d} \text{ onde:} \quad (\text{Eq.3.2.2})$$

TER = taxa de expansão radicular relativa diária ($\text{cm}^2 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$)

A_n = Área da superfície das raízes no dia da avaliação ($\text{cm}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$)

A_{n-1} = Área da superfície das raízes no dia da avaliação anterior ($\text{cm}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$)

d = numero de dias entre as duas avaliação

$$TAMS = \frac{MS_n - MS_{n-1}}{d} \text{ onde:} \quad (\text{Eq.3.2.3})$$

TAMS = taxa de acúmulo de matéria seca radicular diária ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$)

MS_n = Matéria seca nas raízes no dia da avaliação ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)

MS_{n-1} = Matéria seca nas raízes no dia da avaliação anterior ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)

d = numero de dias entre as duas avaliação

Em avaliação da composição botânica da parte aérea da pastagem realizada durante o período 1 (27/07/2010), a aveia preta correspondia a 82,8% da biomassa vegetal enquanto que o azevém correspondia a 13,5% e material senescente apenas 3,7%. Por outro lado, na avaliação da composição botânica realizada dia no período 3 (02/11/2010), a aveia passou a compor 48%, o azevém ocupava 19,7% e o material senescente 32,3%.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software estatístico SPSSStatistics 17.0. Foi realizada análise de variância e o teste de comparação de médias pelo Teste de Tukey considerando significância de 5% através do procedimento GLM (General Linear Model) utilizando o modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \text{Bloco} + \text{Pastejo} + E_{\text{parcela}} + \text{Dose de N} + \text{Pastejo} \times \text{Dose de N} + E_{\text{sub-parcela}} + \text{Período} + \text{Pastejo} \times \text{Período} + \text{Dose de N} \times \text{Período} + \text{Pastejo} \times \text{Dose de N} \times \text{Período} + E_{\text{sub-sub-parcela}}$$

Também foi realizada análise de regressão simples em função dos dias após o início do pastejo (DAIP), determinando as equações de ajuste e R^2 .

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No ano de 2010, o inverno e principalmente o início da primavera foi marcado por forte escassez de chuvas (Figura 3.2.1), onde nos meses entre de agosto e setembro a disponibilidade hídrica ficou abaixo do necessário para desenvolvimento das plantas.

As condições meteorológicas, principalmente a disponibilidade hídrica, podem ter grandes influências sobre o desenvolvimento do sistema radicular (GILL e JACKSON, 2000; GIACOMINI *et al.*, 2005; DA CUNHA *et al.*, 2010) uma vez que nos locais onde se concentram as raízes ocorre maior movimentação da água e mais rápido esgotamento (HUNT *et al.*, 1998). A condição hídrica imposta pelo ambiente durante o experimento pode ter influenciado nas variáveis avaliadas neste experimento.

Além destas condições, as fases do ciclo das culturas forrageiras utilizadas pode ter interferência no comportamento das taxas de desenvolvimento radicular da pastagem. Floss (2011) argumenta que durante a fase vegetativa grande parte dos fotoassimilados produzidos pelas folhas e não utilizados para a elongação de novas folhas é translocado para as raízes a fim de armazená-los.

Os resultados apresentados na Tabela 3.3.1 referem-se à taxa de crescimento relativo (TCR) das raízes nos três períodos avaliados com ou sem a presença do pastejo e com as doses de N utilizadas. A TCR acompanha o desenvolvimento das culturas utilizadas na pastagem. No primeiro período a disponibilidade de água foi adequada (Figura 3.2.1), considerando que neste momento a Aveia Preta ocupava maior porção da paisagem e apresentava maior desenvolvimento vegetativo, ocorreu maior ($p < 0,001$) TCR do sistema radicular das plantas.

Por outro lado, no segundo período se iniciou o déficit hídrico, levando as plantas de Aveia Preta à senescência finalizando seu ciclo. Isto pode ser verificado a partir da grande quantidade de material senescente nos dados de composição botânica da segunda avaliação. Este fator foi determinante na redução ($p < 0,001$) da TCR.

Apesar de não ter apresentado interação significativa ($p = 0,678$), durante este período, nas áreas onde houve o pastejo, a redução da TCR radicular das plantas foi menos expressiva, isso provavelmente deve-se ao fato do pastejo reduzir a massa metabólica da pastagem, que corresponde a porção da biomassa vegetal que desenvolve atividade metabólica, causando assim redução na respiração da parte aérea e conseqüentemente maior quantidade de fotoassimilados foram alocados para o sistema radicular aumentando o comprimento das raízes (Tabela 3.3.1) conferindo melhores condições para absorção de água, prolongando o estágio vegetativo das culturas (TRACY e ZHANG, 2008), mesmo em situação de estresse hídrico.

No terceiro período a TCR voltou a aumentar provavelmente em função das plantas de azevém que aumentaram sua proporção na paisagem.

TABELA 3.3.1 - MÉDIAS ESTIMADAS, SIGNIFICÂNCIA E DESVIO PADRÃO DE TAXA DE CRESCIMENTO RELATIVO (TCR - $\text{km} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$) DO CONSORCIO DE AVEIA PRETA MAIS AZEVÉM ANUAL COM E SEM PASTEJO E COM DOSES DE NITROGÊNIO (N). GUARAPUAVA, 2010

	Período 1 (05/07 a 09/08)	Período 2 (10/08 a 13/09)	Período 3 (14/09 a 15/11)	Média
<i>Formas de utilização</i>				
<i>Com pastejo</i>	181,57 ^{ns}	31,63 ^{ns}	90,40 ^{ns}	101,20 ^{ns}
<i>Sem pastejo</i>	175,59	7,41	114,76	99,25
<i>Dose de nitrogênio</i>				
75N	186,5 ^{ns}	-7,37 ^{ns}	123,54 ^{ns}	100,89 ^{ns}
150N	170,65	46,42	81,62	99,56
*s	46,45	57,22	83,05	
<i>Média</i>	178,58 ^A	19,52 ^C	102,58 ^B	

Medidas seguidas de mesma letra maiúscula não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade em relação aos períodos

*s – desvio padrão da média

As doses de nitrogênio utilizadas neste experimento, não causaram alterações significativas ($p > 0,05$) na TCR, isto indica que provavelmente a menor dose, 75 kg de $\text{N} \cdot \text{ha}^{-1}$, não é limitante ao desenvolvimento radicular. Entretanto, no segundo período de avaliação as plantas que receberam a menor dose de N reduziram o comprimento das raízes indicado pelo valor negativo obtido. Por outro lado as plantas que receberam a dose de 150 kg de N não paralisaram o crescimento das raízes indicando que as raízes das plantas com bom suprimento de N tendem a permanecer crescendo mesmo em situação de estresse hídrico.

Nos períodos onde a oferta de água era suficiente, as plantas que receberam a menor dose de N tenderam a ter maior crescimento radicular. Isso pode ter ocorrido em função do aumento da dose de N aplicada, aumentar o crescimento da parte aérea e com isso ocorrer à redução do crescimento das raízes devido à translocação de substâncias de reserva desta porção para parte aérea da planta (JOHANSSON, 1993).

Lemaire (1997) discute que em situação de baixa disponibilidade de N, a atividade meristemática da parte aérea é reduzida, sendo assim as plantas alocam maior quantidade de fotoassimilados para o crescimento do sistema radicular afim das raízes poderem explorar

maior proporção de solo em busca de nutrientes. Esta afirmação corrobora com os dados encontrados por Bosemark (1954) que em baixas doses de N as raízes foram mais longas enquanto que doses elevadas de N resultam raízes menores.

Os valores médios da taxa de expansão relativa (TER) das raízes nos três períodos avaliados na presença e ausência do pastejo e com as doses de adubação nitrogenada são apresentados na Tabela 3.3.2.

TABELA 3.3.2- MÉDIAS ESTIMADAS, SIGNIFICÂNCIA E DESVIO PADRÃO DE TAXA DE EXPANSÃO RELATIVA (TER – $\text{cm}^2 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$) DO CONSÓRCIO DE AVEIA PRETA MAIS AZEVÉM ANUAL COM E SEM PASTEJO E COM DOSES DE NITROGÊNIO (N). GUARAPUAVA, 2010

	Período 1 (05/07 a 09/08)	Período 2 (10/08 a 13/09)	Período 3 (14/09 a 15/11)	Média
<i>Formas de utilização</i>				
Com pastejo	596,89 ^{ns}	-88,99 ^{ns}	198,89 ^{ns}	235,60 ^{ns}
Sem pastejo	516,85	-86	192,87	207,91
<i>Dose de nitrogênio</i>				
75N	568,77 ^{ns}	-148,06 ^{ns}	234,57 ^{ns}	218,43 ^{ns}
150N	544,96	-26,93	157,18	225,07
*s	127,86	138,31	114,62	
Média	556,86 ^A	-87,50 ^C	195,88 ^B	

Medidas seguidas de mesma letra maiúscula não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade em relação aos períodos

*s – desvio padrão da média

Os resultados obtidos indicam redução ($p < 0,001$) da TER no segundo período, assumindo valores negativos. Neste momento as plantas de Aveia Preta estavam finalizando seu ciclo de desenvolvimento e aliado às condições de estresse hídrico em que as plantas estavam submetidas, estas tenderam a manter as raízes mais finas (Figura 2.3.2) uma vez que essas possuem como função primária a absorção de água e nutrientes (EISSENSTAT E YANAI, 1997) e utiliza as reservas das raízes mais grossas a fim de manter o suprimento energético para manutenção da parte aérea (EISSENSTAT *et al.*, 2000) e neste caso, também da inflorescência.

Observando a TER em função das doses de nitrogênio, percebe-se que ocorreu situação semelhante à taxa de crescimento relativo onde as plantas que receberam a menor dose de nitrogênio tenderam a aumentar a TER.

Situação semelhante é observada na Tabela 3.3.3, que apresenta os resultados da taxa de acúmulo de matéria seca (TAMS) das raízes nos três períodos avaliados com ou sem pastejo e com as doses de nitrogênio utilizadas.

No segundo período a TAMS de raízes foi menor na situação de pastejo ($p=0,095$), concordando com os resultados obtidos por Mackie-Dawson (1999) avaliando *Lolium perenne* cultivados em vasos e desfolha manual, encontraram redução na massa de raízes das plantas sob o estresse da desfolha. Arredondo e Johnson (1999) relataram redução na biomassa e comprimento de raízes com pastejo em função das alterações na demografia de raízes ocasionada devido a desfolha.

TABELA 3.3.3 - MÉDIAS ESTIMADAS, SIGNIFICÂNCIA E DESVIO PADRÃO DE TAXA DE ACUMULO DE MS (TAMS - $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$) DE PASTAGEM DE AVEIA PRETA MAIS AZEVÉM ANUAL COM E SEM PASTEJO. GUARAPUAVA, 2010

	Período 1 (05/07 a 09/08)	Período 2 (10/08 a 13/09)	Período 3 (14/09 a 15/11)	Média
<i>Formas de utilização</i>				
Com pastejo	5,53 ^{ns}	-0,26 ^{ns}	2,45 ^{ns}	2,57 ^{ns}
Sem pastejo	4,39	1,41	3,37	3,06
<i>Dose de nitrogênio</i>				
75N	4,77 ^{ns}	0,80 ^{ns}	2,47 ^{ns}	2,68 ^{ns}
150N	5,15	0,33	3,36	2,95
*s	1,42	1,59	1,91	
Média	4,96 ^A	0,57 ^C	2,91 ^B	

Medidas seguidas de mesma letra maiúscula não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade em relação aos períodos

*s – desvio padrão da média

A TAMS foi menor para a dose de 75 $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$, exceto para o segundo período. Como no presente experimento, Baligar (1998) percebeu menor influencia da massa de raízes que o comprimento em função das doses de N em trigo (*Triticum aestivum* L.). Por outro lado, os resultados aqui obtidos discordam dos resultados obtidos por Sarmiento *et al.* (2008) que

estudando plantas perenes tropicais de *Panicum maximum*, perceberam aumento linear de comprimento da raiz com dose de nitrogênio até 150 kg.ha⁻¹.

O mesmo foi encontrado por Giacomini *et al.* (2005) comparando o crescimento e a superfície das raízes de plantas perenes de *Panicum maximum* cv. Aruana e cv. Tanzânia com doses de 150 e 300 kg de N.ha⁻¹, encontraram diferença para as duas variáveis estudadas apenas para a cv. Tanzânia onde na dose 300 kg N.ha⁻¹ o crescimento e a expansão radicular foi maior. Provavelmente as diferenças dos resultados citados em relação a este trabalho podem ter ocorrido em função das espécies utilizadas naqueles experimentos serem plantas tropicais e perenes que apresentam maiores taxas de crescimento da pastagem.

Snaydon (1991) conclui que para espécies tropicais de metabolismo fotossintético C₄ as maiores taxas de crescimento devem-se a maior taxa de fotossíntese realizada por estas em comparação a plantas C₃. Com isso, provavelmente em função da menor taxa de crescimento e as espécies estudadas neste experimento serem anuais não foi observada diferenças entre as doses de N utilizadas como apresentaram outros trabalhos.

As TCR e TER permitiram que as características morfológicas de comprimento, área da superfície, diâmetro e volume radicular das plantas fosse alterada.

O comprimento radicular médio durante o período experimental para o sistema com pastejo foi de 14188,98 km.ha⁻¹ sendo superior ($p = 0,001$) ao sistema sem pastejo que apresentou 12154,20 km.ha⁻¹ de comprimento de raízes. Da mesma forma, o diâmetro médio de raiz foi diferente para os sistemas ($p = 0,17$) onde o sistema pastejado apresentou diâmetro médio das raízes de 0,88 mm enquanto que o sistema sem pastejo apresentou 0,85 mm.

Ryle (1970) descreveu a dinâmica de fotoassimilados em pastagem de *Lolium perene* L. e *Lolium temulentum* L. afirmando que as folhas posicionadas com inserção mais baixa são fonte de assimilados predominantemente para as raízes e perfilhos enquanto aquelas de nível de inserção mais alta exportaram para o meristema caulinar. Sendo assim, quando o pastejo é realizado de forma moderada, apenas as folhas mais novas são removidas enquanto que as mais velhas permanecem garantindo o aporte de fotoassimilados para raiz. Todavia, quando o pastejo é realizado intensamente, tanto folhas superiores quanto inferiores são removidas suspendendo a translocação de fotoassimilados para as raízes.

Neste experimento, houve a preocupação de manter um índice de área foliar residual que permitisse a rebrota utilizando os fotoassimilados sintetizados pelas folhas. Desta forma, esses resultados indicam que a remoção de parte das folhas estimula a planta a promover o desenvolvimento radicular, provavelmente a fim de maximizar a absorção de água e nutrientes e com isso recuperar seu aparato fotossintético mais rapidamente.

Arredondo e Johnson (1999) demonstraram que para gramíneas perenes em situação de deficiência hídrica o pastejo pode reduzir a quantidade de biomassa e o comprimento das raízes em detrimento da recuperação das folhas e perfilhos.

Desta forma, através das análises de regressão das características morfológicas estudadas percebe-se que existe grande variação ao longo do ciclo de desenvolvimento das culturas e das condições meteorológicas impostas ao ambiente onde as plantas se encontram. Isto pode ser verificado nas Figuras 3.3.1, 3.3.2, 3.3.3 e 3.3.4 que evidenciam as variações morfológicas radiculares da pastagem ao longo do seu período de utilização.

Curvas que descrevem à variação do comprimento (Figura 3.3.1a) e do diâmetro das raízes (Figura 3.3.1b) durante o período experimental, independente da ocorrência do pastejo, apresentaram comportamento semelhante em relação aos sistemas de utilização.

Até o 35° dia após o início do pastejo o comprimento aumentou. Isto provavelmente ocorreu devido ao estágio de desenvolvimento em que a Aveia Preta se encontrava e da disponibilidade hídrica estar adequada, sendo assim tanto a parte aérea quanto o sistema radicular apresentaram elevada taxa de crescimento.

Van Soest (1994) relata que durante o período vegetativo, quando a síntese de fotoassimilados é maior que sua utilização pela parte aérea, estes são armazenados em órgãos de reserva como base do colmo e raízes, aumentando seu crescimento. Por outro lado, segundo o mesmo autor, durante o período reprodutivo ocorre remobilização de fotoassimilados para flor e conseqüentemente para as sementes, corroborando com os resultados apresentados neste trabalho.

Após este período inicial as plantas tenderam a estabilizar o comprimento das raízes, e seu diâmetro tendeu a reduzir. Neste momento se iniciou o período de deficiência hídrica (Figura 3.2.1), e esta condição provavelmente levou as plantas de Aveia Preta ao estágio reprodutivo e senescência; tão logo as raízes reduziram seu alongamento uma vez que nesta fase a inflorescência passa a demandar grande parte da energia que era utilizada para o crescimento de outras partes da planta principalmente para espécies anuais, como relatam Eissenstat e Yanai (1997).

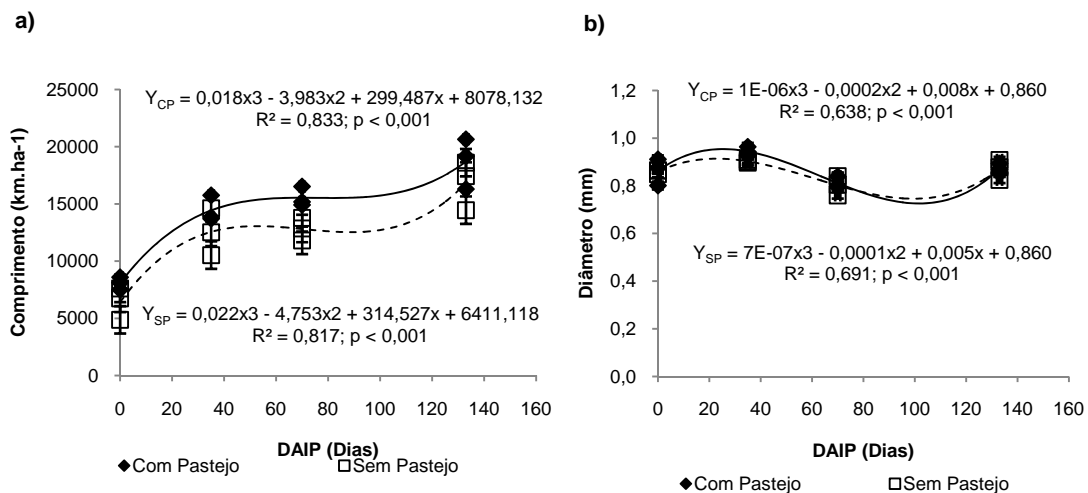


FIGURA 3.3.1 - RELAÇÃO ENTRE O COMPRIMENTO RADICULAR (a) E DIÂMETRO MÉDIO RADICULAR (b) PARA O SISTEMA COM PASTEJO (CP) E SEM PASTEJO (SP) NOS DIAS APÓS O INÍCIO DO PASTEJO (DAIP). GUARAPUAVA, 2010.

Após este período inicial as plantas tenderam a estabilizar o comprimento das raízes, e seu diâmetro tendeu a reduzir. Neste momento se iniciou o período de deficiência hídrica (Figura 3.2.1), e esta condição provavelmente levou as plantas de Aveia Preta ao estágio reprodutivo e senescência; tão logo as raízes reduziram seu alongamento uma vez que nesta fase a inflorescência passa a demandar grande parte da energia que era utilizada para o crescimento de outras partes da planta principalmente para espécies anuais, como relatam Eissenstat e Yanai (1997).

A redução do diâmetro médio pode ter ocorrido provavelmente ao fato de que as raízes mais finas apresentam maior absorção de água e nutrientes, (EISSENSTAT e YANAI, 1997) garantindo o suprimento de água para as plantas na fase reprodutiva em função da baixa disponibilidade de água. Por outro lado, parte das reservas armazenadas nas raízes mais grossas podem ter sido remobilizadas para a parte aérea e principalmente para inflorescência (EISSENSTAT *et al.*, 2000), fazendo com que estas raízes morressem.

No período final, com a senescência das plantas de Aveia Preta e o aumento da disponibilidade de água, aumentou a proporção de Azevém Anual na paisagem, uma vez que este, nas condições ambientais do local onde o experimento foi desenvolvido, possui hábito hiberno-primaveril (PELLEGRINI *et al.*, 2010) com grande parte do seu desenvolvimento a partir de setembro. Sendo assim, em função do crescimento vegetativo do Azevém Anual, as raízes voltaram a crescer em comprimento e espessura, aumentando o diâmetro médio radicular.

Houve diferença para área da superfície média ($p < 0,001$) e para o volume radicular médio ($p < 0,001$) entre os sistemas de utilização durante o período experimental. Para o sistema com pastejo a área foi de $39132,76 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ e $32493,58 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ para o sistema sem pastejo. E o volume de raízes na presença do pastejo foi de $8,68 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ e $6,96 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ na ausência do pastejo.

Através da Figura 3.3.2a descreve o comportamento da área da superfície radicular e a Figura 3.3.2b descreve o comportamento do volume ocupado pelas raízes durante o período de utilização da pastagem.

O comportamento da área superficial e do volume radicular apresenta-se semelhantes ao comprimento e diâmetro (Figura 3.3.1a e 3.3.1b), indicando que essas variáveis se relacionam diretamente. Sendo assim, a variação da área da superfície e do volume radicular, observadas durante os dias de avaliação são reflexo das variações ocorridas com o comprimento e diâmetro radicular, uma vez que o volume de raízes corresponde ao produto entre o comprimento e o diâmetro.

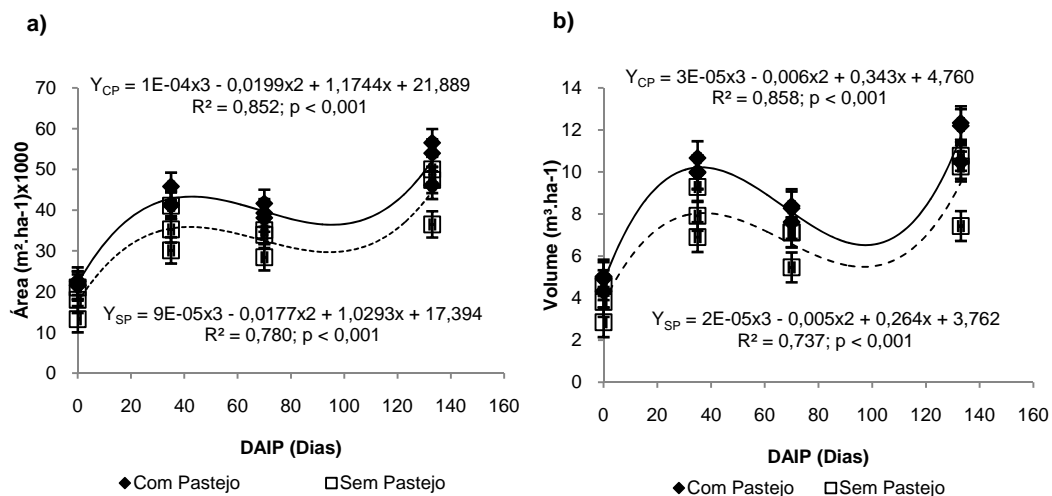


FIGURA 3.3.2 - RELAÇÃO ENTRE A ÁREA DA SUPERFÍCIE RADICULAR (a) E VOLUME RADICULAR (b) PARA O SISTEMA COM PASTEJO (CP) E SEM PASTEJO (SP) NOS DIAS APÓS O INÍCIO DO PASTEJO (DAIP). GUARAPUAVA, 2010.

A massa seca média da parte aérea na área sem pastejo foi de $2748 \text{ kg}.\text{ha}^{-1}$ de MS enquanto que nas áreas com pastejo foi de $1468 \text{ kg}.\text{ha}^{-1}$ de MS. Não houve diferença significativa ($p=0,111$) entre a massa seca de raízes de plantas pastejadas ($0,35 \text{ Mg}.\text{ha}^{-1}$) em relação às plantas não pastejadas ($0,32 \text{ Mg}.\text{ha}^{-1}$)

Resultado diferente foi encontrado por Mackie-Dawson (1999) em Azevém Perene cortado manualmente a 4 cm de altura. Nesta condição a massa radicular foi reduzida em função da remobilização de reservas para recuperação da parte aérea. Cecatoet *al.* (2001) concordam afirmando que a remoção da parte aérea de forma intensa causa prejuízos ao desenvolvimento do sistema radicular.

Neste trabalho procurou-se controlar a altura da pastagem a fim de o rebrote da pastagem pudesse ser realizado a partir dos fotoassimilados produzidos a partir das folhas remanescentes do pastejo. Isso pode ser verificado através da Figura 3.3.3a, que apresenta o comportamento da massa seca da parte aérea ao longo do período experimental, Durante todo o período a massa seca permaneceu acima de 1000 kg.ha⁻¹.

Na Figura 3.3.3 são apresentados as curvas que descrevem o comportamento da massa seca da parte aérea (a) e das raízes (b), nos dias após o início do pastejo.

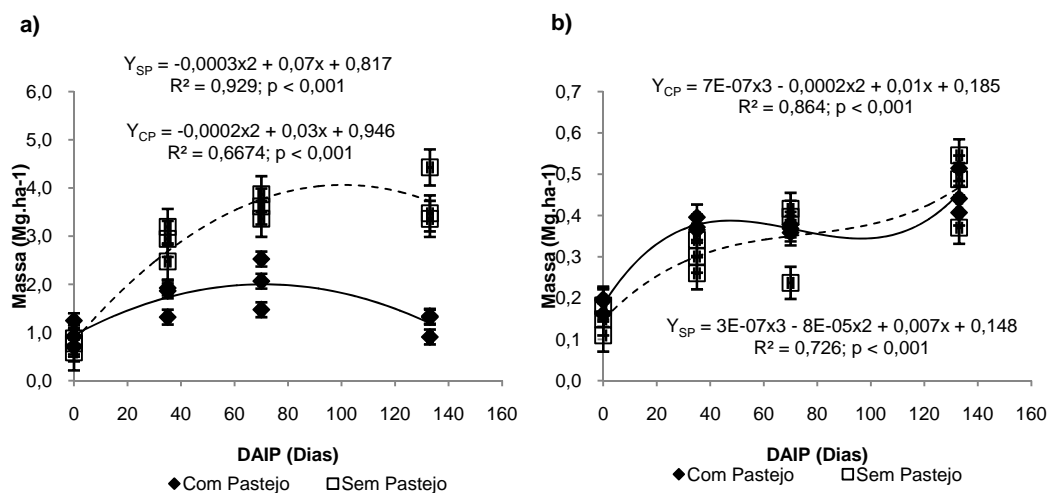


FIGURA 3.3.3 – RELAÇÃO ENTRE A MASSA SECA DA PARTE AÉREA (a) E MASSA SECA RADICULAR (b) PARA O SISTEMA COM PASTEJO (CP) E SEM PASTEJO (SP) NOS DIAS APÓS O INÍCIO DO PASTEJO (DAIP). GUARAPUAVA, 2010.

A massa das raízes das plantas não pastejadas apresentaram comportamento ascendente durante todo o período de avaliações, ao contrário das plantas pastejadas que reduziu a massa no momento em que a quantidade de material senescente era elevado, caracterizando a senescência das plantas de Aveia Preta. Quando é realizado o pastejo a remoção das folhas pode reduzir a quantidade de carbono assimilado. Sendo assim, a assimilação realizada pode não ter sido suficiente para suprir as demandas da inflorescência ocorrendo remobilização de carbono das raízes para parte aérea. Isto indica que

provavelmente em situação de pastejo, quando a cultura da Aveia Preta passou para o estágio reprodutivo, a inflorescência passou a ser drenado de fotoassimilados diminuindo o acúmulo de carbono na raiz, podendo haver necessidade de remobilizar reservas do sistema radicular para a inflorescência.

Por outro lado, quando não houve pastejo, as folhas foram mantidas durante todo ciclo da cultura. Nesta condição, provavelmente o suprimento de fotoassimilados para inflorescência a partir das folhas era mantido sem necessidade de remobilizar as reservas radiculares.

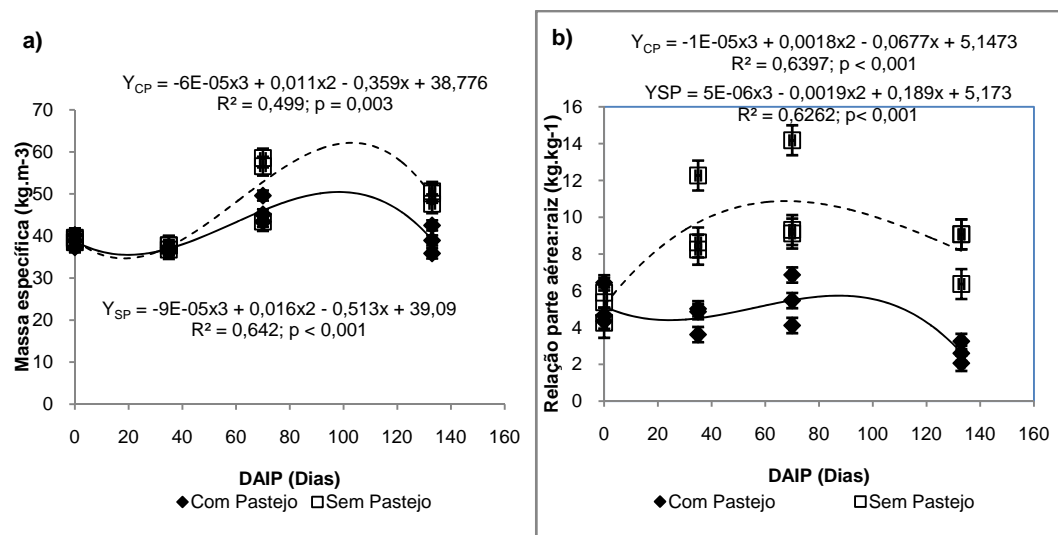


FIGURA 3.3.4 - RELAÇÃO ENTRE A MASSA ESPECÍFICA RADICULAR (a) E RELAÇÃO PARTE AÉREA:RAIZ (b) PARA O SISTEMA COM PASTEJO (CP) E SEM PASTEJO (SP) NOS DIAS APÓS O INÍCIO DO PASTEJO (DAIP). GUARAPUAVA, 2010.

Esta situação, ainda pode ser explicada pelas variações ocorridas na massa específica das raízes (Figura 3.3.4a). Esta característica representa a massa correspondente a um volume de raiz que ela ocupa, sendo assim ela pode ser associada ao acúmulo de reservas nas raízes. Durante o estágio vegetativo da Aveia Preta e boa disponibilidade hídrica, independente da ocorrência do pastejo, a massa específica das raízes tendeu-se manter constante. Quando ocorreu o estresse hídrico e a Aveia Preta passou a reprodução e senescência, ocorreu aumento mais acentuado da massa específica nas plantas não pastejadas, uma vez que essas acumulavam mais reservas nas raízes.

Em contrapartida, em situação de pastejo provavelmente quando houve o estresse hídrico a plantas, em função da baixa disponibilidade hídrica reduziram a quantidade de

carbono assimilado necessitando assim, remobilizar parte das reservas das raízes para a parte aérea e com isso o aumento da massa específica das raízes para essas plantas foi menos pronunciado.

Isto pode ser explicado pela manutenção de raízes mais finas (Figura 3.3.1b) que apresentam menor massa específica. No sistema com pastejo a massa específica média foi de $40,21 \text{ kg.m}^{-3}$, sendo superior ($p=0,001$) a apresentada pelo sistema sem pastejo que foi de $44,70 \text{ kg.m}^{-3}$. Isto indica que apesar de ter ocorrido uma possível remobilização de reservas de raízes mais grossa para a parte aérea, existe uma compensação por parte da planta aumentando o comprimento com raízes mais finas.

Isto confirma a afirmação de Arredondo e Johnson (1999) que as plantas ajustam seu desenvolvimento em função do meio em que se desenvolvem. Complementando, Ryser (1996) atribui menor longevidade a raízes que possuem menor massa específica, indicando maior surgimento de novas raízes no sistema com pastejo.

A relação parte aérea:raiz média do sistema não pastejado foi de $37,14 \text{ kg.kg}^{-1}$, e foi superior ($p<0,001$) que o sistema com pastejo ($17,93 \text{ kg.ha}^{-1}$). Isto pode ser atribuída à manutenção das folhas na própria planta, ao contrário do sistema com pastejo em que as folhas são constantemente retiradas pelo processo de pastejo. Sendo assim, o pastejo mantém as quantidades de biomassa da parte aérea em relação a raiz mais equilibradas ao longo do período utilização. Isto pode ser verificado pela curva que descreve o comportamento da relação parte aérea:raiz ao longo do período de utilização (Figura 3.3.4b)

Coupland (1979) encontrou valores de relação parte aérea:raiz que variaram de 2:1 a 13:1 em forrageiras temperadas, por outro lado, em forrageiras tropicais os valores são menores, encontrando-se entre 0,2 a 2,6:1.

Nas características morfológicas estudadas e discutidas neste trabalho não houve efeito das doses de nitrogênio aplicadas, indicando que as doses deste nutriente utilizada neste experimento não limitou o crescimento radicular. Hill *et al.*, (2006) não observaram alterações nas características morfológicas de raízes em gramíneas temperadas perenes com relação a aplicação de N, atribuindo a este fator pouco impacto sobre estas características. Por outro lado, Giacomini *et al.*, (2005) trabalhando com pastagens tropicais do gênero *Panicum* obtiveram redução do comprimento e da área de raízes quando aplicado doses de nitrogênio superiores a 150 kg.ha^{-1} , mostrando assim possível comportamento distintos entre pastagens temperadas e tropicais, e de ciclos diferentes.

3.4. CONCLUSÃO

As doses de nitrogênio utilizadas e a presença do pastejo não apresentaram efeito no desenvolvimento das raízes

A morfologia das raízes não foi influenciada pelas doses de nitrogênio utilizada, contudo, a presença do pastejo no consórcio de aveia preta com azevém anual favoreceu o comprimento, a área da superfície, o diâmetro médio e o volume de raízes, mas reduziu a massa específica e a relação parte aérea:raiz.

3.5. REFERÊNCIAS

ARREDONDO, J.T.; JOHNSON, D.A. Root architecture and biomass allocation of three range grasses in response to non-uniform supply of nutrients and shoot defoliation. **New Phytologist**, v.143, p. 373–385, 1999.

BALIGAR, V.C.; FAGERIA, N.K. ELRASHIDI, M.A. Toxicity and nutrient constraints on root growth. **Hort Science**, v.33, n.6, p.960-965, 1998.

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

BOSEMARK, N.O. The influence of nitrogen on root development. **Physiologia Plantarum**, v.7, p.497-502, 1954.

CALDWELL, M.M. Competition between roots in natural communities. In: Gregory PJ, Lake JV, Rose DA, eds. **Root development and function**. New York: Cambridge University Press; 1987. p.167-185.

CECATO, U.; CANO, C. C. P.; BORTOLO, M.; HERLING, V. R.; CANTO, M. W.; CASTRO, C. R. C. Teores de carboidratos não-estruturais, nitrogênio total e peso de raízes em Coastacross-1 (*Cynodon dactylon*(L.) Pers) pastejado por ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 3, p. 644-650, 2001.

COUPLAND, R.T. Conclusions. In.: COUPLAND, R.T. (ed.) **Grassland ecosystems of the world: analysis of grasslands and their uses**. London/New York: Cambridge University Press, 1979. pp. 335-355.

- DA CUNHA, F.F.; RAMOS, M.M.;ALENCAR, C.A.B.; MARTINS, C.E, CÓSER, A.C.; OLIVEIRA, R.A. Sistema radicular de seis gramíneas irrigadas em diferentes adubações nitrogenadas e manejos. **ActaScientiarum. Agronomy**, v. 32, n. 2, p. 351-357, 2010.
- DONAGHY, D.J.; FULKERSON, W.J. The impact of defoliation frequency and nitrogen fertilizer application in spring on summer survival of perennial ryegrass under grazing in subtropical Australia. **Grass and Forage Science** , v.57, p.351-359, 2002.
- EISSENSTAT, D.M.; WELLS, C.E.; YANAI, R.D.; WHITBECK, J. L. Building roots in a changing environment: implications for root longevity. **New Phytologist**,147, p. 33-42, 2000.
- EISSENSTAT, D.M.; YANAI, R.D. The ecology of root lifespan. **Advances in ecological research**. v.27, p.2-60. 1997
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA -EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2006. 312p
- FLOSS, E.L. **Fisiologia das plantas cultivadas**, 5.ed. Passo Fundo: UPF, 2011. 733p.
- FRANK, D.A. Drought effects on aboveground and belowground production in a temperate grazed grassland ecosystem. **Oecologia**, v.152, p.131–139, 2007.
- GIACOMINI, A. A.; MATTOS, W. T.; MATTOS, H. B.; WERNER, J. C.; CUNHA, E. A.; CARVALHO, D. D. Crescimento de raízes dos capins Aruana e Tanzânia submetidos a duas doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 4, p. 1109-1120, 2005.
- GILL, R.A.; JACKSON, R.B. Global patterns of root turnover for terrestrial ecosystems. **New Phytologist**,v.147, p.13–31, 2000.
- GREENWOOD, K.L.; MCKENZIE, B.M. Grazing effects on soil physical properties and the consequences for pastures: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.41, p.1231-1250, 2001.
- HAVEN, P. G.; EVERT, R. F. e EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. 728 p.
- HILL, J.O.; SIMPSON, R.J.; MOORE, A.D.; CHAPMAN, D.F. Morphology and response of roots of pasture species to phosphorus and nitrogen nutrition. **Plant and Soil**, v.286, p.7-19, 2006.

HUNT, H.W.; MORGAN, J.A.; READ, J.J. Simulating growth and root-shoot partitioning in prairie grasses under elevated atmospheric CO₂ and water stress. **Annals of Botany**, London, v. 81, n. 4, p. 489-501, 1998.

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.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/>. Acesso em: 04 dez. 2012.

JOHANSSON, G. Carbon distribution in grass (*Festuca arundinacea*) during regrowth after cutting – Utilization of stored and newly assimilated carbon. **Plant and Soil**, v.151, n.1, p.11-20, 1993.

LEMAIRE, G. The physiology of grass growth under grazing: tissue turn-over. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. p.117-144.

MACKIE-DAWSON, L.A. Nitrogen uptake and root morphological responses of defoliated *Lolium perenne* (L.) to a heterogeneous nitrogen supply. **Plant Soil**, v.209, p.111–118, 1999.

MORVAN-BERTRAND, A.; PAVIS, N.; BOUCAUD, J.; PRUD'HOMME, M.P. Partitioning of reserve and newly assimilated carbon in roots and leaf tissues of *Lolium perenne* during regrowth after defoliation: Assessment by ¹³C steady-state labeling and carbohydrate analysis. **Plant Cell & Environment**, v.22, p.1097-1108, 1999.

MOTT, G.O.; LUCAS, H.L. The design, conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 6., 1952, State College. **Proceedings...** State College: Pennsylvania State College Press., 1952, p. 1380-1385.

PELLEGRINI, L.G.; MONTEIRO, A.L.G.; NEUMANN, M.; MORAES, A.; BONA FILHO, A.; MOLENTO, M.B. PELLEGRINI, A.C.R.S. Produção de cordeiros em pastejo contínuo de azevém anual submetido à adubação nitrogenada. **Ciência Rural**, v.40, n.6, p.1399-1404, 2010.

RÉGENT INSTRUMENTS . Win/MacRHIZOV4.1c: Introduction manual. Régent Instruments Inc., Québec, Canada. 36p., 1999a

- RÉGENT INSTRUMENTS . Win/MacRHIZOV4.1c: Reference. Régent Instruments Inc., Québec, Canada. 36p., 1999b
- RYLE, G.J.A. Distribution pattern of assimilated ^{14}C in vegetative and reproductive shoots of *Lolium perenne* and *L. temulentum*. **Annals of Applied Biology**, v.66, n.97, p.155-167, 1970.
- RYSER, P. The importance of tissue density for growth and life-span of leaves and roots: comparison of five ecologically contrasting grasses. **Functional Ecology**, v.10, p.717-723, 1996.
- SARMENTO, P.; RODRIGUES, L.R.A.; LUGÃO, S.M.B. et al. Sistema radicular do *Panicum maximum* Jacq. cv. IPR-86 Milênio adubado com nitrogênio e submetido à lotação rotacionada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.1, p.27-34, 2008.
- SARTOR, L.R. Atributos químicos e biológicos do solo, rendimento e valor nutritivo de grãos milho em sistema de integração lavoura-pecuária em resposta ao nitrogênio, 2012. 102f. Tese (Doutorado em Ciências) – Curso de Pós-graduação em Agronomia – Produção vegetal – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.
- SNAYDON, R.W. The productivity of C3 and C4 plants: a reassessment. **Functional Ecology**, v.5, p.321-333, 1991.
- THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance**. Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology, 1955. 104p. (Publications in Climatology, vol. VIII, n.1)
- THORNTON, B.; MILLARD, P. Effects of severity of defoliation on root functioning in grasses. **Journal of Range Management**, v.49, p.443-447, 1996.
- TRACY, B.F.; ZHANG, Y. Soil compactation, corn yield response, and soil nutrient pool dynamics within an integrated crop-livestock system in Illinois. **Crop Science**. V.48, p. 1211-1218, 2008.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.

4. CAPÍTULO 3 –ALOCAÇÃO DE CARBONO NA BIOMASSA DE RAÍZES EM CONSORCIO DE AVEIA PRETA E AZEVEM COM ADUBAÇÃO NITROGENADA

(Allocation of carbon in the roots of biomass in intercropped oats and rye grass with nitrogen)

RESUMO: Este teve por objetivo avaliar a taxa de alocação e a quantidade de carbono em raízes de pastagem de inverno. Foi comparado o consorcio de pastagens de inverno sob pastejo ou utilizado como cobertura vegetal e com a utilização de dois níveis de adubação nitrogenada 75 e 150 kg de N.ha⁻¹. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com três blocos em parcelas sub-subdivididas. Utilizou-se o método do cilindro para coleta de raiz. A quantidade de carbono na biomassa radicular foi determinado pela multiplicação das percentagens de carbono pela massa seca de raiz em kg.ha⁻¹. A taxa alocação de carbono foi mensuradas comparando a quantidade de carbono entre as avaliações. As determinações da porcentagem de carbono e nitrogênio total e relação carbono: nitrogênio (C:N) foram feitas em equipamento Analisador CNHS, da marca Elementar modelo Vario El. No início do experimento a quantidade de carbono na raiz era baixa (p<0,01). No período vegetativo da Aveia Preta e do Azevém Anual houve maior taxa de alocação de carbono nas raízes, sendo que na fase reprodutiva da Aveia Preta a alocação de carbono para as raízes diminuiu. No sistema pastejado não houve variação da relação C:N ao longo do período experimental, por outro lado, as plantas não pastejadas possuíram menor relação C:N no período vegetativo da Aveia Preta, assim como, nesse mesmo período para o Azevém Anual. Não houve interação significativa com as doses de nitrogênio utilizadas. A taxa de alocação de carbono e a quantidade de carbono nas raízes, bem como sua relação C:N em plantas forrageiras anuais, sofre pouca influência dos sistemas estudados.

Palavras chave: acúmulo de carbono, relação C:N radicular, partição de fotoassimilados

ABSTRACT: This study evaluated the allocation rate and the amount of carbon in roots of winter grazing. There were compared the intercropped of winter pasture grazing or used as plant cover and with the use of two levels of nitrogen 75 and 150 kg of N.ha⁻¹. The experimental design was a randomized block with three blocks in split-split. There were used the cylinder method to collect the root. The amount of carbon in the root biomass was determined by multiplying the percentage of carbon by the root dry weight in kg ha⁻¹. The allocation rate of carbon was measured by comparing the amount of carbon between assessments. The determination of the percentage of carbon and total nitrogen and carbon: nitrogen ratio (C: N) were made in equipment CNHS analyzer, model brand Elementary Vario El. At the beginning of the experiment the amount of carbon in the root was lower (p < 0, 01). During vegetative period of oat and annual ryegrass showed higher allocation rate of carbon in the roots, and in the reproductive phase the allocation rate of carbon to roots of oat decreased. The grazed system did not change the C: N ratio throughout the experimental period, on the other hand, the not grazed plants possessed lower C: N ratio during vegetative period of the oat, as well as, in the same period for the Annual Ryegrass. No significant interaction with the nitrogen doses used. The allocation rate of carbon and the amount of carbon in roots, as well as its, C: N ratio in forages annual, had a little influence of the systems studied.

Keywords: accumulation of carbon, C: N ratio root, photoassimilates partitioning

4.1 INTRODUÇÃO

As áreas de pastagem no Brasil ocupam mais de 160 milhões de hectares, o que corresponde a aproximadamente 72% das áreas agricultáveis do nosso país. Este ecossistema tem um papel fundamental no ciclo do carbono, sendo responsável em retirar grande quantidade de carbono da atmosfera e acumulá-lo no solo (SCURLOCK e OLSON, 2002).

O crescimento das pastagens depende de processos fisiológicos que permitem converter grande quantidade de carbono inorgânico atmosférico a carbono orgânico participante da biomassa vegetal, que por sua vez, poderá ser convertida a produto animal após o pastejo ou então passará a fazer parte da matéria orgânica do solo após o processo de decomposição dos excrementos animais ou das partes das plantas senescentes (BRAZ *et al.*, 2004)

A quantidade de carbono assimilado pelas plantas está relacionada aos aspectos que interferem diretamente à fotossíntese, dentre eles podemos citar a água, presença de radiação solar e índice de área foliar (IAF), este responsável em Interceptar a radiação possibilitando a ocorrência da fotossíntese (LEMAIRE e AGNUSDEI, 2000).

Por outro lado, a alocação dos fotoassimilados produzidos pela fotossíntese depende de fatores relacionados a planta, onde o estágio fenológico corresponde ao grande responsável em alterar as vias de alocação de carbono (FLOSS, 2011).

Quando as plantas se apresentam em estágio vegetativo, as taxas de fotossíntese são elevadas, permitindo que os fotoassimilados possam ser translocados para as folhas em expansão (LAWLOR, 2002), e o excesso para as raízes na forma de reservas orgânicas (LEMAIRE e AGNUSDEI, 2000).

Em outra situação, Eissenstat e Yanai (1997) afirmaram que quando a planta passa ao estágio reprodutivo, as flores, e depois as sementes passam a requerer a maior parte dos fotoassimilados, principalmente para plantas anuais que não necessitam manter reservas para que haja o rebrote.

Em ecossistemas pastoris, a dinâmica da alocação dos produtos fotossintéticos pode se tornar bastante variável, uma vez que as relações entre plantas e animais imprimem variações espaciais e temporais dos recursos necessários para realização da fotossíntese.

Os sistemas de Integração Lavoura-pecuária (ILP) utilizam os recursos forrageiros como parte da rotação de culturas visando aproveitar os benefícios deste complexo ecossistema que envolve a produção de biomassa vegetal, utilização dessa biomassa e a ciclagem dos nutrientes pela decomposição dos resíduos animais e vegetais. Esses benefícios

estão relacionados à melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo, que garante elevados índices de produtividade da cultura agrícola subsequente. (ASSMANN, 2001)

O crescimento das raízes ainda não é bem compreendido em função de muitas pesquisas não considerarem este ambiente em função da dificuldade e necessidade de mão de obra para as avaliações. No entanto, como o crescimento da parte aérea das plantas está relacionado ao ambiente radicular (GIACOMINI *et al.*, 2005), podemos inferir que as elevadas taxas de crescimento das pastagens são reflexo de um ambiente radicular bem desenvolvido, sendo este um grande contribuidor para a melhoria das propriedades físicas e da matéria orgânica do solo (LOSS *et al.*, 2011).

Sendo assim, partindo da hipótese de que a presença do pastejo e a adubação nitrogenada poderão interferir no acúmulo de carbono nas raízes, este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do pastejo e da adubação nitrogenada sobre o acúmulo de carbono e relação C:N no sistema radicular do consórcio Aveia Preta e Azevém Anual.

4.2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), em Guarapuava-PR localizado a 25° 33' Sul e 51° 29' Oeste com altitude média de 1.095 m. O clima da região é classificado conforme Köppen-Geiger como tipo Cfb (Subtropical úmido temperado).

Para caracterizar as condições meteorológicas durante o período experimental foram construídos a partir da metodologia de Thornthwaite-Mather (1955), o balanço hídrico climatológico para a cultura da Aveia Preta e Azevém Anual com base nas médias históricas (1960 a 1990) e o balanço hídrico sequencial para a cultura da Aveia Preta e Azevém Anual no ano de 2010 utilizando os dados fornecidos pelo INMET (2012). Os resultados dos saldos hídricos estão apresentados na Figura 4.2.1.

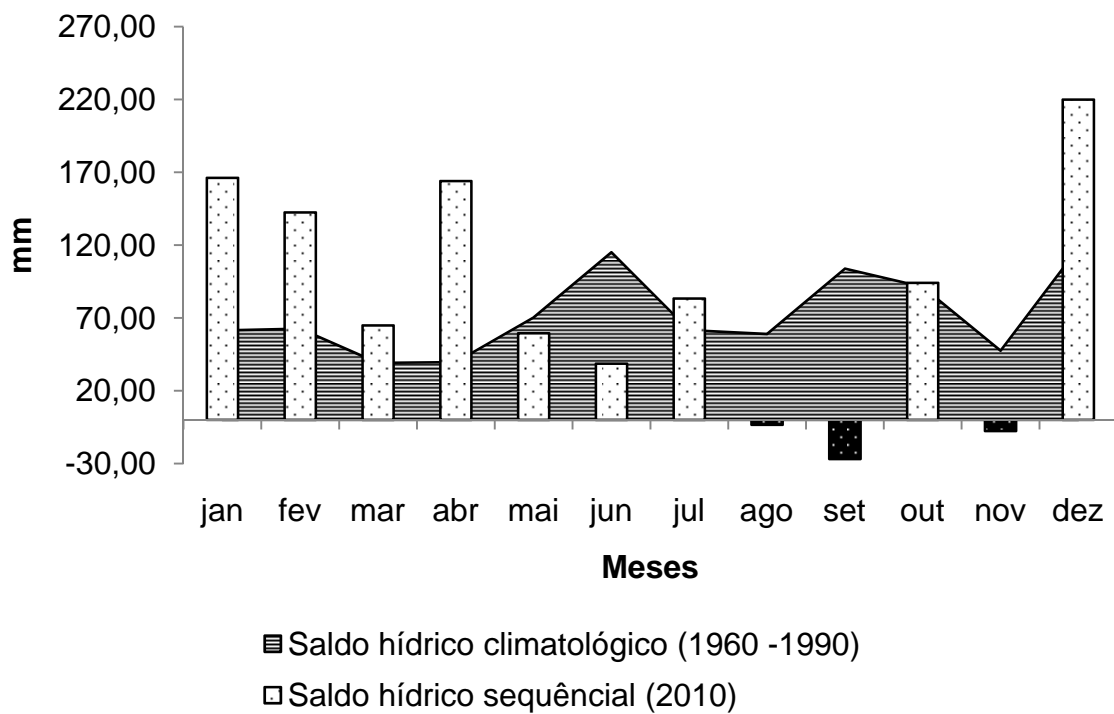


FIGURA 4.2.1 – SALDO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO E DO ANO DE 2010 PARA O MUNICÍPIO DE GUARAPUAVA-PR;

Na área experimental o solo é classificado como associação Latossolo Bruno distroférico típico, relevo suave ondulado, substrato de rochas basálticas (EMBRAPA, 2006) de textura argilosa (0,624 kg kg⁻¹ de argila, 0,311 kg kg⁻¹ de silte e 0,080 kg kg⁻¹ de areia). Nesta área, há quatro anos vem sendo realizada integração lavoura-pecuária com pastejo de ovinos em forrageiras de inverno, Aveia Preta (*Avena strigosa* Schreb) e Azevém Anual (*Lolium multiflorum* Lam), e lavouras de milho (*Zeamays* L.) e feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em rotação de culturas.

A análise de solo referente a profundidade de 0 a 15 cm da área experimental no ano de 2011 é apresentada pela Tabela 4.2.1

TABELA 4.2.1 - RESULTADO DA ANÁLISE DE SOLO (0-15 CM) DA ÁREA EXPERIMENTAL. GUARAPUAVA, 2010 (SARTOR, 2012)

K	P	Ca	Mg	MO	CTC	V	pH
mg.dm ⁻³		Cmol _c .dm ⁻³			%		CaCl ₂
135,32	3,67	3,25	2,66	40,68	10,85	56,51	4,79

Foram comparados a utilização do consorcio Aveia Preta com Azevém anual como pastagem ou como cobertura de solo e a utilização de dois níveis de adubação nitrogenada 75 e 150 kg de N.ha⁻¹. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com três blocos, em parcelas sub-subdivididas, onde a presença do pastejo representaram as parcelas, os níveis de nitrogênio as sub parcelas e os períodos de avaliação as sub-subparcelas, totalizando 12 sub parcelas e 48 sub-subparcela. Cada parcela correspondia a um piquete de 0,24 ha nas áreas pastejadas e 96 m² nas áreas sem pastejo.

A pastagem de inverno foi estabelecida no dia 07/06/2010 em sucessão a cultura do milho por semeadura direta mecanizada com espaçamento entre linhas de 0,17 m, profundidade de semeadura de 1,5 cm, utilizando 60 kg.ha⁻¹ de semente de Aveia Preta mais 40 kg.ha⁻¹ de sementes de Azevém Anual. A adubação de base foi realizada no momento da semeadura com a utilização de 50 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e 50 kg.ha⁻¹ de K₂O. A adubação nitrogenada, em função dos tratamentos, foi realizada com uréia (45% de N) no início do perfilhamento.

O pastejo foi realizado inicialmente por ovelhas prenhas da raça Ile de France e foi finalizado pelos cordeiros da mesma raça, nascidos na área experimental e desmamados com 60 dias de idade. Os animais foram colocados na área experimental no dia 05/07/2010 e lá permaneceram até o dia 14/11/2010. O método de utilização da pastagem foi de pastejo contínuo com lotação variável. Mantendo três ovelhas e seus respectivos cordeiros como animais testes e número variável de animais reguladores. O ajuste da lotação foi realizado a cada 14 dias pela técnica “putandtake” segundo Mott e Lucas (1952), em função da disponibilidade de forragem, para isso, a altura da pastagem procurou ser mantida em 15 cm.

As amostragens de raízes foram iniciadas após 30 dias da implantação da pastagem e concomitantemente a entrada dos animais nas áreas pastejadas, no dia 05/07 e após ocorreram periodicamente nos dias 09/08 e 13/09 e finalizou-se no dia 15/11, após o último dia de utilização da pastagem.

Em cada sub-parcela, foram coletadas três sub-amostras aleatórias dentro do piquete com pastejo e duas sub-amostras aleatórias nos piquetes sem pastejo. As sub-amostras foram misturadas e compuseram a amostra final de cada sub-parcela.

Para a coleta das amostras foi utilizado o método do cilindro proposto por Da Cunha *et al.* (2010) modificado, sendo esse mais indicado por não necessitar abrir trincheiras. Para este experimento foi utilizado um cilindro com 10 cm de diâmetro, 20 cm de profundidade totalizando 1,57 dm³ de volume, posicionado no meio da linha de semeadura e cravado com auxílio de uma marreta até seu completo preenchimento.

O conteúdo do cilindro, solo mais raízes, foi retirado e acondicionado em saco plástico identificado e levados ao laboratório para limpeza e mensurações. Para a limpeza, as amostras foram colocadas em baldes e submergidas durante 12 horas em uma solução 0,01N de NaOH para dispersão das argilas. Em seguida foram lavadas utilizando torneira e um conjunto de peneiras com malha de 0,50 mm e 0,25 mm conforme Ido (2003). Depois de removidas todas as impurezas as raízes permaneceram armazenadas em etanol 50% (Bohm, 1979) até as mensurações.

A massa seca das raízes ($\text{Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$) foi determinada em balança de 0,01 g de precisão após secagem a temperatura de 60°C até que atingissem peso constante. Em seguida as amostras foram moídas em moinho mecânico e passadas em peneira de 100 Mesh. Cerca de aproximadamente 25 mg de cada amostra foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,001 mg e acondicionados em cápsulas de estanho. Estas amostras foram, então, depositadas no carrossel do analisador elementar. As determinações da porcentagem de carbono e nitrogênio total e relação C/N foram feitas em equipamento Analisador CNHS, da marca Elementar modelo Vario El.

A quantidade de carbono alocado na biomassa radicular foi determinado pela multiplicação das percentagens de C pela massa seca de raiz da amostra extrapolada para 1 ha, obtendo-se os valores em $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Considerando os 3 períodos: período 1 (05/07/2010 a 09/08/2010), período 2 (09/08/2010 a 13/09/2010) e período 3 (13/09/2010 a 15/11/2010), foi calculada a taxas de alocação de carbono foi estimada a partir da Equações 4.2.1.

$$TAC = \frac{CA_n - CA_{n-1}}{d} \quad \text{onde:} \quad (\text{Eq.4.2.1})$$

TxC = taxa de alocação de carbono na raiz ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$)

CA_n = carbono alocado nas raízes no dia da avaliação ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)

CA_{n-1} = carbono alocado nas raízes no dia da avaliação anterior ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)

d = numero de dias entre as duas avaliações.

Em avaliação da composição botânica da parte aérea da pastagem realizada durante o período 1 (27/07/2010), a aveia preta correspondia a 82,8% da biomassa vegetal enquanto que o azevém correspondia a 13,5% e material senescente apenas 3,7%. Por outro lado, na avaliação da composição botânica realizada dia no período 3 (02/11/2010), a aveia passou a compor 48%, o azevém ocupava 19,7% e o material senescente 32,3%.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software estatístico SPSS Statistics 17.0. Foi realizada análise de variância e o teste de comparação de médias pelo Teste de Tukey considerando significância de 5% através do procedimento GLM (General Linear Model) utilizando o modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \text{Bloco} + \text{Pastejo} + E_{\text{parcela}} + \text{Dose de N} + \text{Pastejo} \times \text{Dose de N} + E_{\text{sub-parcela}} + \text{Dia} + \text{Pastejo} \times \text{Dia/Período} + \text{Dose de N} \times \text{Dia/Período} + \text{Pastejo} \times \text{Dose de N} \times \text{Dia/Período} + E_{\text{sub-parcela}}$$

4.3. RESULTADO E DISCUSSÃO

Na Figura 4.3.1, estão representados os resultados para a taxa de alocação de carbono (TAC) nas raízes na presença ou ausência de pastejo e utilização das plantas apenas para cobertura de solo.

A TAC apresentou diferença significativa ($p < 0,001$) para os períodos de avaliação. No período inicial, correspondente ao desenvolvimento vegetativo da Aveia Preta, houve maior taxa de acúmulo de carbono nas raízes, provavelmente isto está relacionado à maior alocação de reservas na raiz nesta fase (VAN SOEST, 1994).

Com o início da fase reprodutiva, percebida a partir do segundo período, a alocação de carbono para as raízes diminuiu provavelmente em detrimento ao aporte de carbono para constituição das partes reprodutivas da planta e posteriormente para a semente (EISSENSTAT e YANAI, 1997).

Durante a fase vegetativa da cultura, a taxa de acúmulo de carbono para as raízes é elevada, independente do sistema de utilização das plantas, isto confirma a afirmação de Floss (2011), que neste estágio as raízes representam um dreno preferencial de fotoassimilados.

Com a passagem para fase reprodutiva a taxa de acúmulo de carbono na presença do pastejo reduz em maior proporção que o sistema não pastejado, provavelmente em função de o pastejo manter a quantidade de folhas menor que em situação não pastejada, reduzindo a assimilação total de carbono pela planta, também, nesta fase a raiz deixa de ser um dreno preferencial de fotoassimilados (FLOSS, 2011), sendo assim a alocação de carbono foi reduzida.

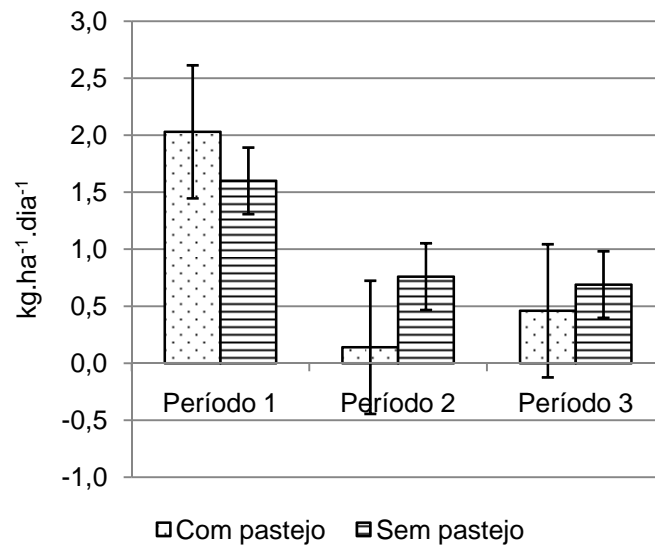


FIGURA 4.3.1 - TAXA DE ALOCAÇÃO DE CARBONO ($\text{kg.ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$) NAS RAÍZES DO CONSÓRCIO AVEIA PRETA E AZEVÉM ANUAL COM E SEM PASTEJO. GUARAPUAVA, 2010.

No terceiro período, com a retomada do desenvolvimento vegetativo a partir das plantas de Azevém Anual, percebeu-se aumento na alocação de carbono nas raízes.

Em função das variações percebidas na taxa de acúmulo de carbono, a quantidade deste elemento nas raízes apresentou variações em função do sistema utilizado. Na Tabela 4.3.1 são apresentados os resultados da quantidade de C nas raízes de pastagem nos sistemas com e sem pastejo durante o período experimental.

TABELA 4.3.1 - QUANTIDADE DE CARBONO (kg.ha^{-1}) NAS RAÍZES DA PASTAGEM DE INVERNO COM E SEM PASTEJO. GUARAPUAVA, 2010.

Sistema	05/jul	09/ago	13/set	15/nov	Média
Com pastejo	70,66 ^{Ba}	141,8 ^{Aa}	146,68 ^{Aa}	175,73 ^{Aa}	133,71 ^a
Sem pastejo	57,47 ^{Ba}	113,47 ^{Ba}	140,13 ^{ABa}	184,2 ^{Aa}	123,82 ^a
Média	64,07 ^C	127,63 ^B	143,41 ^B	179,96 ^A	
s*	13,07	23,49	27,09	35,55	

Medidas seguidas de mesma letra maiúscula na linha (dias) não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade em relação aos períodos

Medidas seguidas de mesma letra minúscula na coluna (sistemas) não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade em relação aos períodos

*s – desvio padrão da média

É possível afirmar que a quantidade de C em ambas formas de utilização estudadas foram semelhantes ($p > 0,05$). Este resultado pode indicar que em situação de pastejo, quando é mantida uma quantidade de folhas suficiente para que as plantas possam realizar fotossíntese que atendam suas demandas energéticas, não ocorre prejuízos para a quantidade de carbono estocado nas raízes. Prado (2008) cita que quanto as plantas apresentam índice de área foliar suficientes para realização da fotossíntese, ocorre maior fluxo de carboidratos para as raízes, favorecendo seu crescimento.

Segundo Alexandrino et al., (2005) a desfolha da planta pode alterar seu padrão de assimilados. Em plantas intactas de azevém anual, o principal dreno dos assimilados de suas folhas individuais era o sistema radicular, por outro lado, perfilhos cortados passaram a receber a maior parte dos assimilados do perfilho intacto, imediatamente após o corte (MARSHAL e SAGAR, 1965).

Igualmente, a desfolha de azevém anual incrementou a exportação de assimilados do perfilho principal para outros perfilhos (MARSHAL e SAGAR, 1968). Entretanto, a importância dos assimilados recém sintetizados vem ganhando crescente relevância, pois estudos recentes vêm demonstrando que, em perfilhos de azevém perene intensamente desfolhados, já no segundo dia, 63% da quantidade total do carbono presente nos novos tecidos são oriundos da fotossíntese (SCHNYDER e DE VISSER, 1999).

Segundo Ryle (1970) em plantas de azevém perene (*Lolium perenne* L.) no estágio de desenvolvimento vegetativo, o meristema terminal, o sistema radicular e os perfilhos recebem a maior parte dos assimilados da folha recém-expandida; posteriormente, o meristema terminal e as raízes se constituem nos principais drenos.

Conforme o mesmo autor, com a instalação do alongamento do colmo, a quantidade retida de assimilados nos perfilhos e nas raízes é pequena, mas o meristema terminal continua sendo importante dreno; na fase reprodutiva, o colmo se torna forte dreno e a exportação para os perfilhos e raízes é mínima

O meristema terminal (meristema apical + folhas em expansão + folhas emergentes), os perfilhos, o colmo, a raiz, a inflorescência e a formação de sementes nas plantas em estágio reprodutivo constituem-se nos diversos drenos das gramíneas (ALEXANDRINO et al., 2005).

Por outro lado houve diferença entre os dias de avaliação ($p < 0,01$). No início do experimento a quantidade de carbono estocada na raiz era baixa, provavelmente em função da reduzida quantidade de raiz neste momento (Figura 3.3.3b). Durante esta fase havia uma

grande translocação de carbono para as raízes (Figura 4.3.1), o que permitiu as raízes crescerem em comprimento e massa podendo-se observar maior acúmulo de carbono nas avaliações seguintes.

Não houve diferença entre a quantidade de carbono acumulada na biomassa radicular entre a segunda e terceira avaliação. Neste momento a pastagem passou ao estágio reprodutivo e a translocação de carbono para as raízes reduziu (Figura 4.3.1) mantendo a quantidade estáveis. Entretanto, quando não ocorreu o pastejo a maior quantidade de carbono translocado para as raízes (Figura 4.3.1) fez com que sua quantidade na biomassa radicular aumenta-se da segunda para terceira avaliação enquanto que quando houve o pastejo permaneceu praticamente inalterado, e esta variação pode ter ocorrido pela remobilização de carbono da raiz para a parte aérea.

Na quarta avaliação em função do retorno de envio de carbono para as raízes quantidade de carbono no sistema radicular, em ambos sistemas, voltou a aumentar.

Da mesma forma, através da Tabela 4.3.2, é possível visualizar as variações da relação entre a quantidade de carbono e nitrogênio (C:N) durante o período experimental, sendo que para esta variável houve interação significativa ($p=0,002$) entre os dias de avaliação e a forma de utilização.

Para o sistema com pastejo não houve variação da relação C:N ao longo do período experimental, isto indica que a presença do pastejo, pode elevar as taxas de crescimento radicular (Tabela 3.3.1) e tende a mantêm a concentração de nitrogênio nas raízes balanceadas em relação ao carbono. Aldana e Berendse (1997) comentam que gramíneas possuem grande capacidade de armazenar, mobilizar e reutilizar reservas nitrogenadas e essa reserva, está relacionada com sua capacidade adaptativa. Sendo assim, a variação da relação C:N das raízes pode indicar uma possível remobilização do nitrogênio para as raízes que apresentam maior crescimento neste momento.

Por outro lado, as plantas não pastejadas possuíram menor relação C:N nas duas primeiras avaliações em comparação com a terceira, isto indica que com o final do ciclo da Aveia Preta, ocorrido a partir do terceiro dia de avaliação, houve maior mobilização de nitrogênio para a inflorescência e conseqüentemente para o enchimento de grãos. Em seguida, no quarto dia de avaliação, quando o Azevém Anual em estágio vegetativo passou a ocupar grande parte da paisagem, a relação C:N reduziu consideravelmente.

TABELA 4.3.2 - RELAÇÃO C:N NAS RAÍZES DA PASTAGEM DE INVERNO COM E SEM PASTEJO. GUARAPUAVA, 2010.

Sistema	05/jul	09/ago	13/set	15/nov	Média
Com pastejo	27,04 ^{Aa}	27,91 ^{Aa}	30,16 ^{Aa}	29,33 ^{Aa}	28,62 ^a
Sem pastejo	28,31 ^{Ba}	28,93 ^{Ba}	34,37 ^{Aa}	18,87 ^{Cb}	28,87 ^a
Média	27,67 ^B	28,44 ^B	32,26 ^B	25,84 ^A	
s*	1,35	2,96	4,35	4,63	

Medidas seguidas de mesma letra maiúscula na linha (dias) não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade em relação aos períodos

Medidas seguidas de mesma letra minúscula na coluna (sistemas) não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade em relação aos períodos

*s – desvio padrão da média

Em todas as variáveis estudadas neste experimento, não houve interação significativa com as doses de nitrogênio utilizadas, indicando que essas doses não conseguiram interferir no acúmulo de carbono no sistema radicular e da mesma forma na relação C:N das raízes.

4.4. CONCLUSÃO

A taxa de acúmulo de carbono e sua quantidade no sistema radicular bem como sua relação C:N em consórcio de Aveia preta e Azevém sofre pouca influência das formas de utilização e das doses de nitrogênio estudadas, por outro lado, as fases de desenvolvimento da cultura parece exercer papel fundamental na alocação do carbono nas raízes das plantas.

4.5 REFERÊNCIAS

ALDANA, B.R.V.de; BERENDSE, F. Nitrogen-use-efficiency in six perennial grasses from contrasting habitats. **Functional Ecology**, v.11, p.619-626, 1997.

ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, J.G.; OLIVEIRA, J.A.; TEIXEIRA, A.C.B.; LANZA, D.C.F. Distribuição dos fotoassimilados em plantas de *Panicum maximum* cv. Mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.34, n.5, p. 1449-1458, 2005

ASSMANN, T.S. **Rendimento de milho em áreas de integração lavoura-pecuária sob o sistema de plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2001. 80p. Tese (Doutorado em Agronomia - Produção Vegetal) - Universidade Federal do Paraná, 2001.

BOHM, W. **Methods of studying root systems**. Berlim: Springer-Verlag, 1979. 188p

BRAZ, A.J.B.P.; SILVEIRA, P.M. da; KLIEMANN, H.J.; ZIMMERMANN, F.J.P. Acumulação de nutrientes em folhas de milheto e dos capins braquiária e mombaça. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.34, p.83-87, 2004.

DA CUNHA, F.F.; RAMOS, M.M.;ALENCAR, C.A.B.; MARTINS, C.E, CÓSER, A.C.; OLIVEIRA, R.A. Sistema radicular de seis gramíneas irrigadas em diferentes adubações nitrogenadas e manejos. **ActaScientiarum. Agronomy**, v. 32, n. 2, p. 351-357, 2010.

EISSENSTAT, D.M.; WELLS, C.E.; YANAI, R.D.; WHITBECK, J. L. Building roots in a changing environment: implications for root longevity. **New Phytologist**,147, p. 33-42, 2000.

EISSENSTAT, D.M.; YANAI, R.D. The ecology of root lifespan. **Advances in Ecological Research**. v.27, p.2-60. 1997

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA -EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2006. 312p

FLOSS, E.L. **Fisiologia das plantas cultivadas**, 5.ed. Passo Fundo: UPF, 2011. 733p.

GIACOMINI, A. A.; MATTOS, W. T.; MATTOS, H. B.; WERNER, J. C.; CUNHA, E. A.; CARVALHO, D. D. Crescimento de raízes dos capins Aruana e Tanzânia submetidos a duas doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 4, p. 1109-1120, 2005.

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.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia.** Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/>. Acesso em: 04 dez. 2012.

LAWLOR, D.W. Carbon and nitrogen assimilation in relation to yield: mechanisms are the key understanding production systems. **Journal of Experimental Botany**. V.53, n.370, p.773-787, 2002.

LEMAIRE, G., AGNUSDEI, M. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilization. In: LEMAIER, G., HODGSON, J., MORAES, A., *et al.* (Eds.) **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**. CABInternational, p.265-288, 2000.

LOSS, A; PEREIRA, M. G; GIÁCOMO, S. G; PERIN, A; ANJOS, L. H. C. dos; Agregação, carbono e nitrogênio em agregados do solo sob plantio direto com integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** Brasília, v.46, n.10, p.1269-1276, 2011.

MARSHALL, C.; SAGAR, G.R. The distribution of assimilates in *Lolium multiflorum* Lam. following differential defoliation. **Annals of Botany**, v.19, n.128, p.715-719, 1968.

MARSHALL, C.; SAGAR, G.R. The influence of defoliation on the distribution of assimilates in *Lolium multiflorum* Lam. **Annals of Botany**, v.29, n.115, p.365-372, 1965.

MOTT, G.O.; LUCAS, H.L. The design, conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 6., 1952, State College. **Proceedings...** State College: Pennsylvania State College Press, 1952, p. 1380-1385.

RYLE, G.J.A. Distribution pattern of assimilated ¹⁴C in vegetative and reproductive shoots of *Lolium perenne* and *L. temulentum*. **Annals of Applied Biology**, v.66, n.97, p.155-167, 1970.

SARTOR, L.R. **Atributos químicos e biológicos do solo, rendimento e valor nutritivo de grãos milho em sistema de integração lavoura-pecuária em resposta ao nitrogênio**, 2012. 102f. Tese (Doutorado em Ciências) – Curso de Pós-graduação em Agronomia – Produção vegetal – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

SCHNYDER, H.; DE VISSER, R. Fluxes of reserve-derived and currently assimilated carbon and nitrogen in perennial ryegrass recovering from defoliation. The regrowing tiller and its component functionally distinct zones. **Plant Physiology**, v.119, n.2, p.1423-1435, 1999.

SCURLOCK, J. M.; OLSON, R.J. Estimating net primary productivity from grassland biomass dynamics measurements. **Global Change Biology**, v.8, p. 736–753, 2002

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance**. Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology, 1955. 104p. (Publications in Climatology, vol. VIII, n.1)

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A integração lavoura-pecuária é um sistema que visa integrar a agricultura com a pecuária propondo-se aumentar a remuneração do produtor e ao mesmo tempo, produzir obedecendo práticas que reduzam o impacto ao meio ambiente.

Neste sentido foi possível observar que o ambiente radicular das pastagens que compõe este sistema são de fundamental importância, pois após os processos fotossintéticos, grande quantidade de carbono é alocado para as raízes aumentando cada vez mais os estoques de carbono orgânico, mitigando o CO₂ capaz de elevar a temperatura do ar.

Percebeu-se que as raízes, apesar de serem suscetíveis diretamente aos efeitos do ambiente externo ao solo, como condições climáticas adversas e herbivoria, compõe uma parte da planta extremamente dinâmica que apresenta sintonia com as variações da parte aérea da comunidade vegetal.

Durante a realização deste trabalho, houve muita dificuldade em localizar literaturas que abordassem o ambiente radicular com vistas a um sistema de produção. A maioria das pesquisas, relacionada a este tema, limita-se ao desenvolvimento de raízes em ambientes florestais ou então são realizadas com plantas perenes, onde as raízes possuem importância adicional na rebrota da planta após um período de entressafra.

Em uma comunidade de plantas anuais, como é o caso das plantas estudadas neste trabalho, a dinâmica de crescimento e alocação de carbono para o sistema radicular parece sofrer muito mais a ação dos diferentes estágios fenológicos que a planta passa do que as condições de estresse impostas a elas ou então com a adição de fertilizantes nitrogenados, provavelmente isso deve ser reflexo de adaptações evolutivas destas plantas, uma vez que para plantas anuais a propagação ocorre apenas pelas sementes. Não sendo necessário manter reservas de carbono no sistema radicular após o final de seu ciclo.

Isto foi percebido com redução das taxas de desenvolvimento e alocação de carbono para a raiz em períodos onde as plantas encontrava-se em desenvolvimento reprodutivo. Essa mudança de vias de carbono muitas vezes provocou alterações na morfologia das raízes como no volume e diâmetro radicular. Ficou claro que nesta fase, todos o carbono assimilado pelas folhas é destinado para a inflorescência e posteriormente ao enchimento de grãos.

Contudo, espera-se que pesquisas futuras sejam propostas a melhor compreender como a parte aérea de comunidade vegetal, amplamente estudada, se relaciona com suas raízes, tentando melhor compreender a relações da comunidade de plantas com outras comunidades que pertencem ao mesmo ecossistema e assim adotar práticas que visem

conciliar o bom desenvolvimento da parte aérea em quantidade e qualidade, mais também dar condições do sistema radicular se desenvolver corretamente melhorando a absorção de água e nutrientes bem como elevando a quantidade de carbono estocado nas raízes.

6. REFERÊNCIAS

AMADO, T.J.C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p.241-248, 2002.

AMARAL, C.D.; SCHEFFER-BASSO, S.M.; FONTANELLI, R.S. Efeito da fertilização nitrogenada na produção e composição química de uma pastagem natural. **Agrociência**, v.10,n.1,p.17-23,2006.

ARREDONDO, J.T.; JOHNSON, D.A. Root architecture and biomass allocation of three range grasses in response to non-uniform supply of nutrients and shoot defoliation. **New Phytologist**, v.143, p. 373–385,1999.

BERNARDES, M. S. Fotossíntese no dossel das plantas cultivadas. *In*: CASTRO, P. R. C.; FERREIRA, S. O.; YAMADA, T. (Eds.). **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Potafos, 1987. cap .2, p.13-48.

BLACK, C.A. **Soil-plantrelationship**. New York: John Wiley, 1968. p.507-557.

BRAGA, G.J. **Assimilação de carbono, acúmulo de forragem e eficiência de pastejo em pastagens de capim-marandu [Brachiariabrizantha (Hochstex A. Rich) Stapf.] em resposta à oferta de forragem**. 2004. 110f. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens), Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2004.

BRAZ, A.J.B.P.; SILVEIRA, P.M. da; KLIEMANN, H.J.; ZIMMERMANN, F.J.P. Acumulação de nutrientes em folhas de milheto e dos capins braquiária e mombaça. **PesquisaAgropecuária Tropical**, v.34, p.83-87, 2004.

BRISKE, D.D. Strategies of Plant Survival in Grazed Systems: A Functional Interpretation. *In*: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W.(eds.) **The Ecology and Management of Grazing Systems**, Wallingford, CAB INTERNATIONAL, 1996, p.37-68.

BRISKE, D.D., HEITSHMIDT, R.K. An ecological perspective. *In*: HEITSHMIDT, R.K., STUTH, J.W. (Eds.) **Grazing management: an ecological perspective**. Timber Press, Portland, Oregon,1991, p.11-26.

BROUWER, R. Nutritive influences of distribution of dry matter in the plant. **Netherland Journal of Agricultural Science**, v.10, n.5, p.342-399, 1962.

CARVALHO, D.D. **Leaf morphogenesis and tilleringbehaviour in single plants and simulated swards of Guinea grass (*Panicum maximum* Jacq.) cultivars**. 2002. 214f. Thesis (PhD in Plant Science), Massey University, Palmerston North, N.Z., 2002.

CECATO, U.; CANO, C. C. P.; BORTOLO, M.; HERLING, V. R.; CANTO, M. W.; CASTRO, C. R. C. Teores de carboidratos não-estruturais, nitrogênio total e peso de raízes em Coastacross-1 (*Cynodondactylon*(L.) Pers) pastejado por ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 3, p. 644-650, 2001.

CORSI, M.; NASCIMENTO JR., D. Princípios de fisiologia e morfologia de plantas forrageiras aplicados no manejo das pastagens In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; DE FARIA, V.P. (Eds). **Pastagens - Fundamentos da exploração racional**, 1994. p.15-47.

DA CUNHA, F.F.; RAMOS, M.M.;ALENCAR, C.A.B.; MARTINS, C.E, CÓSER, A.C.; OLIVEIRA, R.A. Sistema radicular de seis gramíneas irrigadas em diferentes adubações nitrogenadas e manejos. **ActaScientiarum. Agronomy**, v. 32, n. 2, p.351-357, 2010.

DEREGIBUS, V.A.; JACOBO, E.; ANSIN, O.E. Grassland use and plant diversity in grazed ecosystems. In: GOMIDE, J. A.; MATTOS, W. R.; DA SILVA, S. C. (Eds). INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., São Pedro, 2001. **Proceedings...**Piracicaba: FEALQ, 2001, p.879-882

DONAGHY, D.J.; FULKERSON, W.J. The impact of defoliation frequency and nitrogen fertilizer application in spring on summer survival of perennial ryegrass under grazing in subtropical Australia. **Grass and Forage Science** , v.57, p.351-359, 2002.

EISSENSTAT, D.M.; YANAI, R.D. The ecology of root lifespan. **Advances in ecological research**. v.27, p.2-60, 1997

ESAU, K. **Anatomy of seed plants**. Toronto:John Wiley & Sons, 1997. 550p.

FAN, M.; ZHU, J.; RICHARDS, C.; BROWN, K.M.; LYNCH, J.P. Physiological roles for aerenchyma in phosphorus-stressed roots. **FunctionalPlantBiology**, v.30, n.5, p.493-506, 2003.

FAQUIN, V.; COSTA, K.A.P., OLIVEIRA, M.A.; RODRIGUES, R.B.; MEDEIROS, L.S.; NASCIMENTO, P.P. Nutrição nitrogenada do capimmarandú de pastagem em estágio moderado de degradação submetida a doses e fontes de nitrogênio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31. Gramado. 2007. **Anais...** Viçosa: SBCS, 2007.

FRANK, D.A. Drought effects on aboveground and belowground production in a temperate grazed grassland ecosystem. **Oecologia**, v.152, p.131–139, 2007.

FREITAS, F.A., KOPP, M.M., SOUSA, R.O.; ZIMMER, P.D.; CARVALHO, F.I.F.; OLIVEIRA, A.C. Absorção de P, Mg, Ca e K e tolerância de genótipos de arroz submetidos a estresse por alumínio em sistemas hidropônicos. **Ciência Rural**, v.36, n.1, p.72-79, 2006.

FURLANI, P.R.; CLARK, R.B. Screening sorghum for aluminium tolerance in nutrient solutions. **Agronomy Journal**, v.73, p.587-594, 1981.

GIACOMINI, A. A.; MATTOS, W. T.; MATTOS, H. B.; WERNER, J. C.; CUNHA, E. A.; CARVALHO, D. D. Crescimento de raízes dos capins Aruana e Tanzânia submetidos a duas doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 4, p. 1109-1120, 2005.

GILL, R.A.; ANDERSON, L.J.; POLLEY, H.W.; JOHNSON, H.B.; JACKSON, R.B. Potential nitrogen constraints on carbon sequestration in a grassland exposed to subambient and elevated atmospheric CO₂. **Ecology**, v.87, p.41–52, 2006.

GILL, R.A.; POLLEY, H.W.; JOHNSON, H.B.; ANDERSON, L.J.; MAHERALI, H.; JACKSON, R.B. Nonlinear grassland responses to past and future atmospheric CO₂. **Nature**, v.417, p.279–282, 2002.

HADLEY, M. Grassland for sustainable ecosystems. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17, 1993, Nova Zelândia – Austrália. **Proceedings...**, 1993, p.21-28.

HAKANSSON, I.; STENBERG, M.; RYDBERG, T. Long-term experiments with different depths of mouldboard ploughing in Sweden. **Soil and Tillage Research**, v.46, p.209-223, 1998.

HILL, P.W.; MARSHALL, C.; WILLIAMS, G.G.; BLUM, H.; HARMENS, H.; JONES, D.L.; FARRAR, J.F. The fate of photosynthetically fixed carbon in Lolium perenne grassland

as modified by elevated CO₂ and sward management. **New Phytologist**, v.173, p.766–777, 2007.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. Essex, England, Longman Scientific & Technical, 1990. 203p.

IPCC, **Climate Change 2001: The Scientific Basis**. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2001.

JENKINSON, D.S.; AYANABA, A. Decomposition of carbon-14 labeled plant material under tropical conditions. **Soil Science Society of America Journal**, v.41, p.912-915, 1977.

JOHANSSON, G. Carbon distribution in grass (*Festucaarundinacea*) during regrowth after cutting – Utilization of stored and newly assimilated carbon. **Plant and Soil**, v.151, n.1, p.11-20, 1993.

KERBAUY, G.B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro:Guanabara Koogan, 2004.452p

LEMAIRE, G. Ecophysiology of grasslands: dynamic aspects of forage plant populations in grazed swards. In: GOMIDE, J. A.; MATTOS, W. R.; DA SILVA, S. C. (Eds). **INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19.**, São Pedro, 2001. **Proceedings...**Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 29-37.

LEMAIRE, G., AGNUSDEI, M. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilization. In: LEMAIER, G., HODGSON, J., MORAES, A., et al. (Eds.) **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**. CAB International, p.265-288, 2000.

LÓPEZ-BUCIO, J.; HERNÁNDEZ-ABREU, E.; SÁNCHEZ-CALDERÓN, L.; NIETO-JACOBO, M.F.; SIMPSON, J.; HERRERA-ESTRELLA, L. Phosphate availability alters architecture and causes changes in hormone sensitivity in the Arabidopsis root system. **PlantPhysiology**, v.129, n.1, p.244-256, 2002.

MARIN, A., SANTOS, D.M.M., BANZATTO, D.A.; FERRAUDO, A.S. Germinação de sementes de guandu sob efeito da disponibilidade hídrica e de doses subletais de alumínio. **Bragantia**, v.63, n.1, p.13-24,2004.

MATTHEW, C.; VAN LOO, E.N.; THOM, E.R.; DAWSON, L.A.; CARE, D.A. Understanding shoot and root development. In: GOMIDE, J. A.; MATTOS, W. R.; DA

SILVA, S. C. (Eds). INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., São Pedro, 2001. **Proceedings...**Piracicaba: FEALQ, 2001. p.19-27.

MATTHEW, P.N.P.; HARRINGTON, K.C.; HAMPTON, J.G. Management of grazing systems. In: WHITE, J.; HODGSON, J. (editors) **New Zealand Pasture and Crop Science**. Oxford University Press, Auckland, p.153-174, 1999.

MILCHUNAS, D.G.; SALA, O.E.; LAUENROTH, W.K. A generalized model of the effects of grazing by large herbivores on grassland community structure. **American Naturalist**. v.132, p.87-106, 1988.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras:UFLA, 2002. 625p.

MOREIRA, M.F. **Desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea de feijoeiro comum em função da distribuição e o teor de fósforo no solo**. Tese (Doutorado em Agronomia), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2004, 135p.

NIELSEN, K.L.; MILLER, C.R.; BECK, D.; LYNCH, J.P. Fractal geometry of root systems: field observations of contrasting genotypes of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) grown under different phosphorus regimes. **Plant and soil**, v.206 n.2, p.181-190, 1999.

NORBY, R.J.; LEGLORD, J.; REILLY, C.D.; MILLER, N.E.; O’NEILL, E.G.; Fine-root production dominates response of a deciduous forest to atmospheric CO₂ enrichment. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.101, p.9689–9693, 2004.

O'REAGAIN, P.J.; SCHWARTZ, J. Dietary selection and foraging strategies of animals on rangeland. Coping with spatial and temporal variability. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE NUTRITION OF HERBIVORES, 4., 1995, Clermont-Ferrand. **Proceedings...** Clermont-Ferrand: 1995. p.419-424

PARSONS, A.J.; JOHNSON, I.R.; HARVEY, A. Use of a model to optimize the interaction between frequency and severity of intermittent defoliation and to provide a fundamental comparison of the continuous and intermittent defoliation of grass. **Grass and Forage Science**,v.43, n.1, p.49-59, 1988.

PARSONS, A.J.; PENNING, P.D. The effect of the duration of regrowth on photosynthesis, leaf death and the average rate of growth in a rotationally grazed sward. **Grass and Forage Science**, v.43, n.1, p.15-27, 1988.

PAULINO, V.T.; SHUNKE, R.; CANTARELLA, H. Avaliação do nível de nitrogênio em quatro cultivares de *Panicum maximum* Jacq., através da medida indireta da clorofila (Compact disc.). In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 35, Botucatu, 1998. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998.

PENDALL, E.; BRIDGHAM, S.; HANSON, P.J.; HUNGATE, B.; KICKLIGHTER, D.W.; JOHNSON, D.W.; LAW, B.E.; LUO, Y.; J. MEGONIGAL, P.; OLSRUD, M.; RYAN, M.G.; WAN, S. Below-ground process responses to elevated CO₂ and temperature: a discussion of observations, measurement methods, and models. **New Phytologist**, v.162, p.311–322, 2004.

PIAZZETTA, H.V.L.; Comportamento ingestivo de cordeiros em sistemas de suplementação. 2009. 101f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Curso de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal – Universidade federal do Paraná, Curitiba, 2009.

PRACHE, S.; PEYRAUD, J.L. Préhensibilité de l'herbepâturée chez les bovins et les ovins. **INRA Production Animales**. v.10, p. 377-390, 1997.

PRADO, R.M. **Manual de nutrição de plantas forrageiras**. Jaboticabal: FUNEP, 2008. 412p

QUEIROZ-VOLTAN, R.B.; NOGUEIRA, S.S.S.; MIRANDA, M.A.C. Aspectos da estrutura da raiz e do desenvolvimento de plantas de soja em solos compactados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.929-938, 2000.

RAMBO, L.; SILVA, P.R.F.; ARGENTA, G.; SANGOI, L. Parâmetros de planta para aprimorar o manejo da adubação nitrogenada de cobertura em milho. **Ciência Rural**, v.34, p.1637-1645, 2004.

RICHARDS, J.H. Physiology of plants recovering from defoliation. In International Grassland Congress, 18, **Proceedings...** New Zealand and Australia, 1993. p.85-94.

RICHARDS, J.H. Physiology of plants recovering from defoliation. In: BAKER, M.J. (Eds.) **Grassland For Our World**. SIR Publishing, Wellington, 1993, p.46-54.

RICHARDS, J.H.; CALDWELL, M.M. Soluble carbohydrates, concurrent photosynthesis and efficiency in regrowth following defoliation: a field study with *Agropyron* species. **Journal of Applied Ecology**, v.22, p.907-920, 1985.

RODRIGUES, L.R.A.; RODRIGUES, J.D. Ecofisiologia de plantas forrageiras. In: CASTRO, P.R.C. *et al.* (Eds.) **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Assoc. Bras. Pesq. Da Potassa e do Fosfato, 1987. p.203-225.

SBRISSIA, A.F.; DA SILVA, S.C. O ecossistema de pastagens e a produção animal In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, Piracicaba, 2001. **Anais...** Piracicaba : SBZ, 2001, p.731-754.

ILLIUS, A.W.; GORDON, I.J. Modelling the nutritional ecology of ungulate herbivores: evolution of body size and competitive interactions. **Oecologia**, v.89p.428-434, 1992.

SEASTEDT, T. R. Mass, nitrogen and phosphorus dynamics in foliage and root detritus of tallgrass prairie. **Ecology**, v.69 n.1, p.59-65, 1988.

SILSBURY, J.H. Leaf growth in pasture grasses. **Tropical Grasslands**, v.4, n.1, p.17-36, 1970.

SILVA, I.R.; MENDONÇA, E.S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (eds.) **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.275-374.

SKINNER, R. H., NELSON, C. J. Elongation of the grass leaf and its relationship to the phyllochron. **Crop Science**, v.35, n.1, p.4-10, 1995

STODDART, L.A.; SMITH, A.D; BOX, T.W. Range Management. McGraw-Hill Book Company, New York, 3rd ed. 1975.

SUYKER, A.; VERMA, S.; BURBA, G. Interannual variability in net CO₂ exchange of a native tallgrass prairie, Glob. **Change Biology**, v.9, p.255–265, 2003.

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

TAYLOR, G.J. Current view of aluminium stress response: the physiological basis of tolerance. **Current Topics in Plant Biochemistry and Physiology**, v.10, p.57-93, 1991.

TAYLOR, H.M.; BRAR, G.S. Effect of soil compaction on root development. **Soil and Tillage Research**, v.19, p.111-119, 1991.

VALENTINE, I.; MATTHEW, C. Plant growth, development and yield. In: WHITE, J.; HODGSON, J. (Ed.). **New Zealand pasture and crop science**. Auckland: Oxford University Press, 1999. p. 11-27

VOORHEES, W.B.; CARLSON, V.A.; HALLAUER, E.A. Root length measurement with a computer-controlled digital scanning microdensitometer. **Agronomy Journal**, v.72, n.2, p.847-850, 1980.

WILDUNG, R.E.; GARLAND, T.R.; BUSCHBOM, R.L. The interdependent effects of soil temperature and water content on soil respiration rate and plant root decomposition in arid grassland soils. **Soil Biology and Biochemistry**, v.7,n.6, p.373-378, 1975

ZAKIR HOSSAIN, A.K.M.; KOYAMA, H.; HARA, T. Growth and cell wall properties of two wheat cultivars differing in their sensitivity to aluminum stress. **Journal of Plant Physiology**,v.163,n.1, p.39-47,2006.

ZECH, W.; SENESI, N.; GUGGENBERGER,G.; KAISER, K.; LEHMANN, J.; MIANO, T.M.; MILTNER, A.; SCHROTHET,G. Factors controlling humification and mineralization of soil organic matter in the tropics. **Geoderma**, v.79, p. 117-161, 1997.

ZONTA, E.; BRASIL, F.C.; GOI, S.R.; ROSA, M.M.T. O sistema radicular e suas interações com o ambiente edáfico. In.: FERNANDES, M.S. (ed). **Nutrição mineral de plantas**.Viçosa:SBCS, 2008. p.7-52.

PEDÓ, F. Rendimento e distribuição de raízes de seis espéciesde plantas em dois níveis de compactação do solo. 1985. 92f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal do Rio Grande do Sul,PortoAlegre, 1985.

SCHUURMAN, J.J.; GOEDEWAAGEN, M.A.J. Methods for the examination of root systems and roots. Wageningen,Pudoc, 1965. 86p.

ANEXO 1 – ANÁLISES ESTATÍSTICAS DAS CARACTERÍSTICAS MORFOLOGICAS DAS RAIZES DAS PASTAGENS

COMPRIMENTO DE RAIZ (km/ha)

Estatística descritiva

Pastejo	Dose	Dia	Bloco	Média	Desvio padrão	N
CP	75	dia 1	1	8920,91	.	1
			2	7741,19	.	1
			3	8094,18	.	1
			Total	8252,09	605,51	3
		dia 2	1	13767,14	.	1
			2	14657,00	.	1
			3	17628,25	.	1
			Total	15350,80	2021,89	3
		dia 3	1	14154,63	.	1
			2	14623,17	.	1
			3	15024,53	.	1
			Total	14600,78	435,38	3
		dia 4	1	18398,71	.	1
			2	17418,40	.	1
			3	21637,72	.	1
			Total	19151,61	2208,12	3
	Total	1	13810,35	3876,43	4	
		2	13609,94	4125,92	4	
		3	15596,17	5693,16	4	
		Total	14338,82	4295,37	12	
	150	dia 1	1	8263,20	.	1
			2	8501,55	.	1
			3	6947,76	.	1
			Total	7904,17	836,81	3
		dia 2	1	13654,57	.	1
			2	13007,55	.	1
			3	13883,94	.	1
			Total	13515,35	454,48	3
		dia 3	1	15676,21	.	1
			2	18419,34	.	1
			3	15344,15	.	1
			Total	16479,90	1687,79	3
dia 4		1	22912,29	.	1	
		2	15171,44	.	1	
		3	16687,80	.	1	
		Total	18257,18	4102,12	3	
Total	1	15126,57	6060,59	4		
	2	13774,97	4160,06	4		

			3	13215,91	4332,80	4
			Total	14039,15	4534,21	12
	Total	dia 1	1	8592,06	465,07	2
			2	8121,37	537,66	2
			3	7520,97	810,64	2
			Total	8078,13	680,49	6
		dia 2	1	13710,86	79,60	2
			2	13832,28	1166,34	2
			3	15756,10	2647,63	2
			Total	14433,08	1651,82	6
		dia 3	1	14915,42	1075,92	2
			2	16521,26	2684,30	2
			3	15184,34	226,01	2
			Total	15540,34	1508,18	6
	dia 4	1	20655,50	3191,58	2	
		2	16294,92	1588,84	2	
		3	19162,76	3500,12	2	
		Total	18704,39	2986,85	6	
	Total	1	14468,46	4762,01	8	
		2	13692,46	3836,71	8	
3		14406,04	4853,38	8		
Total		14188,98	4322,04	24		

SP	75	dia 1	1	4941,53	.	1
			2	4858,68	.	1
			3	7682,48	.	1
			Total	5827,56	1606,94	3
		dia 2	1	10475,23	.	1
			2	13176,11	.	1
			3	11702,04	.	1
			Total	11784,46	1352,33	3
		dia 3	1	11877,97	.	1
			2	12998,16	.	1
			3	11177,98	.	1
			Total	12018,04	918,14	3
	dia 4	1	13328,88	.	1	
		2	17993,79	.	1	
		3	17022,60	.	1	
		Total	16115,09	2461,31	3	
	Total	1	10155,90	3666,29	4	
		2	12256,69	5447,93	4	
		3	11896,28	3855,25	4	
		Total	11436,29	4090,45	12	
150	dia 1	1	4804,99	.	1	
		2	8622,64	.	1	
		3	7556,39	.	1	
		Total	6994,67	1969,84	3	
	dia 2	1	10583,84	.	1	

			2	16063,78	.	1
			3	13339,58	.	1
			Total	13329,07	2739,99	3
		dia 3	1	11749,16	.	1
			2	14567,35	.	1
			3	14526,50	.	1
			Total	13614,34	1615,42	3
		dia 4	1	15587,46	.	1
			2	16874,89	.	1
			3	20188,83	.	1
			Total	17550,39	2373,90	3
		Total	1	10681,36	4462,86	4
	2		14032,17	3730,86	4	
	3		13902,83	5180,00	4	
	Total		12872,12	4378,01	12	
	Total	dia 1	1	4873,26	96,55	2
			2	6740,66	2661,52	2
			3	7619,44	89,16	2
			Total	6411,12	1730,22	6
		dia 2	1	10529,54	76,80	2
			2	14619,95	2041,89	2
			3	12520,81	1157,92	2
			Total	12556,76	2109,56	6
		dia 3	1	11813,57	91,08	2
2			13782,76	1109,58	2	
3			12852,24	2367,76	2	
Total			12816,19	1464,74	6	
dia 4		1	14458,17	1597,06	2	
		2	17434,34	791,18	2	
		3	18605,72	2238,86	2	
		Total	16832,74	2301,17	6	
Total		1	10418,63	3791,50	8	
		2	13144,43	4425,62	8	
		3	12899,55	4361,17	8	
		Total	12154,20	4207,94	24	

Total	75	dia 1	1	6931,22	2813,85	2
			2	6299,94	2038,24	2
			3	7888,33	291,12	2
			Total	7039,83	1715,53	6
		dia 2	1	12121,19	2327,73	2
			2	13916,56	1047,15	2
			3	14665,15	4190,46	2
			Total	13567,63	2486,44	6
		dia 3	1	13016,30	1609,84	2
			2	13810,67	1149,06	2
			3	13101,26	2719,92	2
			Total	13309,41	1553,76	6

		dia 4	1	15863,80	3584,91	2
			2	17706,10	406,86	2
			3	19330,16	3263,38	2
			Total	17633,35	2672,02	6
		Total	1	11983,13	4002,05	8
			2	12933,31	4531,98	8
			3	13746,22	4916,50	8
			Total	12887,55	4361,64	24
	150	dia 1	1	6534,10	2445,32	2
			2	8562,10	85,62	2
			3	7252,08	430,37	2
			Total	7449,42	1442,34	6
		dia 2	1	12119,21	2171,33	2
			2	14535,67	2161,08	2
			3	13611,76	384,92	2
			Total	13422,21	1759,56	6
		dia 3	1	13712,69	2776,84	2
			2	16493,35	2723,77	2
			3	14935,33	578,17	2
			Total	15047,12	2155,63	6
		dia 4	1	19249,88	5179,44	2
			2	16023,17	1204,52	2
			3	18438,32	2475,60	2
			Total	17903,79	3022,41	6
Total		1	12903,97	5470,22	8	
		2	13903,57	3660,77	8	
		3	13559,37	4436,22	8	
		Total	13455,63	4399,40	24	
Total		dia 1	1	6732,66	2164,49	4
			2	7431,02	1758,71	4
			3	7570,20	474,27	4
			Total	7244,63	1526,15	12
	dia 2	1	12120,20	1837,85	4	
		2	14226,11	1431,79	4	
		3	14138,45	2504,51	4	
		Total	13494,92	2055,05	12	
	dia 3	1	13364,49	1896,26	4	
		2	15152,01	2304,78	4	
		3	14018,29	1923,20	4	
		Total	14178,26	2008,24	12	
	dia 4	1	17556,84	4128,91	4	
		2	16864,63	1217,74	4	
		3	18884,24	2420,31	4	
		Total	17768,57	2723,51	12	
	Total	1	12443,55	4654,53	16	
		2	13418,44	4011,20	16	
		3	13652,80	4524,77	16	
		Total	13171,59	4343,20	48	

Teste de efeitos

Fonte	Soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	Sig.
Modelo corrigido	7,65E+08	15	5,10E+07	13,358	0,000
Interceptação	8,33E+09	1	8,33E+09	2182,573	0,000
Pastejo	4,97E+07	1	4,97E+07	13,022	0,001
Dose	3872584,318	1	3872584,318	1,015	0,321
Dia	6,89E+08	3	2,30E+08	60,154	0,000
Pastejo * Dose	9035872,073	1	9035872,073	2,368	0,134
Pastejo * Dia	1986626,045	3	662208,682	0,174	0,913
Dose * Dia	5972486,031	3	1990828,677	0,522	0,670
Pastejo * Dose * Dia	5384922,411	3	1794974,137	0,470	0,705
Erro	1,22E+08	32	3815479,112		
Total	9,21E+09	48			
Total corrigido	8,87E+08	47			

Estimativa de médias**1. Pastejo**

Pastejo	Média	Erro padrão	95% Confiança Intervalo	
			Limite inferior	Limite superior
CP	14188,99	398,72	13376,82	15001,15
SP	12154,20	398,72	11342,04	12966,37

2. Dose

Dose	Média	Erro padrão	95% Confiança Intervalo	
			Limite inferior	Limite superior
75	12887,55	398,72	12075,39	13699,72
150	13455,63	398,72	12643,47	14267,80

Teste de comparação de médias**Dia**TukeyB^{a,b}

Dia	N	Subconjunto		
		1	2	3
dia 1	12	7244,63		
dia 2	12		13494,9	
dia 3	12		14178,3	
dia 4	12			17768,6

Médias para os grupos em subconjuntos homogêneos são exibidos.

Baseado nas médias observadas

Quadrado médio do erro = 3815479,112.

a. Tamanho da média harmônica da amostra utilizado=12,000.

b. Alpha = ,05.

ÁREA DA SUPERFÍCIE DE RAIZ (m²/ha)**Estatística descritiva**

Pastejo	Dose	Dia	Bloco	Média	Desvio padrão	N
CP	75	dia 1	1	21880,89	.	1
			2	20852,66	.	1
			3	22812,35	.	1
			Total	21848,63	980,24	3
		dia 2	1	39642,78	.	1
			2	42848,73	.	1
			3	51274,29	.	1
			Total	44588,60	6007,78	3
		dia 3	1	37744,73	.	1
			2	36215,69	.	1
			3	38147,78	.	1
			Total	37369,40	1019,26	3
		dia 4	1	49192,63	.	1
			2	46889,58	.	1
			3	60992,70	.	1
			Total	52358,30	7565,75	3
		Total	1	37115,26	11324,51	4
			2	36701,67	11445,63	4
			3	43306,78	16562,10	4
			Total	39041,23	12468,73	12
	150	dia 1	1	21311,58	.	1
			2	24232,22	.	1
			3	20245,89	.	1
			Total	21929,90	2063,84	3
		dia 2	1	42687,44	.	1
			2	39907,55	.	1
			3	40322,37	.	1
			Total	40972,45	1499,63	3
		dia 3	1	40816,53	.	1
			2	47039,71	.	1
			3	38029,89	.	1
			Total	41962,04	4612,85	3
		dia 4	1	63811,75	.	1
			2	45338,57	.	1
			3	46948,14	.	1
			Total	52032,82	10232,55	3
		Total	1	42156,83	17373,72	4
			2	39129,51	10386,82	4
			3	36386,57	11405,54	4
			Total	39224,30	12380,71	12
	Total	dia 1	1	21596,24	402,56	2
			2	22542,44	2389,71	2

			3	21529,12	1814,76	2
			Total	21889,27	1445,72	6
		dia 2	1	41165,11	2152,90	2
			2	41378,14	2079,73	2
			3	45798,33	7744,18	2
			Total	42780,53	4388,61	6
			dia 3	1	39280,63	2172,09
		2		41627,70	7653,74	2
		3		38088,84	83,36	2
		Total		39665,72	3905,72	6
		dia 4	1	56502,19	10337,28	2
			2	46114,08	1096,73	2
			3	53970,42	9931,00	2
			Total	52195,56	8050,47	6
		Total	1	39636,04	13841,48	8
			2	37915,59	10201,22	8
			3	39846,68	13674,52	8
			Total	39132,77	12152,05	24

SP	75	dia 1	1	13630,22	.	1
			2	12759,23	.	1
			3	20850,21	.	1
			Total	15746,55	4441,30	3
		dia 2	1	30316,99	.	1
			2	35978,23	.	1
			3	32166,66	.	1
			Total	32820,63	2886,72	3
		dia 3	1	28027,94	.	1
			2	31528,87	.	1
			3	29469,53	.	1
			Total	29675,45	1759,53	3
		dia 4	1	35660,66	.	1
			2	49555,30	.	1
			3	47513,32	.	1
			Total	44243,09	7502,40	3
	Total	1	26908,95	9412,47	4	
		2	32455,41	15205,42	4	
		3	32499,93	11111,74	4	
		Total	30621,43	11331,81	12	
	150	dia 1	1	12807,04	.	1
			2	23176,19	.	1
			3	21139,14	.	1
			Total	19040,79	5493,83	3
		dia 2	1	29909,32	.	1
			2	46202,16	.	1
			3	38326,26	.	1
			Total	38145,91	8147,92	3

		dia 3	1	28824,14	.	1
			2	38631,50	.	1
			3	38357,01	.	1
			Total	35270,88	5584,73	3
		dia 4	1	37324,22	.	1
			2	45266,11	.	1
			3	52425,71	.	1
			Total	45005,35	7554,12	3
		Total	1	27216,18	10322,05	4
			2	38318,99	10642,82	4
			3	37562,03	12804,38	4
			Total	34365,73	11517,35	12
	Total	dia 1	1	13218,63	582,08	2
			2	17967,71	7365,90	2
			3	20994,68	204,30	2
			Total	17393,67	4818,56	6
dia 2		1	30113,16	288,27	2	
		2	41090,20	7229,41	2	
		3	35246,46	4355,49	2	
		Total	35483,27	6196,47	6	
dia 3		1	28426,04	563,00	2	
		2	35080,19	5022,32	2	
		3	33913,27	6284,40	2	
		Total	32473,17	4806,95	6	
dia 4		1	36492,44	1176,31	2	
		2	47410,71	3032,92	2	
		3	49969,52	3473,58	2	
		Total	44624,22	6746,45	6	
Total		1	27062,57	9146,48	8	
		2	35387,20	12548,12	8	
		3	35030,98	11423,77	8	
		Total	32493,58	11336,30	24	

Total	75	dia 1	1	17755,56	5834,10	2
			2	16805,95	5722,92	2
			3	21831,28	1387,44	2
			Total	18797,59	4409,65	6
		dia 2	1	34979,89	6594,33	2
			2	39413,48	4858,18	2
			3	41720,48	13511,13	2
			Total	38704,61	7701,70	6
		dia 3	1	32886,34	6870,81	2
			2	33872,28	3314,08	2
			3	33808,66	6136,45	2
			Total	33522,42	4406,02	6
		dia 4	1	42426,65	9568,55	2
			2	48222,44	1884,95	2

			3	54253,01	9531,36	2
			Total	48300,70	8072,65	6
		Total	1	32012,11	11076,71	8
			2	34578,54	12664,25	8
			3	37903,36	14277,35	8
			Total	34831,33	12420,23	24
	150	dia 1	1	17059,31	6013,62	2
			2	23704,21	746,73	2
			3	20692,52	631,62	2
			Total	20485,34	4034,94	6
		dia 2	1	36298,38	9035,50	2
			2	43054,86	4450,96	2
			3	39324,32	1411,46	2
			Total	39559,18	5463,68	6
		dia 3	1	34820,34	8479,90	2
			2	42835,61	5945,50	2
			3	38193,45	231,31	2
			Total	38616,46	5866,73	6
		dia 4	1	50567,99	18729,51	2
			2	45302,34	51,24	2
			3	49686,93	3873,23	2
			Total	48519,08	8917,60	6
		Total	1	34686,50	15453,24	8
			2	38724,25	9745,19	8
			3	36974,30	11243,28	8
			Total	36795,02	11954,40	24
	Total	dia 1	1	17407,43	4854,04	4
			2	20255,08	5192,80	4
			3	21261,90	1098,59	4
			Total	19641,47	4125,02	12
		dia 2	1	35639,13	6502,92	4
			2	41234,17	4346,36	4
			3	40522,40	7964,18	4
			Total	39131,90	6382,01	12
		dia 3	1	33853,34	6399,40	4
			2	38353,94	6498,03	4
			3	36001,05	4356,45	4
			Total	36069,44	5616,58	12
		dia 4	1	46497,32	13020,92	4
			2	46762,39	2006,87	4
			3	51969,97	6498,66	4
			Total	48409,89	8110,59	12
		Total	1	33349,30	13061,60	16
			2	36651,39	11124,18	16
			3	37438,83	12423,71	16
			Total	35813,18	12099,92	48

Teste de efeitos

Fonte	Soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	Sig.
Modelo corrigido	5,88E+09	15	3,92E+08	12,544	0,000
Interceptação	6,16E+10	1	6,16E+10	1969,692	0,000
Pastejo	5,29E+08	1	5,29E+08	16,923	0,000
Dose	4,63E+07	1	4,63E+07	1,480	0,233
Dia	5,18E+09	3	1,73E+09	55,194	0,000
Pastejo * Dose	3,81E+07	1	3,81E+07	1,217	0,278
Pastejo * Dia	1,86E+07	3	6,20E+06	0,198	0,897
Dose * Dia	4,25E+07	3	1,42E+07	0,453	0,717
Pastejo * Dose * Dia	3,13E+07	3	1,04E+07	0,334	0,801
Erro	1,00E+09	32	3,13E+07		
Total	6,85E+10	48			
Total corrigido	6,88E+09	47			

Estimativa de médias**1. Pastejo**

Pastejo	Média	Erro padrão	95% Confiança Intervalo	
			Limite inferior	Limite superior
CP	39132,769	1141,192	36808,237	41457,301
SP	32493,582	1141,192	30169,05	34818,113

2. Dose

Dose	Média	Erro padrão	95% Confiança Intervalo	
			Limite inferior	Limite superior
75	34831,332	1141,192	32506,8	37155,864
150	36795,018	1141,192	34470,487	39119,55

Teste de comparação de médias**Dia**TukeyB^{a,b}

Dia	N	Subconjunto		
		1	2	3
dia 1	12	19641,47		
dia 3	12		36069,44	
dia 2	12		39131,90	
dia 4	12			48409,89

Médias para os grupos em subconjuntos homogêneos são exibidos.

Baseado nas médias observadas

Quadrado médio do erro = 31255652,983.

a. Tamanho da média harmônica da amostra utilizado= 12,000.

b. Alpha = ,05.

DIÂMETRO MÉDIO DE RAIZ (mm)**Estatística descritiva**

Pastejo	Dose	Dia	Bloco	Média	Desvio padrão	N
CP	75	dia 1	1	0,78	.	1
			2	0,85	.	1
			3	0,89	.	1
			Total	0,84	0,06	3
		dia 2	1	0,92	.	1
			2	0,92	.	1
			3	0,93	.	1
			Total	0,92	0,01	3
		dia 3	1	0,85	.	1
			2	0,78	.	1
			3	0,80	.	1
			Total	0,81	0,04	3
		dia 4	1	0,85	.	1
			2	0,86	.	1
			3	0,90	.	1
			Total	0,87	0,03	3
		Total	1	0,85	0,06	4
			2	0,85	0,06	4
			3	0,88	0,06	4
			Total	0,86	0,05	12
	150	dia 1	1	0,82	.	1
			2	0,89	.	1
			3	0,93	.	1
			Total	0,88	0,06	3
		dia 2	1	0,97	.	1
			2	1,01	.	1
			3	0,92	.	1
			Total	0,97	0,05	3
		dia 3	1	0,83	.	1
			2	0,81	.	1
			3	0,79	.	1
			Total	0,81	0,02	3
		dia 4	1	0,89	.	1
			2	0,96	.	1
			3	0,92	.	1
			Total	0,92	0,04	3
		Total	1	0,88	0,07	4
			2	0,92	0,09	4
			3	0,89	0,07	4
			Total	0,90	0,07	12
Total	dia 1	1	0,80	0,03	2	
		2	0,87	0,03	2	

			3	0,91	0,03	2
			Total	0,86	0,05	6
		dia 2	1	0,95	0,04	2
			2	0,97	0,06	2
			3	0,93	0,01	2
			Total	0,95	0,04	6
			dia 3	1	0,84	0,01
		2		0,80	0,02	2
		3		0,80	0,01	2
		Total		0,81	0,03	6
		dia 4	1	0,87	0,03	2
			2	0,91	0,07	2
			3	0,91	0,01	2
			Total	0,90	0,04	6
		Total	1	0,86	0,06	8
			2	0,89	0,08	8
			3	0,89	0,06	8
			Total	0,88	0,06	24

SP	75	dia 1	1	0,88	.	1
			2	0,84	.	1
			3	0,85	.	1
			Total	0,86	0,02	3
		dia 2	1	0,92	.	1
			2	0,88	.	1
			3	0,88	.	1
			Total	0,89	0,02	3
		dia 3	1	0,75	.	1
			2	0,76	.	1
			3	0,84	.	1
			Total	0,78	0,05	3
		dia 4	1	0,85	.	1
			2	0,88	.	1
			3	0,89	.	1
			Total	0,87	0,02	3
	Total	1	0,85	0,07	4	
		2	0,84	0,06	4	
		3	0,87	0,02	4	
		Total	0,85	0,05	12	
	150	dia 1	1	0,85	.	1
			2	0,86	.	1
			3	0,88	.	1
			Total	0,86	0,02	3
		dia 2	1	0,90	.	1
			2	0,92	.	1
			3	0,92	.	1
			Total	0,91	0,01	3

	Total	dia 3	1	0,77	.	1
			2	0,84	.	1
			3	0,84	.	1
			Total	0,82	0,04	3
		dia 4	1	0,76	.	1
			2	0,85	.	1
			3	0,84	.	1
			Total	0,82	0,05	3
		Total	1	0,82	0,07	4
			2	0,87	0,04	4
			3	0,87	0,04	4
			Total	0,85	0,05	12
	Total	dia 1	1	0,87	0,02	2
			2	0,85	0,01	2
			3	0,87	0,02	2
			Total	0,86	0,02	6
		dia 2	1	0,91	0,01	2
			2	0,90	0,03	2
			3	0,90	0,03	2
			Total	0,90	0,02	6
dia 3		1	0,76	0,01	2	
		2	0,80	0,06	2	
		3	0,84	0,00	2	
		Total	0,80	0,04	6	
dia 4		1	0,81	0,06	2	
		2	0,87	0,02	2	
		3	0,87	0,04	2	
		Total	0,85	0,05	6	
Total		1	0,84	0,07	8	
		2	0,85	0,05	8	
		3	0,87	0,03	8	
		Total	0,85	0,05	24	

Total	75	dia 1	1	0,83	0,07	2
			2	0,85	0,01	2
			3	0,87	0,03	2
			Total	0,85	0,04	6
		dia 2	1	0,92	0,00	2
			2	0,90	0,03	2
			3	0,91	0,04	2
			Total	0,91	0,02	6
		dia 3	1	0,80	0,07	2
			2	0,77	0,01	2
			3	0,82	0,03	2
			Total	0,80	0,04	6
		dia 4	1	0,85	0,00	2
			2	0,87	0,01	2

			3	0,90	0,01	2
			Total	0,87	0,02	6
		Total	1	0,85	0,06	8
			2	0,85	0,05	8
			3	0,87	0,04	8
			Total	0,86	0,05	24
	150	dia 1	1	0,84	0,02	2
			2	0,88	0,02	2
			3	0,91	0,04	2
			Total	0,87	0,04	6
		dia 2	1	0,94	0,05	2
			2	0,97	0,06	2
			3	0,92	0,00	2
			Total	0,94	0,04	6
		dia 3	1	0,80	0,04	2
			2	0,83	0,02	2
			3	0,82	0,04	2
			Total	0,81	0,03	6
	dia 4	1	0,83	0,09	2	
		2	0,91	0,08	2	
		3	0,88	0,06	2	
		Total	0,87	0,07	6	
	Total	1	0,85	0,07	8	
		2	0,89	0,07	8	
		3	0,88	0,05	8	
		Total	0,87	0,06	24	
	Total	dia 1	1	0,83	0,04	4
			2	0,86	0,02	4
3			0,89	0,03	4	
Total			0,86	0,04	12	
dia 2		1	0,93	0,03	4	
		2	0,93	0,06	4	
		3	0,91	0,02	4	
		Total	0,92	0,04	12	
dia 3		1	0,80	0,05	4	
		2	0,80	0,04	4	
		3	0,82	0,03	4	
		Total	0,81	0,04	12	
dia 4		1	0,84	0,06	4	
		2	0,89	0,05	4	
		3	0,89	0,03	4	
		Total	0,87	0,05	12	
Total		1	0,85	0,06	16	
		2	0,87	0,06	16	
	3	0,88	0,05	16		
	Total	0,87	0,06	48		

Teste de efeitos

Fonte	Soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	Sig.
Modelo corrigido	,116 ^a	15	0,008	6,139	0,000
Interceptação	35,915	1	35,915	28494,387	0,000
Pastejo	0,008	1	0,008	6,354	0,017
Dose	0,004	1	0,004	2,916	0,097
Dia	0,086	3	0,029	22,722	0,000
Pastejo * Dose	0,003	1	0,003	2,645	0,114
Pastejo * Dia	0,006	3	0,002	1,457	0,245
Dose * Dia	0,002	3	0,001	0,478	0,700
Pastejo * Dose * Dia	0,008	3	0,003	2,067	0,124
Erro	0,04	32	0,001		
Total	36,071	48			
Total corrigido	0,156	47			

a. R²d = ,742 (AdjustedR²d = ,621)

Estimativa de médias**1. Pastejo**

Pastejo	Média	Erro padrão	95% Confiança Intervalo	
			Limite inferior	Limite superior
CP	0,878	0,007	0,863	0,893
SP	0,852	0,007	0,837	0,867

2. Dose

Dose	Média	Erro padrão	95% Confiança Intervalo	
			Limite inferior	Limite superior
75	0,856	0,007	0,841	0,871
150	0,874	0,007	0,859	0,889

Teste de comparação de médias**Dia**

TukeyB^{a,b}

Dia	N	Subconjunto		
		1	2	3
dia 3	12	0,805		
dia 1	12		0,86	
dia 4	12		0,8708	
dia 2	12			0,9242

Médias para os grupos em subconjuntos homogêneos são exibidos.

Baseado nas médias observadas

Quadrado médio do erro = ,001.

a. Tamanho da média harmônica da amostra utilizado= 12,000.

b. Alpha = ,05.

VOLUME DE RAIZ (m³/ha)**Estatística descritiva**

Pastejo	Dose	Dia	Bloco	Média	Desvio padrão	N
CP	75	dia 1	1	4,280	.	1
			2	4,490	.	1
			3	5,140	.	1
			Total	4,637	0,448	3
		dia 2	1	9,160	.	1
			2	10,050	.	1
			3	11,960	.	1
			Total	10,390	1,431	3
		dia 3	1	8,080	.	1
			2	7,170	.	1
			3	7,720	.	1
			Total	7,657	0,458	3
		dia 4	1	10,490	.	1
			2	10,090	.	1
			3	13,790	.	1
			Total	11,457	2,031	3
		Total	1	8,003	2,670	4
			2	7,950	2,681	4
			3	9,653	3,939	4
			Total	8,535	2,970	12
	150	dia 1	1	4,380	.	1
			2	5,570	.	1
			3	4,700	.	1
			Total	4,883	0,616	3
		dia 2	1	10,770	.	1
			2	9,940	.	1
			3	9,370	.	1
			Total	10,027	0,704	3
		dia 3	1	8,460	.	1
			2	9,590	.	1
			3	7,510	.	1
			Total	8,520	1,041	3
		dia 4	1	14,170	.	1
			2	10,850	.	1
			3	10,590	.	1
			Total	11,870	1,996	3
		Total	1	9,445	4,111	4
			2	8,988	2,339	4
			3	8,043	2,563	4
			Total	8,825	2,875	12
Total	dia 1	1	4,330	0,071	2	
		2	5,030	0,764	2	

			3	4,920	0,311	2
			Total	4,760	0,500	6
		dia 2	1	9,965	1,138	2
			2	9,995	0,078	2
			3	10,665	1,831	2
			Total	10,208	1,028	6
			dia 3	1	8,270	0,269
		2		8,380	1,711	2
		3		7,615	0,148	2
		Total		8,088	0,861	6
		dia 4	1	12,330	2,602	2
			2	10,470	0,537	2
			3	12,190	2,263	2
			Total	11,663	1,815	6
		Total	1	8,724	3,301	8
			2	8,469	2,395	8
			3	8,848	3,194	8
			Total	8,680	2,862	24

SP	75	dia 1	1	2,990	.	1	
			2	2,670	.	1	
			3	4,510	.	1	
			Total	3,390	0,983	3	
		dia 2	1	7,030	.	1	
			2	7,900	.	1	
			3	7,040	.	1	
			Total	7,323	0,499	3	
		dia 3	1	5,270	.	1	
			2	6,110	.	1	
			3	6,180	.	1	
			Total	5,853	0,506	3	
		dia 4	1	7,670	.	1	
			2	10,860	.	1	
			3	10,600	.	1	
			Total	9,710	1,771	3	
		Total	1	5,740	2,095	4	
			2	6,885	3,425	4	
			3	7,083	2,569	4	
			Total	6,569	2,565	12	
		150	dia 1	1	2,720	.	1
				2	4,960	.	1
				3	4,720	.	1
				Total	4,133	1,230	3
			dia 2	1	6,780	.	1
				2	10,660	.	1
				3	8,790	.	1
				Total	8,743	1,940	3

		dia 3	1	5,660	.	1
			2	8,150	.	1
			3	8,060	.	1
			Total	7,290	1,412	3
		dia 4	1	7,180	.	1
			2	9,660	.	1
			3	10,930	.	1
			Total	9,257	1,907	3
		Total	1	5,585	2,015	4
			2	8,358	2,489	4
			3	8,125	2,576	4
			Total	7,356	2,515	12
	Total	dia 1	1	2,855	0,191	2
			2	3,815	1,619	2
			3	4,615	0,148	2
			Total	3,762	1,076	6
		dia 2	1	6,905	0,177	2
			2	9,280	1,952	2
			3	7,915	1,237	2
			Total	8,033	1,487	6
dia 3		1	5,465	0,276	2	
		2	7,130	1,443	2	
		3	7,120	1,329	2	
		Total	6,572	1,233	6	
dia 4		1	7,425	0,346	2	
		2	10,260	0,849	2	
		3	10,765	0,233	2	
		Total	9,483	1,665	6	
Total		1	5,663	1,905	8	
		2	7,621	2,881	8	
		3	7,604	2,446	8	
		Total	6,963	2,517	24	

Total	75	dia 1	1	3,635	0,912	2
			2	3,580	1,287	2
			3	4,825	0,445	2
			Total	4,013	0,966	6
		dia 2	1	8,095	1,506	2
			2	8,975	1,520	2
			3	9,500	3,479	2
			Total	8,857	1,934	6
		dia 3	1	6,675	1,987	2
			2	6,640	0,750	2
			3	6,950	1,089	2
			Total	6,755	1,078	6
		dia 4	1	9,080	1,994	2
			2	10,475	0,544	2

			3	12,195	2,256	2	
			Total	10,583	1,954	6	
		Total	1	6,871	2,530	8	
			2	7,418	2,904	8	
			3	8,368	3,371	8	
			Total	7,552	2,894	24	
	150	dia 1	1	3,550	1,174	2	
			2	5,265	0,431	2	
			3	4,710	0,014	2	
			Total	4,508	0,962	6	
		dia 2	1	8,775	2,821	2	
			2	10,300	0,509	2	
			3	9,080	0,410	2	
			Total	9,385	1,483	6	
		dia 3	1	7,060	1,980	2	
			2	8,870	1,018	2	
			3	7,785	0,389	2	
			Total	7,905	1,298	6	
		dia 4	1	10,675	4,943	2	
			2	10,255	0,841	2	
			3	10,760	0,240	2	
			Total	10,563	2,258	6	
		Total	1	7,515	3,639	8	
			2	8,673	2,261	8	
			3	8,084	2,379	8	
			Total	8,090	2,746	24	
		Total	dia 1	1	3,593	0,860	4
				2	4,423	1,249	4
3				4,768	0,266	4	
Total				4,261	0,955	12	
dia 2	1		8,435	1,888	4		
	2		9,638	1,201	4		
	3		9,290	2,037	4		
	Total		9,121	1,666	12		
dia 3	1		6,868	1,635	4		
	2		7,755	1,480	4		
	3		7,368	0,823	4		
	Total		7,330	1,287	12		
dia 4	1		9,878	3,212	4		
	2		10,365	0,592	4		
	3		11,478	1,550	4		
	Total		10,573	2,013	12		
Total	1		7,193	3,046	16		
	2		8,045	2,597	16		
	3		8,226	2,823	16		
	Total		7,821	2,804	48		

Teste de efeitos

Fonte	Soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	Sig.
Modelo corrigido	313,430 ^a	15	20,895	11,921	0
Interceptação	2936,254	1	2936,254	1675,159	0
Pastejo	35,398	1	35,398	20,195	0
Dose	3,478	1	3,478	1,984	0,169
Dia	266,169	3	88,723	50,617	0
Pastejo * Dose	0,74	1	0,74	0,422	0,52
Pastejo * Dia	2,942	3	0,981	0,56	0,646
Dose * Dia	2,064	3	0,688	0,392	0,759
Pastejo * Dose * Dia	2,64	3	0,88	0,502	0,684
Erro	56,09	32	1,753		
Total	3305,774	48			
Total corrigido	369,521	47			

a. $R^2d = ,848$ (Adjusted $R^2d = ,777$)

Estimativa de médias**1. Pastejo**

Pastejo	Média	Erro padrão	95% Confiança Intervalo	
			Limite inferior	Limite superior
CP	8,68	0,27	8,13	9,23
SP	6,963	0,27	6,412	7,513

2. Dose

Dose	Média	Erro padrão	95% Confiança Intervalo	
			Limite inferior	Limite superior
75	7,552	0,27	7,002	8,103
150	8,09	0,27	7,54	8,641

Teste de comparação de médias**Dia**

TukeyB^{a,b}

Dia	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
dia 1	12	4,26			
dia 3	12		7,33		
dia 2	12			9,12	
dia 4	12				10,57

Médias para os grupos em subconjuntos homogêneos são exibidos.

Baseado nas médias observadas

Quadrado médio do erro = 1,753.

a. Tamanho da média harmônica da amostra utilizado= 12,000.

b. Alpha = ,05.

MASSA SECA De Raiz (Mg/ha)**Estatística descritiva**

Pastejo	Dose	Dia	Bloco	Média	Desvio padrão	N
CP	75	dia 1	1	0,170	.	1
			2	0,190	.	1
			3	0,190	.	1
			Total	0,183	0,012	3
		dia 2	1	0,330	.	1
			2	0,370	.	1
			3	0,450	.	1
			Total	0,383	0,061	3
		dia 3	1	0,350	.	1
			2	0,380	.	1
			3	0,410	.	1
			Total	0,380	0,030	3
		dia 4	1	0,380	.	1
			2	0,410	.	1
			3	0,560	.	1
			Total	0,450	0,096	3
		Total	1	0,308	0,094	4
			2	0,338	0,100	4
			3	0,403	0,155	4
			Total	0,349	0,116	12
	150	dia 1	1	0,160	.	1
			2	0,200	.	1
			3	0,200	.	1
			Total	0,187	0,023	3
		dia 2	1	0,410	.	1
			2	0,360	.	1
			3	0,350	.	1
			Total	0,373	0,032	3
		dia 3	1	0,360	.	1
			2	0,360	.	1
			3	0,350	.	1
			Total	0,357	0,006	3
		dia 4	1	0,510	.	1
			2	0,410	.	1
			3	0,470	.	1
			Total	0,463	0,050	3
		Total	1	0,360	0,147	4
			2	0,333	0,091	4
			3	0,343	0,111	4
			Total	0,345	0,108	12
Total	dia 1	1	0,165	0,007	2	
		2	0,195	0,007	2	

			3	0,195	0,007	2
			Total	0,185	0,016	6
		dia 2	1	0,370	0,057	2
			2	0,365	0,007	2
			3	0,400	0,071	2
			Total	0,378	0,044	6
			dia 3	1	0,355	0,007
		2		0,370	0,014	2
		3		0,380	0,042	2
		Total		0,368	0,023	6
		dia 4	1	0,445	0,092	2
			2	0,410	0,000	2
			3	0,515	0,064	2
			Total	0,457	0,069	6
		Total	1	0,334	0,118	8
			2	0,335	0,089	8
			3	0,373	0,129	8
			Total	0,347	0,110	24

SP	75	dia 1	1	0,110	.	1
			2	0,110	.	1
			3	0,190	.	1
			Total	0,137	0,046	3
		dia 2	1	0,260	.	1
			2	0,290	.	1
			3	0,250	.	1
			Total	0,267	0,021	3
		dia 3	1	0,230	.	1
			2	0,360	.	1
			3	0,390	.	1
			Total	0,327	0,085	3
		dia 4	1	0,330	.	1
			2	0,500	.	1
			3	0,460	.	1
			Total	0,430	0,089	3
	Total	1	0,233	0,092	4	
		2	0,315	0,162	4	
		3	0,323	0,124	4	
		Total	0,290	0,124	12	
	150	dia 1	1	0,110	.	1
			2	0,190	.	1
			3	0,180	.	1
			Total	0,160	0,044	3
		dia 2	1	0,260	.	1
			2	0,390	.	1
			3	0,350	.	1
			Total	0,333	0,067	3

	Total	dia 3	1	0,250	.	1
			2	0,470	.	1
			3	0,400	.	1
			Total	0,373	0,112	3
		dia 4	1	0,410	.	1
			2	0,470	.	1
			3	0,630	.	1
			Total	0,503	0,114	3
		Total	1	0,258	0,123	4
			2	0,380	0,132	4
			3	0,390	0,186	4
			Total	0,343	0,149	12
	Total	dia 1	1	0,110	0,000	2
			2	0,150	0,057	2
			3	0,185	0,007	2
			Total	0,148	0,042	6
		dia 2	1	0,260	0,000	2
			2	0,340	0,071	2
			3	0,300	0,071	2
			Total	0,300	0,057	6
dia 3		1	0,240	0,014	2	
		2	0,415	0,078	2	
		3	0,395	0,007	2	
		Total	0,350	0,093	6	
dia 4		1	0,370	0,057	2	
		2	0,485	0,021	2	
		3	0,545	0,120	2	
		Total	0,467	0,100	6	
Total		1	0,245	0,101	8	
		2	0,348	0,141	8	
		3	0,356	0,151	8	
		Total	0,316	0,137	24	

Total	75	dia 1	1	0,140	0,042	2
			2	0,150	0,057	2
			3	0,190	0,000	2
			Total	0,160	0,040	6
		dia 2	1	0,295	0,050	2
			2	0,330	0,057	2
			3	0,350	0,141	2
			Total	0,325	0,076	6
		dia 3	1	0,290	0,085	2
			2	0,370	0,014	2
			3	0,400	0,014	2
			Total	0,353	0,064	6
		dia 4	1	0,355	0,035	2
			2	0,455	0,064	2

		Total	3	0,510	0,071	2	
			Total	0,440	0,084	6	
			1	0,270	0,095	8	
			2	0,326	0,125	8	
			3	0,363	0,137	8	
	150	dia 1	Total	1	0,135	0,035	2
				2	0,195	0,007	2
				3	0,190	0,014	2
				Total	0,173	0,034	6
		dia 2	Total	1	0,335	0,106	2
				2	0,375	0,021	2
				3	0,350	0,000	2
				Total	0,353	0,052	6
		dia 3	Total	1	0,305	0,078	2
				2	0,415	0,078	2
				3	0,375	0,035	2
				Total	0,365	0,072	6
		dia 4	Total	1	0,460	0,071	2
				2	0,440	0,042	2
				3	0,550	0,113	2
	Total			0,483	0,082	6	
	Total	Total	1	0,309	0,137	8	
			2	0,356	0,108	8	
			3	0,366	0,144	8	
			Total	0,344	0,127	24	
	Total	dia 1	Total	1	0,138	0,032	4
				2	0,173	0,042	4
				3	0,190	0,008	4
				Total	0,167	0,036	12
dia 2		Total	1	0,315	0,071	4	
			2	0,353	0,043	4	
			3	0,350	0,082	4	
			Total	0,339	0,064	12	
dia 3		Total	1	0,298	0,067	4	
			2	0,393	0,053	4	
			3	0,388	0,026	4	
			Total	0,359	0,065	12	
dia 4		Total	1	0,408	0,076	4	
			2	0,448	0,045	4	
			3	0,530	0,080	4	
			Total	0,462	0,082	12	
Total		Total	1	0,289	0,116	16	
			2	0,341	0,114	16	
			3	0,364	0,136	16	
			Total	0,332	0,124	48	

Teste de efeitos

Fonte	Soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	Sig.
Modelo corrigido	,583 ^a	15	0,039	9,173	0,000
Interceptação	5,28	1	5,280	1246,049	0,000
Pastejo	0,011	1	0,011	2,692	0,111
Dose	0,007	1	0,007	1,654	0,208
Dia	0,539	3	0,180	42,419	0,000
Pastejo * Dose	0,01	1	0,010	2,273	0,141
Pastejo * Dia	0,012	3	0,004	0,971	0,419
Dose * Dia	0,002	3	0,001	0,155	0,925
Pastejo * Dose * Dia	0,001	3	0,000	0,114	0,951
Erro	0,136	32	0,004		
Total	5,999	48			
Total corrigido	0,719	47			

a. $R^2d = ,811$ (Adjusted $R^2d = ,723$)

Estimativa de médias**1. Pastejo**

Pastejo	Média	Erro padrão	95% Confiança Intervalo	
			Limite inferior	Limite superior
CP	0,347	0,013	0,32	0,374
SP	0,316	0,013	0,289	0,343

2. Dose

Pastejo	Média	Erro padrão	95% Confiança Intervalo	
			Limite inferior	Limite superior
75	0,32	0,013	0,293	0,347
150	0,344	0,013	0,317	0,371

Teste de comparação de médias**Dia**

TukeyB^{a,b}

Dia	N	Subconjunto		
		1	2	3
dia 1	12	0,1667		
dia 2	12		0,3392	
dia 3	12		0,3592	
dia 4	12			0,4617

Médias para os grupos em subconjuntos homogêneos são exibidos.

Baseado nas médias observadas

Quadrado médio do erro = ,004.

a. Tamanho da média harmônica da amostra utilizado= 12,000.

b. Alpha = ,05.

MASSA ESPECÍFICA DAS RAÍZES (kg/m³)

Estatística descritiva

Pastejo	Dose	Dia	Bloco	Média	Desvio padrão	N
CP	75	dia 1	1	38,780	.	1
			2	41,590	.	1
			3	37,930	.	1
			Total	39,433	1,915	3
		dia 2	1	36,540	.	1
			2	37,070	.	1
			3	37,260	.	1
			Total	36,957	0,373	3
		dia 3	1	43,770	.	1
			2	53,110	.	1
			3	52,790	.	1
			Total	49,890	5,302	3
		dia 4	1	35,940	.	1
			2	40,440	.	1
			3	40,340	.	1
			Total	38,907	2,570	3
		Total	1	38,758	3,558	4
			2	43,053	6,974	4
			3	42,080	7,261	4
			Total	41,297	5,898	12
	150	dia 1	1	35,790	.	1
			2	36,080	.	1
			3	42,480	.	1
			Total	38,117	3,782	3
		dia 2	1	37,960	.	1
			2	35,960	.	1
			3	36,970	.	1
			Total	36,963	1,000	3
		dia 3	1	42,980	.	1
			2	37,140	.	1
			3	46,410	.	1
			Total	42,177	4,687	3
		dia 4	1	35,710	.	1
			2	37,420	.	1
			3	44,640	.	1
			Total	39,257	4,740	3
		Total	1	38,110	3,410	4
			2	36,650	0,738	4
			3	42,625	4,098	4
			Total	39,128	3,867	12
	Total	dia 1	1	37,285	2,114	2
			2	38,835	3,896	2

			3	40,205	3,217	2
			Total	38,775	2,776	6
		dia 2	1	37,250	1,004	2
			2	36,515	0,785	2
			3	37,115	0,205	2
			Total	36,960	0,675	6
			dia 3	1	43,375	0,559
		2		45,125	11,293	2
		3		49,600	4,511	2
		Total		46,033	6,155	6
		dia 4	1	35,825	0,163	2
			2	38,930	2,135	2
			3	42,490	3,041	2
			Total	39,082	3,415	6
		Total	1	38,434	3,245	8
			2	39,851	5,726	8
			3	42,353	5,466	8
			Total	40,213	5,002	24

SP	75	dia 1	1	37,310	.	1
			2	39,830	.	1
			3	41,070	.	1
			Total	39,403	1,916	3
		dia 2	1	37,070	.	1
			2	36,630	.	1
			3	35,490	.	1
			Total	36,397	0,815	3
		dia 3	1	42,940	.	1
			2	59,570	.	1
			3	63,090	.	1
			Total	55,200	10,762	3
		dia 4	1	43,360	.	1
			2	46,420	.	1
			3	43,650	.	1
			Total	44,477	1,689	3
	Total	1	40,170	3,447	4	
		2	45,613	10,159	4	
		3	45,825	12,003	4	
		Total	43,869	8,840	12	
	150	dia 1	1	39,690	.	1
			2	38,590	.	1
			3	38,050	.	1
			Total	38,777	0,836	3
		dia 2	1	38,400	.	1
			2	36,880	.	1
			3	40,040	.	1
			Total	38,440	1,580	3

		dia 3	1	43,870	.	1
			2	57,450	.	1
			3	50,100	.	1
			Total	50,473	6,798	3
		dia 4	1	56,880	.	1
			2	48,880	.	1
			3	57,540	.	1
			Total	54,433	4,821	3
		Total	1	44,710	8,443	4
			2	45,450	9,596	4
			3	46,433	9,091	4
			Total	45,531	8,224	12
	Total	dia 1	1	38,500	1,683	2
			2	39,210	0,877	2
			3	39,560	2,135	2
			Total	39,090	1,366	6
		dia 2	1	37,735	0,940	2
			2	36,755	0,177	2
			3	37,765	3,217	2
			Total	37,418	1,587	6
dia 3		1	43,405	0,658	2	
		2	58,510	1,499	2	
		3	56,595	9,185	2	
		Total	52,837	8,457	6	
dia 4		1	50,120	9,560	2	
		2	47,650	1,739	2	
		3	50,595	9,822	2	
		Total	49,455	6,339	6	
Total		1	42,440	6,444	8	
		2	45,531	9,149	8	
		3	46,129	9,863	8	
		Total	44,700	8,393	24	

Total	75	dia 1	1	38,045	1,039	2
			2	40,710	1,245	2
			3	39,500	2,220	2
			Total	39,418	1,714	6
		dia 2	1	36,805	0,375	2
			2	36,850	0,311	2
			3	36,375	1,252	2
			Total	36,677	0,645	6
		dia 3	1	43,355	0,587	2
			2	56,340	4,568	2
			3	57,940	7,283	2
			Total	52,545	8,126	6
		dia 4	1	39,650	5,247	2
			2	43,430	4,229	2

		3	41,995	2,341	2		
			Total	41,692	3,618	6	
		Total	1	39,464	3,330	8	
			2	44,333	8,182	8	
			3	43,953	9,400	8	
			Total	42,583	7,466	24	
		150	dia 1	1	37,740	2,758	2
				2	37,335	1,775	2
				3	40,265	3,132	2
				Total	38,447	2,476	6
	dia 2		1	38,180	0,311	2	
			2	36,420	0,651	2	
			3	38,505	2,171	2	
			Total	37,702	1,433	6	
	dia 3		1	43,425	0,629	2	
			2	47,295	14,361	2	
			3	48,255	2,609	2	
			Total	46,325	6,922	6	
	dia 4	1	46,295	14,969	2		
		2	43,150	8,103	2		
		3	51,090	9,122	2		
		Total	46,845	9,348	6		
	Total	1	41,410	6,926	8		
		2	41,050	7,863	8		
		3	44,529	6,838	8		
		Total	42,330	7,085	24		
	Total	dia 1	1	37,893	1,711	4	
			2	39,023	2,316	4	
			3	39,883	2,260	4	
			Total	38,933	2,093	12	
		dia 2	1	37,493	0,842	4	
			2	36,635	0,485	4	
			3	37,440	1,899	4	
			Total	37,189	1,187	12	
		dia 3	1	43,390	0,498	4	
			2	51,818	10,148	4	
			3	53,098	7,157	4	
			Total	49,435	7,896	12	
		dia 4	1	42,973	9,929	4	
			2	43,290	5,280	4	
			3	46,543	7,559	4	
			Total	44,268	7,274	12	
Total		1	40,437	5,345	16		
		2	42,691	7,935	16		
		3	44,241	7,946	16		
		Total	42,456	7,201	48		

Teste de efeitos

Fonte	Soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	Sig.
Modelo corrigido	1849,443 ^a	15	123,296	6,712	0
Interceptação	86521,592	1	86521,592	4709,901	0
Pastejo	241,652	1	241,652	13,155	0,001
Dose	0,77	1	0,77	0,042	0,839
Dia	1105,747	3	368,582	20,064	0
Pastejo * Dose	44,007	1	44,007	2,396	0,132
Pastejo * Dia	220,95	3	73,65	4,009	0,016
Dose * Dia	200,95	3	66,983	3,646	0,023
Pastejo * Dose * Dia	35,368	3	11,789	0,642	0,594
Erro	587,845	32	18,37		
Total	88958,88	48			
Total corrigido	2437,288	47			

a. $R^2d = ,759$ (Adjusted $R^2d = ,646$)

Estimativa de médias**1. Pastejo**

Pastejo	Média	Erro padrão	95% Confiança Intervalo	
			Limite inferior	Limite superior
CP	40,213	0,875	38,43	41,995
SP	44,7	0,875	42,918	46,482

2. Dose

Pastejo	Média	Erro padrão	95% Confiança Intervalo	
			Limite inferior	Limite superior
75	42,583	0,875	40,801	44,365
150	42,33	0,875	40,548	44,112

Teste de comparação de médias**Dia**

TukeyB^{a,b}

Dia	N	Subconjunto		
		1	2	3
dia 2	12	37,189		
dia 1	12	38,932		
dia 4	12		44,268	
dia 3	12			49,435

Médias para os grupos em subconjuntos homogêneos são exibidos.

Baseado nas médias observadas

Quadrado médio do erro = 18,370.

a. Tamanho da média harmônica da amostra utilizado= 12,000.

b. Alpha = ,05.

RELAÇÃO PARTE AÉREA:RAIZ (kg/kg)**Estatística descritiva**

Pastejo	Dose	Dia	Bloco	Média	Desvio padrão	N	
CP	75	dia 1	1	17,690	.	1	
			2	23,670	.	1	
			3	18,880	.	1	
			Total	20,080	3,165	3	
		dia 2	1	18,880	.	1	
			2	13,630	.	1	
			3	16,540	.	1	
			Total	16,350	2,630	3	
		dia 3	1	17,270	.	1	
			2	23,350	.	1	
			3	19,040	.	1	
			Total	19,887	3,127	3	
		dia 4	1	6,110	.	1	
			2	14,610	.	1	
			3	10,100	.	1	
			Total	10,273	4,253	3	
		Total	1	14,988	5,957	4	
			2	18,815	5,438	4	
			3	16,140	4,186	4	
			Total	16,648	5,032	12	
		150	dia 1	1	17,080	.	1
				2	27,650	.	1
				3	18,400	.	1
				Total	21,043	5,759	3
	dia 2		1	21,050	.	1	
			2	15,360	.	1	
			3	23,190	.	1	
			Total	19,867	4,047	3	
	dia 3		1	15,650	.	1	
			2	31,790	.	1	
			3	25,180	.	1	
			Total	24,207	8,114	3	
	dia 4		1	9,820	.	1	
			2	11,350	.	1	
			3	10,750	.	1	
			Total	10,640	0,771	3	
	Total		1	15,900	4,653	4	
			2	21,538	9,737	4	
			3	19,380	6,419	4	
			Total	18,939	6,991	12	
	Total		dia 1	1	17,385	0,431	2
				2	25,660	2,814	2

			3	18,640	0,339	2
			Total	20,562	4,190	6
		dia 2	1	19,965	1,534	2
			2	14,495	1,223	2
			3	19,865	4,702	2
			Total	18,108	3,609	6
		dia 3	1	16,460	1,146	2
			2	27,570	5,968	2
			3	22,110	4,342	2
			Total	22,047	5,987	6
		dia 4	1	7,965	2,623	2
			2	12,980	2,305	2
			3	10,425	0,460	2
			Total	10,457	2,741	6
		Total	1	15,444	4,973	8
			2	20,176	7,445	8
			3	17,760	5,307	8
			Total	17,793	6,071	24

SP	75	dia 1	1	24,990	.	1
			2	21,290	.	1
			3	14,820	.	1
			Total	20,367	5,147	3
		dia 2	1	54,230	.	1
			2	34,630	.	1
			3	28,100	.	1
			Total	38,987	13,599	3
		dia 3	1	38,250	.	1
			2	38,920	.	1
			3	72,960	.	1
			Total	50,043	19,849	3
		dia 4	1	36,130	.	1
			2	42,350	.	1
			3	26,280	.	1
			Total	34,920	8,103	3
	Total	1	38,400	12,050	4	
		2	34,298	9,229	4	
		3	35,540	25,630	4	
		Total	36,079	15,659	12	
	150	dia 1	1	17,840	.	1
			2	24,840	.	1
			3	19,290	.	1
			Total	20,657	3,695	3
		dia 2	1	43,890	.	1
			2	34,430	.	1
			3	36,360	.	1
			Total	38,227	4,999	3

	Total	dia 3	1	73,560	.	1
			2	35,890	.	1
			3	81,390	.	1
			Total	63,613	24,326	3
		dia 4	1	36,380	.	1
			2	29,820	.	1
			3	24,870	.	1
			Total	30,357	5,774	3
		Total	1	42,918	23,177	4
			2	31,245	4,992	4
			3	40,478	28,186	4
			Total	38,213	19,938	12
	Total	dia 1	1	21,415	5,056	2
			2	23,065	2,510	2
			3	17,055	3,161	2
			Total	20,512	4,011	6
dia 2		1	49,060	7,311	2	
		2	34,530	0,141	2	
		3	32,230	5,841	2	
		Total	38,607	9,173	6	
dia 3		1	55,905	24,968	2	
		2	37,405	2,143	2	
		3	77,175	5,961	2	
		Total	56,828	21,203	6	
dia 4		1	36,255	0,177	2	
		2	36,085	8,860	2	
		3	25,575	0,997	2	
		Total	32,638	6,771	6	
Total		1	40,659	17,271	8	
		2	32,771	7,060	8	
		3	38,009	25,079	8	
		Total	37,146	17,566	24	

Total	75	dia 1	1	21,340	5,162	2
			2	22,480	1,683	2
			3	16,850	2,871	2
			Total	20,223	3,825	6
		dia 2	1	36,555	24,996	2
			2	24,130	14,849	2
			3	22,320	8,174	2
			Total	27,668	15,181	6
		dia 3	1	27,760	14,835	2
			2	31,135	11,010	2
			3	46,000	38,127	2
			Total	34,965	20,841	6
		dia 4	1	21,120	21,227	2
			2	28,480	19,615	2

			3	18,190	11,441	2	
			Total	22,597	14,688	6	
		Total	1	26,694	15,299	8	
			2	26,556	10,847	8	
			3	25,840	19,914	8	
			Total	26,363	15,096	24	
		150	dia 1	1	17,460	0,537	2
				2	26,245	1,987	2
				3	18,845	0,629	2
				Total	20,850	4,333	6
	dia 2		1	32,470	16,150	2	
			2	24,895	13,485	2	
			3	29,775	9,313	2	
			Total	29,047	10,848	6	
	dia 3		1	44,605	40,949	2	
			2	33,840	2,899	2	
			3	53,285	39,746	2	
			Total	43,910	26,998	6	
	dia 4	1	23,100	18,781	2		
		2	20,585	13,060	2		
		3	17,810	9,984	2		
		Total	20,498	11,410	6		
	Total	1	29,409	21,167	8		
		2	26,391	8,845	8		
		3	29,929	22,030	8		
		Total	28,576	17,619	24		
	Total	dia 1	1	19,400	3,741	4	
			2	24,363	2,643	4	
			3	17,848	2,051	4	
			Total	20,537	3,910	12	
		dia 2	1	34,513	17,343	4	
			2	24,513	11,589	4	
			3	26,048	8,349	4	
			Total	28,358	12,600	12	
		dia 3	1	36,183	26,961	4	
			2	32,488	6,756	4	
			3	49,643	32,076	4	
			Total	39,438	23,464	12	
		dia 4	1	22,110	16,404	4	
			2	24,533	14,349	4	
			3	18,000	8,770	4	
			Total	21,548	12,587	12	
		Total	1	28,051	17,896	16	
			2	26,474	9,562	16	
			3	27,884	20,396	16	
			Total	27,470	16,269	48	

Teste de efeitos

Fonte	Soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	Sig.
Modelo corrigido	9448,378 ^a	15	629,892	6,739	0,000
Interceptação	36220,294	1	36220,294	387,487	0,000
Pastejo	4494,425	1	4494,425	48,082	0,000
Dose	58,764	1	58,764	0,629	0,434
Dia	2725,87	3	908,623	9,721	0,000
Pastejo * Dose	0,074	1	0,074	0,001	0,978
Pastejo * Dia	1871,5	3	623,833	6,674	0,001
Dose * Dia	201,362	3	67,121	0,718	0,549
Pastejo * Dose * Dia	96,384	3	32,128	0,344	0,794
Erro	2991,193	32	93,475		
Total	48659,865	48			
Total corrigido	12439,571	47			

a. $R^2d = ,760$ (Adjusted $R^2d = ,647$)

Estimativa de médias**1. Pastejo**

Pastejo	Média	Erro padrão	95%	
			Confiança Limite inferior	Intervalo Limite superior
CP	17,793	1,974	13,773	21,813
SP	37,146	1,974	33,126	41,166

2. Dose

Pastejo	Média	Erro padrão	95%	
			Confiança Limite inferior	Intervalo Limite superior
75	26,363	1,974	22,343	30,383
150	28,576	1,974	24,556	32,596

Teste de comparação de médias**Dia**

TukeyB^{a,b}

Dia	N	Subconjunto	
		1	2
dia 1	12	20,537	
dia 4	12	21,548	
dia 2	12	28,358	
dia 3	12		39,438

Médias para os grupos em subconjuntos homogêneos são exibidos.

Baseado nas médias observadas

Quadrado médio do erro = 93,475.

a. Tamanho da média harmônica da amostra utilizado = 12,000.

b. Alpha = ,05.

ANEXO 2 – ANÁLISES DE REGRESSÃO DAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DAS RAIZES DA PASTAGEM

COMPRIMENTO COM PASTEJO (km/ha)

Resumo do modelo e as estimativas dos parâmetros

Equação	Resumo do modelo				
	R ²	F	GL1	GL2	Sig.
Linear	,716	55,569	1	22	,000
Quadrática	,797	41,342	2	21	,000
Cúbica	,833	33,150	3	20	,000

Variável independente : DAIP

Resumo do modelo e as estimativas dos parâmetros

Equação	Estimativa dos parâmetros			
	Constante	b1	b2	b3
Linear	9851,536	72,898		
Quadrática	8518,166	156,157	-,608	
Cúbica	8078,132	299,487	-3,983	,018

Variável independente : DAIP

COMPRIMENTO SEM PASTEJO (km/ha)

Resumo do modelo e as estimativas dos parâmetros

Equação	Resumo do modelo				
	R ²	F	GL1	GL2	Sig.
Linear	,711	54,202	1	22	,000
Quadrática	,757	32,686	2	21	,000
Cúbica	,817	29,814	3	20	,000

Variável independente : DAIP

Resumo do modelo e as estimativas dos parâmetros

Equação	Estimativa dos parâmetros			
	Constante	b1	b2	b3
Linear	7946,276	70,721		
Quadrática	6973,051	131,492	-,444	
Cúbica	6411,118	314,527	-4,753	,022

Variável independente : DAIP

ÁREA COM PASTEJO (m²/ha)

Resumo do modelo e as estimativas dos parâmetros

Equação	Resumo do modelo				
	R ²	F	GL1	GL2	Sig.
Linear	,662	43,140	1	22	,000
Quadrática	,718	26,762	2	21	,000
Cúbica	,851	37,988	3	20	,000

Variável independente : DAIP

Resumo do modelo e as estimativas dos parâmetros

Equação	Estimativa dos parâmetros			
	Constante	b1	b2	b3
Linear	27407,024	197,071		
Quadrática	24292,903	391,524	-1,420	
Cúbica	21889,265	1174,447	-19,853	,096

Variável independente : DAIP

ÁREA SEM PASTEJO (m²/ha)**Resumo do modelo e as estimativas dos parâmetros**

Equação	Resumo do modelo				
	R ²	F	GL1	GL2	Sig.
Linear	,620	35,842	1	22	,000
Quadrática	,656	20,065	2	21	,000
Cúbica	,780	23,594	3	20	,000

Variável independente : DAIP

Resumo do modelo e as estimativas dos parâmetros

Equação	Estimativa dos parâmetros			
	Constante	b1	b2	b3
Linear	21912,747	177,829		
Quadrática	19556,087	324,984	-1,075	
Cúbica	17393,672	1029,335	-17,658	,086

Variável independente : DAIP

DIÂMETRO COM PASTEJO (mm)**Resumo do modelo e as estimativas dos parâmetros**

Equação	Resumo do modelo				
	R ²	F	GL1	GL2	Sig.
Linear	,000	,001	1	22	,973
Quadrática	,020	,213	2	21	,810
Cúbica	,638	11,760	3	20	,000

Variável independente : DAIP

Resumo do modelo e as estimativas dos parâmetros

Equação	Estimativa dos parâmetros			
	Constante	b1	b2	b3
Linear	,877	9,065E-6		
Quadrática	,887	,000	4,400E-6	
Cúbica	,860	,008	,000	1,077E-6

Variável independente : DAIP

DIÂMETRO SEM PASTEJO (mm)**Resumo do modelo e as estimativas dos parâmetros**

Equação	Resumo do modelo				
	R ²	F	GL1	GL2	Sig.
Linear	,086	2,071	1	22	,164
Quadrática	,115	1,358	2	21	,279
Cúbica	,580	9,208	3	20	,000

Variável independente : DAIP

Resumo do modelo e as estimativas dos parâmetros

Equação	Estimativa dos parâmetros			
	Constante	b1	b2	b3
Linear	,869	,000		
Quadrática	,878	,000	4,129E-6	
Cúbica	,860	,005	,000	7,314E-7

Variável independente : DAIP

VOLUME COM PASTEJO (m³/ha)**Resumo do modelo e as estimativas dos parâmetros**

Equação	Resumo do modelo				
	R ²	F	GL1	GL2	Sig.
Linear	,551	27,045	1	22	,000
Quadrática	,588	14,969	2	21	,000
Cúbica	,858	40,359	3	20	,000

Variável independente : DAIP

Resumo do modelo e as estimativas dos parâmetros

Equação	Estimativa dos parâmetros			
	Constante	b1	b2	b3
Linear	6,160	,042		
Quadrática	5,569	,079	,000	
Cúbica	4,760	,343	-,006	3,223E-5

Variável independente : DAIP

VOLUME SEM PASTEJO (m³/ha)**Resumo do modelo e as estimativas dos parâmetros**

Equação	Resumo do modelo				
	R ²	F	GL1	GL2	Sig.
Linear	,509	22,801	1	22	,000
Quadrática	,537	12,203	2	21	,000
Cúbica	,737	18,695	3	20	,000

Variável independente : DAIP

Resumo do modelo e as estimativas dos parâmetros

Equação	Estimativa dos parâmetros			
	Constante	b1	b2	b3
Linear	4,834	,036		
Quadrática	4,373	,065	,000	
Cúbica	3,762	,264	-,005	2,434E-5

Variável independente : DAIP

MASSA COM PASTEJO (Mg/ha)**Resumo do modelo e as estimativas dos parâmetros**

Equação	Resumo do modelo				
	R ²	F	GL1	GL2	Sig.
Linear	,663	43,298	1	22	,000
Quadrática	,763	33,719	2	21	,000
Cúbica	,864	42,186	3	20	,000

Variável independente : DAIP

Resumo do modelo e as estimativas dos parâmetros

Equação	Estimativa dos parâmetros			
	Constante	b1	b2	b3
Linear	,241	,002		
Quadrática	,204	,004	-1,707E-5	
Cúbica	,185	,010	,000	7,535E-7

Variável independente : DAIP

MASSA SEM PASTEJO (Mg/ha)**Resumo do modelo e as estimativas dos parâmetros**

Equação	Resumo do modelo				
	R ²	F	GL1	GL2	Sig.
Linear	,685	47,784	1	22	,000
Quadrática	,713	26,074	2	21	,000
Cúbica	,726	17,701	3	20	,000

Variável independente : DAIP

Resumo do modelo e as estimativas dos parâmetros

Equação	Estimativa dos parâmetros			
	Constante	b1	b2	b3
Linear	,182	,002		
Quadrática	,157	,004	-1,136E-5	
Cúbica	,148	,007	-7,767E-5	3,445E-7

Variável independente : DAIP

MASSA ESPECÍFICA COM PASTEJO (kg/m³)**Resumo do modelo e as estimativas dos parâmetros**

Equação	Resumo do modelo				
	R ²	F	GL1	GL2	Sig.
Linear	,022	,499	1	22	,488
Quadrática	,173	2,198	2	21	,136
Cúbica	,499	6,627	3	20	,003

Variávelindependente : DAIP

Resumo do modelo e as estimativas dos parâmetros

Equação	Estimativa dos parâmetros			
	Constante	b1	b2	b3
Linear	39,330	,015		
Quadrática	37,225	,146	,000	
Cúbica	38,775	-,359	,011	-6,177E-5

Variávelindependente : DAIP

MASSA ESPECIFICA SEM PASTEJO (kg/m³)**Resumo do modelo e as estimativas dos parâmetros**

Equação	Resumo do modelo				
	R ²	F	GL1	GL2	Sig.
Linear	,344	11,543	1	22	,003
Quadrática	,394	6,840	2	21	,005
Cúbica	,642	11,944	3	20	,000

Variávelindependente : DAIP

Resumo do modelo e as estimativas dos parâmetros

Equação	Estimativa dos parâmetros			
	Constante	b1	b2	b3
Linear	38,862	,098		
Quadrática	36,822	,226	,000	
Cúbica	39,090	-,513	,016	-9,036E-5

Variávelindependente : DAIP

RELAÇÃO PARTE AÉREA:RAIZ COM PASTEJO (kg/kg)**Resumo do modelo e as estimativas dos parâmetros**

Equação	Resumo do modelo				
	R ²	F	GL1	GL2	Sig.
Linear	,326	10,651	1	22	,004
Quadrática	,460	8,946	2	21	,002
Cúbica	,564	8,621	3	20	,001

Variável independente : DAIP

Resumo do modelo e as estimativas dos parâmetros

Equação	Estimativa dos parâmetros			
	Constante	b1	b2	b3
Linear	21,905	-,069		
Quadrática	19,498	,081	-,001	
Cúbica	20,562	-,265	,007	-4,236E-5

Variável independente : DAIP

RELAÇÃO PARTE AÉREA:RAIZ SEM PASTEJO (kg/kg)

Resumo do modelo e as estimativas dos parâmetros

Equação	Resumo do modelo				
	R ²	F	GL1	GL2	Sig.
Linear	,060	1,410	1	22	,248
Quadrática	,547	12,664	2	21	,000
Cúbica	,580	9,221	3	20	,000

Variável independente : DAIP

Resumo do modelo e as estimativas dos parâmetros

Equação	Estimativa dos parâmetros			
	Constante	b1	b2	b3
Linear	32,034	,086		
Quadrática	18,760	,915	-,006	
Cúbica	20,512	,344	,007	-6,979E-5

Variável independente : DAIP

ANEXO 3 – ANÁLISES ESTATÍSTICAS DAS TAXAS DE DESENVOLVIMENTO DAS RAIZES DA PASTAGEM

TAXA DE CRESCIMENTO RELATIVO (km/ha/dia)

Estatística descritiva

Pastejo	Dose	Período	Bloco	Média	Desvio padrão	N
CP	75	Período 1	1	138,460	.	1
			2	197,590	.	1
			3	272,400	.	1
			Total	202,817	67,123	3
		Período 2	1	11,070	.	1
			2	-0,970	.	1
			3	-74,390	.	1
			Total	-21,430	46,258	3
		Período 3	1	121,260	.	1
			2	79,860	.	1
			3	188,950	.	1
			Total	130,023	55,070	3
		Total	1	90,263	69,121	3
			2	92,160	99,850	3
			3	128,987	181,004	3
			Total	103,803	110,612	9
	150	Período 1	1	154,040	.	1
			2	128,740	.	1
			3	198,180	.	1
			Total	160,320	35,143	3
		Período 2	1	57,760	.	1
			2	154,620	.	1
			3	41,720	.	1
			Total	84,700	61,081	3
		Período 3	1	206,750	.	1
			2	-92,800	.	1
			3	38,390	.	1
			Total	50,780	150,159	3
		Total	1	139,517	75,549	3
			2	63,520	135,994	3
			3	92,763	91,309	3
			Total	98,600	96,109	9
	Total	Período 1	1	146,250	11,017	2
			2	163,165	48,684	2
			3	235,290	52,481	2
			Total	181,568	53,273	6
Período 2		1	34,415	33,015	2	
		2	76,825	110,019	2	
		3	-16,335	82,102	2	

		Total	31,635	75,679	6
	Período 3	1	164,005	60,451	2
		2	-6,470	122,089	2
		3	113,670	106,462	2
		Total	90,402	110,073	6
	Total	1	114,890	70,156	6
		2	77,840	107,851	6
		3	110,875	129,744	6
		Total	101,202	100,556	18

SP	75	Período 1	1	158,110	.	1
			2	237,640	.	1
			3	114,840	.	1
			Total	170,197	62,286	3
		Período 2	1	40,080	.	1
			2	-5,080	.	1
			3	-14,970	.	1
			Total	6,677	29,348	3
		Período 3	1	41,450	.	1
			2	142,730	.	1
			3	166,990	.	1
			Total	117,057	66,591	3
		Total	1	79,880	67,753	3
			2	125,097	122,317	3
			3	88,953	93,701	3
			Total	97,977	86,672	9
	150	Período 1	1	165,110	.	1
			2	212,600	.	1
			3	165,230	.	1
			Total	180,980	27,384	3
		Período 2	1	33,300	.	1
			2	-42,760	.	1
			3	33,910	.	1
			Total	8,150	44,090	3
		Período 3	1	109,670	.	1
			2	65,930	.	1
			3	161,780	.	1
			Total	112,460	47,986	3
Total		1	102,693	66,181	3	
		2	78,590	128,150	3	
		3	120,307	74,842	3	
		Total	100,530	83,246	9	
Total	Período 1	1	161,610	4,950	2	
		2	225,120	17,706	2	
		3	140,035	35,631	2	
		Total	175,588	43,436	6	
	Período 2	1	36,690	4,794	2	

		2	-23,920	26,644	2
		3	9,470	34,563	2
		Total	7,413	33,508	6
	Período 3	1	75,560	48,239	2
		2	104,330	54,306	2
		3	164,385	3,684	2
		Total	114,758	51,973	6
	Total	1	91,287	61,191	6
		2	101,843	114,902	6
		3	104,630	77,765	6
		Total	99,253	82,450	18

Total	75	Período 1	1	148,285	13,895	2
			2	217,615	28,320	2
			3	193,620	111,412	2
			Total	186,507	60,607	6
		Período 2	1	25,575	20,513	2
			2	-3,025	2,906	2
			3	-44,680	42,016	2
			Total	-7,377	37,914	6
		Período 3	1	81,355	56,434	2
			2	111,295	44,456	2
			3	177,970	15,528	2
			Total	123,540	55,112	6
	Total	1	85,072	61,478	6	
		2	108,628	101,479	6	
		3	108,970	130,759	6	
		Total	100,890	96,445	18	
	150	Período 1	1	159,575	7,828	2
			2	170,670	59,298	2
			3	181,705	23,299	2
			Total	170,650	30,365	6
		Período 2	1	45,530	17,296	2
			2	55,930	139,569	2
			3	37,815	5,523	2
			Total	46,425	63,466	6
		Período 3	1	158,210	68,646	2
			2	-13,435	112,239	2
			3	100,085	87,250	2
			Total	81,620	105,269	6
Total	1	121,105	66,647	6		
	2	71,055	118,469	6		
	3	106,535	76,177	6		
	Total	99,565	87,229	18		
Total	Período 1	1	153,930	11,281	4	
		2	194,143	46,626	4	
		3	187,663	66,074	4	

		Total	178,578	46,447	12
	Período 2	1	35,553	19,306	4
		2	26,453	87,490	4
		3	-3,433	53,545	4
		Total	19,524	57,216	12
	Período 3	1	119,783	67,833	4
		2	48,930	100,219	4
		3	139,028	68,117	4
		Total	102,580	83,047	12
	Total	1	103,088	63,962	12
		2	89,842	106,983	12
		3	107,753	102,035	12
		Total	100,228	90,632	36

Teste de efeitos

Fonte	Soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	Sig.
Modelo corrigido	184769,019 ^a	11	16797,184	3,924	0,002
Interceptação	361639,86	1	361639,863	84,490	0,000
Pastejo	34,164	1	34,164	0,008	0,930
Dose	15,801	1	15,801	0,004	0,952
Período	151888,98	2	75944,492	17,743	0,000
Pastejo * Dose	135,373	1	135,373	0,032	0,860
Pastejo * Período	3612,926	2	1806,463	0,422	0,660
Dose * Período	14694,218	2	7347,109	1,717	0,201
Pastejo * Dose * Período	14387,553	2	7193,776	1,681	0,207
Erro	102726,82	24	4280,284		
Total	649135,7	36			
Total corrigido	287495,84	35			

a. $R^2d = ,643$ (Adjusted $R^2d = ,479$)

Estimativa de médias

1. Pastejo

Pastejo	Média	95% Confiança Intervalo		
		Erro padrão	Limite inferior	Limite superior
CP	101,202	15,421	69,375	133,028
SP	99,253	15,421	67,427	131,080

2. Dose

Pastejo	Média	Erro padrão	95% ConfiançaIntervalo	
			Limite inferior	Limite superior
75	100,890	15,421	69,064	132,716
150	99,565	15,421	67,739	131,391

3. Período

Período	Média	Erro padrão	95% ConfiançaIntervalo	
			Limite inferior	Limite superior
Período 1	178,578	18,886	139,599	217,558
Período 2	19,524	18,886	-19,455	58,503
Período 3	102,580	18,886	63,601	141,559

4. Dose * Pastejo

Dose	Pastejo	Média	Erro padrão	95% ConfiançaIntervalo	
				Limite inferior	Limite superior
75	CP	103,803	21,808	58,794	148,813
	SP	97,977	21,808	52,967	142,986
150	CP	98,600	21,808	53,591	143,609
	SP	100,530	21,808	55,521	145,539

5. Pastejo * Período

Pastejo	Período	Média	Erro padrão	95% ConfiançaIntervalo	
				Limite inferior	Limite superior
CP	Período 1	181,568	26,709	126,443	236,693
	Período 2	31,635	26,709	-23,490	86,760
	Período 3	90,402	26,709	35,277	145,527
SP	Período 1	175,588	26,709	120,463	230,713
	Período 2	7,413	26,709	-47,712	62,538
	Período 3	114,758	26,709	59,633	169,883

6. Dose * Período

Dose	Período	Média	Erro padrão	95% Confiança Intervalo	
				Limite inferior	Limite superior
75	Período 1	186,507	26,709	131,382	241,632
	Período 2	-7,377	26,709	-62,502	47,748
	Período 3	123,540	26,709	68,415	178,665
150	Período 1	170,650	26,709	115,525	225,775
	Período 2	46,425	26,709	-8,700	101,550
	Período 3	81,620	26,709	26,495	136,745

Teste de comparação de médias**Período****Homogeneous Subconjuntos**TukeyB^{a,b}

Período	N	Subconjunto		
		1	2	3
Período 2	12	19,524		
Período 3	12		102,580	
Período 1	12			178,578

Médias para os grupos em subconjuntos homogêneos são exibidos.

Baseado nas médias observadas

Quadrado médio do erro = 4280,284.

a. Tamanho da média harmônica da amostra utilizado = 12,000.

b. Alpha = ,05.

TAXA DE ACUMULO DE MS NAS RAÍZES (kg/ha/dia)

Estatística descritiva

Pastejo	Dose	Período	Bloco	Média	Desvio padrão	N
CP	75	Período 1	1	4,820	.	1
			2	5,310	.	1
			3	7,170	.	1
			Total	5,767	1,240	3
		Período 2	1	0,540	.	1
			2	0,230	.	1
			3	-1,090	.	1
			Total	-0,107	0,866	3
		Período 3	1	0,660	.	1
			2	0,780	.	1
			3	4,250	.	1
			Total	1,897	2,039	3
		Total	1	2,007	2,437	3
			2	2,107	2,788	3
			3	3,443	4,189	3
			Total	2,519	2,880	9
	150	Período 1	1	7,200	.	1
			2	4,480	.	1
			3	4,190	.	1
			Total	5,290	1,660	3
		Período 2	1	-1,290	.	1
			2	-0,040	.	1
			3	0,070	.	1
			Total	-0,420	0,755	3
		Período 3	1	4,070	.	1
			2	1,430	.	1
			3	3,540	.	1
			Total	3,013	1,397	3
		Total	1	3,327	4,294	3
			2	1,957	2,306	3
			3	2,600	2,215	3
			Total	2,628	2,742	9
	Total	Período 1	1	6,010	1,683	2
			2	4,895	0,587	2
			3	5,680	2,107	2
			Total	5,528	1,336	6
Período 2		1	-0,375	1,294	2	
		2	0,095	0,191	2	
		3	-0,510	0,820	2	
		Total	-0,263	0,747	6	
Período 3		1	2,365	2,411	2	

		2	1,105	0,460	2
		3	3,895	0,502	2
		Total	2,455	1,678	6
	Total	1	2,667	3,205	6
		2	2,032	2,289	6
		3	3,022	3,032	6
		Total	2,573	2,728	18

SP	75	Período 1	1	4,250	.	1
			2	5,230	.	1
			3	1,850	.	1
			Total	3,777	1,739	3
		Período 2	1	-0,980	.	1
			2	2,130	.	1
			3	4,000	.	1
			Total	1,717	2,516	3
		Período 3	1	3,050	.	1
			2	4,000	.	1
			3	2,070	.	1
			Total	3,040	0,965	3
	Total	1	2,107	2,740	3	
		2	3,787	1,561	3	
		3	2,640	1,183	3	
		Total	2,844	1,841	9	
	150	Período 1	1	4,350	.	1
			2	5,760	.	1
			3	4,920	.	1
			Total	5,010	0,709	3
		Período 2	1	-0,350	.	1
			2	2,150	.	1
			3	1,490	.	1
			Total	1,097	1,296	3
		Período 3	1	4,590	.	1
			2	0,110	.	1
			3	6,430	.	1
			Total	3,710	3,251	3
	Total	1	2,863	2,785	3	
		2	2,673	2,861	3	
		3	4,280	2,531	3	
		Total	3,272	2,483	9	
	Total	Período 1	1	4,300	0,071	2
			2	5,495	0,375	2
			3	3,385	2,171	2
			Total	4,393	1,366	6
Período 2		1	-0,665	0,445	2	
		2	2,140	0,014	2	
		3	2,745	1,775	2	

		Total	1,407	1,822	6
	Período 3	1	3,820	1,089	2
		2	2,055	2,751	2
		3	4,250	3,083	2
		Total	3,375	2,176	6
	Total	1	2,485	2,505	6
		2	3,230	2,150	6
		3	3,460	1,982	6
		Total	3,058	2,132	18

Total	75	Período 1	1	4,535	0,403	2
			2	5,270	0,057	2
			3	4,510	3,762	2
			Total	4,772	1,736	6
		Período 2	1	-0,220	1,075	2
			2	1,180	1,344	2
			3	1,455	3,599	2
			Total	0,805	1,957	6
		Período 3	1	1,855	1,690	2
			2	2,390	2,277	2
			3	3,160	1,541	2
			Total	2,468	1,558	6
		Total	1	2,057	2,320	6
			2	2,947	2,220	6
			3	3,042	2,788	6
			Total	2,682	2,351	18
	150	Período 1	1	5,775	2,015	2
			2	5,120	0,905	2
			3	4,555	0,516	2
			Total	5,150	1,152	6
		Período 2	1	-0,820	0,665	2
			2	1,055	1,549	2
			3	0,780	1,004	2
			Total	0,338	1,261	6
		Período 3	1	4,330	0,368	2
			2	0,770	0,933	2
			3	4,985	2,044	2
			Total	3,362	2,270	6
Total	1	3,095	3,247	6		
	2	2,315	2,357	6		
	3	3,440	2,318	6		
	Total	2,950	2,559	18		
Total	Período 1	1	5,155	1,386	4	
		2	5,195	0,531	4	
		3	4,533	2,192	4	
		Total	4,961	1,418	12	
	Período 2	1	-0,520	0,808	4	

		2	1,118	1,186	4
		3	1,118	2,192	4
		Total	0,572	1,588	12
	Período 3	1	3,093	1,743	4
		2	1,580	1,701	4
		3	4,073	1,815	4
		Total	2,915	1,914	12
	Total	1	2,576	2,744	12
		2	2,631	2,208	12
		3	3,241	2,453	12
		Total	2,816	2,426	36

Teste de efeitos

Fonte	Soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	Sig.
Modelo corrigido	136,426 ^a	11	12,402	4,282	0,001
Interceptação	285,441	1	285,441	98,560	0,000
Pastejo	2,117	1	2,117	0,731	0,401
Dose	0,648	1	0,648	0,224	0,640
Período	115,766	2	57,883	19,986	0,000
Pastejo * Dose	0,229	1	0,229	0,079	0,781
Pastejo * Período	12,654	2	6,327	2,185	0,134
Dose * Período	2,829	2	1,414	0,488	0,620
Pastejo * Dose * Período	2,184	2	1,092	0,377	0,690
Erro	69,507	24	2,896		
Total	491,374	36			
Total corrigido	205,933	35			

a. R²d = ,662 (AdjustedR²d = ,508)

Estimativa de médias

1. Pastejo

Pastejo	95% ConfiançaIntervalo			
	Média	Erro padrão	Limite inferior	Limite superior
CP	2,573	,401	1,745	3,401
SP	3,058	,401	2,230	3,886

2. Dose

Dose	95% ConfiançaIntervalo			
	Média	Erro padrão	Limite inferior	Limite superior
75	2,682	,401	1,854	3,510
150	2,950	,401	2,122	3,778

3. Período

Período	Média	Erro padrão	95% ConfiançaIntervalo	
			Limite inferior	Limite superior
Período 1	4,961	,491	3,947	5,975
Período 2	,572	,491	-,442	1,586
Período 3	2,915	,491	1,901	3,929

4. Dose * Pastejo

Dose	Pastejo	Média	Erro padrão	95% ConfiançaIntervalo	
				Limite inferior	Limite superior
75	CP	2,519	,567	1,348	3,690
	SP	2,844	,567	1,674	4,015
150	CP	2,628	,567	1,457	3,799
	SP	3,272	,567	2,101	4,443

5. Pastejo * Período

Pastejo	Período	Média	Erro padrão	95% ConfiançaIntervalo	
				Limite inferior	Limite superior
CP	Período 1	5,528	,695	4,094	6,962
	Período 2	-,263	,695	-1,697	1,171
	Período 3	2,455	,695	1,021	3,889
SP	Período 1	4,393	,695	2,959	5,827
	Período 2	1,407	,695	-,027	2,841
	Período 3	3,375	,695	1,941	4,809

6. Dose * Período

Dose	Período	Média	Erro padrão	95% ConfiançaIntervalo	
				Limite inferior	Limite superior
75	Período 1	4,772	,695	3,338	6,206
	Período 2	,805	,695	-,629	2,239
	Período 3	2,468	,695	1,034	3,902
150	Período 1	5,150	,695	3,716	6,584
	Período 2	,338	,695	-1,096	1,772
	Período 3	3,362	,695	1,928	4,796

Teste de comparação de médias

Período

TukeyB^{a,b}

Período	N	Subconjunto		
		1	2	3
Período 2	12	,572		
Período 3	12		2,915	
Período 1	12			4,961

Médias para os grupos em subconjuntos homogêneos são exibidos.

Baseado nas médias observadas

Quadrado médio do erro = 2,896.

a. Tamanho da média harmônica da amostra utilizado= 12,000.

b. Alpha = ,05.

TAXA DE EXPANSÃO RELATIVA (cm²/ha/dia)**Estatísticas descritiva**

Pastejo	Dose	Período	Bloco	Média	Desvio padrão	N
CP	75	Período 1	1	507,483	.	1
			2	628,459	.	1
			3	813,198	.	1
			Total	649,713	153,962	3
		Período 2	1	-54,230	.	1
			2	-189,515	.	1
			3	-375,043	.	1
			Total	-206,263	161,061	3
		Período 3	1	181,713	.	1
			2	169,427	.	1
			3	362,618	.	1
			Total	237,919	108,167	3
		Total	1	211,655	282,051	3
			2	202,790	410,006	3
			3	266,924	599,873	3
			Total	227,123	390,873	9
	150	Período 1	1	610,739	.	1
			2	447,867	.	1
			3	573,614	.	1
			Total	544,073	85,360	3
		Período 2	1	-53,455	.	1
			2	203,776	.	1
			3	-65,499	.	1
			Total	28,274	152,108	3
		Período 3	1	365,004	.	1
			2	-27,002	.	1
			3	141,560	.	1
			Total	159,854	196,642	3
		Total	1	307,429	335,819	3
			2	208,214	237,466	3
			3	216,558	326,090	3
			Total	244,067	266,732	9
	Total	Período 1	1	559,111	73,013	2
			2	538,163	127,698	2
			3	693,406	169,411	2
			Total	596,893	125,476	6
Período 2		1	-53,843	0,548	2	
		2	7,131	278,099	2	
		3	-220,271	218,881	2	
		Total	-88,994	190,088	6	
Período 3		1	273,359	129,606	2	
		2	71,213	138,896	2	

		3	252,089	156,312	2
		Total	198,887	148,242	6
	Total	1	259,542	282,281	6
		2	205,502	299,678	6
		3	241,741	432,705	6
		Total	235,595	324,737	18

SP	75	Período 1	1	476,765	.	1
			2	663,400	.	1
			3	323,327	.	1
			Total	487,831	170,306	3
		Período 2	1	-65,402	.	1
			2	-127,125	.	1
			3	-77,061	.	1
			Total	-89,863	32,792	3
		Período 3	1	121,154	.	1
			2	286,134	.	1
			3	286,409	.	1
			Total	231,232	95,331	3
		Total	1	177,506	275,441	3
			2	274,136	395,399	3
			3	177,558	221,278	3
			Total	209,733	269,492	9
	150	Período 1	1	488,637	.	1
			2	657,885	.	1
			3	491,061	.	1
			Total	545,861	97,023	3
		Período 2	1	-31,005	.	1
			2	-216,305	.	1
			3	0,878	.	1
			Total	-82,144	117,275	3
		Período 3	1	134,922	.	1
			2	105,311	.	1
			3	223,313	.	1
			Total	154,515	61,393	3
Total		1	197,518	265,416	3	
		2	182,297	442,151	3	
		3	238,417	245,440	3	
		Total	206,077	286,667	9	
Total	Período 1	1	482,701	8,395	2	
		2	660,643	3,900	2	
		3	407,194	118,606	2	
		Total	516,846	127,974	6	
	Período 2	1	-48,204	24,322	2	
		2	-171,715	63,060	2	
		3	-38,092	55,111	2	
		Total	-86,003	77,132	6	

	Período 3	1	128,038	9,735	2
		2	195,723	127,861	2
		3	254,861	44,616	2
		Total	192,874	83,117	6
	Total	1	187,512	242,168	6
		2	228,217	378,504	6
		3	207,988	211,644	6
		Total	207,905	269,912	18

Total	75	Período 1	1	492,124	21,721	2
			2	645,930	24,707	2
			3	568,263	346,391	2
			Total	568,772	170,133	6
		Período 2	1	-59,816	7,900	2
			2	-158,320	44,116	2
			3	-226,052	210,705	2
			Total	-148,063	121,947	6
		Período 3	1	151,434	42,822	2
			2	227,781	82,524	2
			3	324,514	53,888	2
			Total	234,576	91,261	6
	Total	1	194,581	250,036	6	
		2	238,463	362,361	6	
		3	222,241	407,333	6	
		Total	218,428	325,814	18	
	150	Período 1	1	549,688	86,339	2
			2	552,876	148,505	2
			3	532,338	58,374	2
			Total	544,967	81,737	6
		Período 2	1	-42,230	15,875	2
			2	-6,265	297,042	2
			3	-32,311	46,936	2
			Total	-26,935	135,698	6
		Período 3	1	249,963	162,693	2
			2	39,155	93,559	2
			3	182,437	57,808	2
			Total	157,185	130,321	6
	Total	1	252,474	277,331	6	
		2	195,255	317,736	6	
		3	227,488	258,406	6	
		Total	225,072	269,322	18	
	Total	Período 1	1	520,906	61,210	4
			2	599,403	102,181	4
			3	550,300	203,867	4
			Total	556,870	127,860	12
Período 2		1	-51,023	14,418	4	
		2	-82,292	194,337	4	

		3	-129,181	167,467	4
		Total	-87,499	138,315	12
	Período 3	1	200,698	112,562	4
		2	133,468	130,567	4
		3	253,475	93,864	4
		Total	195,880	114,625	12
	Total	1	223,527	253,558	12
		2	216,859	325,703	12
		3	224,865	325,235	12
		Total	221,750	294,624	36

Teste de efeitos

Fonte	Soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	Sig.
Modelo corrigido	2,65E+06	11	240457,257	14,681	0,000
Interceptação	1770235,6	1	1770235,572	108,084	0,000
Pastejo	6900,514	1	6900,514	0,421	0,522
Dose	397,271	1	397,271	0,024	0,878
Período	2503310,6	2	1251655,320	76,421	0,000
Pastejo * Dose	954,789	1	954,789	0,058	0,811
Pastejo * Período	12457,593	2	6228,797	0,380	0,688
Dose * Período	63286,652	2	31643,326	1,932	0,167
Pastejo * Dose * Período	57722,361	2	28861,181	1,762	0,193
Erro	393079,9	24	16378,329		
Total	4808345,3	36			
Total corrigido	3038109,7	35			

a. R²d = ,871 (AdjustedR²d = ,811)

Estimativa de médias

1. Pastejo

Pastejo	Média	Erro padrão	95% ConfiançaIntervalo	
			Limite inferior	Limite superior
CP	235,595	30,165	173,338	297,852
SP	207,905	30,165	145,649	270,162

2. Dose

Dose	Média	Erro padrão	95% ConfiançaIntervalo	
			Limite inferior	Limite superior
75	218,428	30,165	156,172	280,685
150	225,072	30,165	162,815	287,329

3. Período

Período	Média	Erro padrão	95% ConfiançaIntervalo	
			Limite inferior	Limite superior
Período 1	556,870	36,944	480,621	633,118
Período 2	-87,499	36,944	-163,748	-11,250
Período 3	195,880	36,944	119,632	272,129

4. Dose * Pastejo

Dose	Pastejo	Média	Erro padrão	95% ConfiançaIntervalo	
				Limite inferior	Limite superior
75	CP	227,123	42,659	139,079	315,168
	SP	209,733	42,659	121,689	297,778
150	CP	244,067	42,659	156,023	332,112
	SP	206,077	42,659	118,033	294,122

5. Pastejo * Período

Pastejo	Período	Média	Erro padrão	95% ConfiançaIntervalo	
				Limite inferior	Limite superior
CP	Período 1	596,893	52,247	489,061	704,725
	Período 2	-88,994	52,247	-196,826	18,838
	Período 3	198,887	52,247	91,055	306,719
SP	Período 1	516,846	52,247	409,014	624,678
	Período 2	-86,003	52,247	-193,835	21,829
	Período 3	192,874	52,247	85,042	300,706

6. Dose * Período

Dose	Período	Média	Erro padrão	95% ConfiançaIntervalo	
				Limite inferior	Limite superior
75	Período 1	568,772	52,247	460,940	676,604
	Período 2	-148,063	52,247	-255,895	-40,231
	Período 3	234,576	52,247	126,744	342,408
150	Período 1	544,967	52,247	437,135	652,799
	Período 2	-26,935	52,247	-134,767	80,897
	Período 3	157,185	52,247	49,353	265,017

Teste de comparação de médias

Período

Homogeneous Subconjuntos

TukeyB^{a,b}

Período	N	Subconjunto		
		1	2	3
Período 2	12	-87,499		
Período 3	12		195,880	
Período 1	12			556,870

Médias para os grupos em subconjuntos homogêneos são exibidos.

Baseado nas médias observadas

Quadrado médio do erro = 16378,329.

a. Tamanho da média harmônica da amostra utilizado= 12,000.

b. Alpha = ,05.

ANEXO 4 – ANÁLISES ESTATÍSTICAS DAS TAXAS DE ALOCAÇÃO DE CARBONO NA RAIZ DAS PASTAGENS

Estatísticas descritiva

Pastejo	Dose	Período	Bloco	Média	Desvio padrão	N
CP	75	Período_1	1	1,705	.	1
			2	2,009	.	1
			3	2,887	.	1
			Total	2,200	0,614	3
		Período_2	1	0,340	.	1
			2	0,378	.	1
			3	-0,388	.	1
			Total	0,110	0,432	3
		Período_3	1	0,116	.	1
			2	0,118	.	1
			3	0,691	.	1
			Total	0,308	0,331	3
		Total	1	0,720	0,860	3
			2	0,835	1,025	3
			3	1,063	1,669	3
			Total	0,873	1,080	9
	150	Período_1	1	2,519	.	1
			2	1,663	.	1
			3	1,410	.	1
			Total	1,864	0,581	3
		Período_2	1	-0,186	.	1
			2	0,205	.	1
			3	0,489	.	1
			Total	0,169	0,339	3
		Período_3	1	0,969	.	1
			2	-0,018	.	1
			3	0,890	.	1
			Total	0,614	0,548	3
		Total	1	1,101	1,357	3
			2	0,617	0,913	3
			3	0,930	0,462	3
			Total	0,882	0,876	9
	Total	Período_1	1	2,112	0,576	2
			2	1,836	0,245	2
			3	2,149	1,044	2
			Total	2,032	0,565	6
		Período_2	1	0,077	0,372	2
			2	0,292	0,122	2
			3	0,051	0,620	2
			Total	0,140	0,349	6
		Período_3	1	0,543	0,603	2

			2	0,050	0,096	2
			3	0,791	0,141	2
			Total	0,461	0,438	6
		Total	1	0,911	1,037	6
			2	0,726	0,876	6
			3	0,997	1,098	6
			Total	0,878	0,954	18

SP	75	Período_1	1	1,668	.	1
			2	1,864	.	1
			3	0,810	.	1
			Total	1,447	0,561	3
		Período_2	1	-0,483	.	1
			2	1,264	.	1
			3	1,636	.	1
			Total	0,806	1,131	3
		Período_3	1	0,681	.	1
			2	0,747	.	1
			3	0,327	.	1
			Total	0,585	0,226	3
		Total	1	0,622	1,077	3
			2	1,292	0,559	3
			3	0,924	0,662	3
			Total	0,946	0,750	9
	150	Período_1	1	1,504	.	1
			2	2,112	.	1
			3	1,641	.	1
			Total	1,752	0,319	3
		Período_2	1	0,073	.	1
			2	1,129	.	1
			3	0,952	.	1
			Total	0,718	0,566	3
		Período_3	1	0,982	.	1
			2	-0,046	.	1
			3	1,505	.	1
			Total	0,814	0,789	3
		Total	1	0,853	0,724	3
			2	1,065	1,080	3
			3	1,366	0,365	3
			Total	1,095	0,711	9
	Total	Período_1	1	1,586	0,116	2
			2	1,988	0,175	2
			3	1,226	0,588	2
			Total	1,600	0,441	6
		Período_2	1	-0,205	0,393	2
			2	1,197	0,095	2
			3	1,294	0,484	2

	Período_3	Total	0,762	0,801	6
		1	0,832	0,213	2
		2	0,351	0,561	2
		3	0,916	0,833	2
	Total	Total	0,699	0,534	6
		1	0,738	0,830	6
		2	1,178	0,779	6
		3	1,145	0,536	6
	Total	1,020	0,713	18	

Total	75	Período_1	1	1,687	0,026	2
			2	1,937	0,103	2
			3	1,849	1,469	2
			Total	1,824	0,668	6
		Período_2	1	-0,072	0,582	2
			2	0,821	0,626	2
			3	0,624	1,431	2
			Total	0,458	0,855	6
		Período_3	1	0,399	0,400	2
			2	0,433	0,445	2
			3	0,509	0,257	2
			Total	0,447	0,295	6
	Total	1	0,671	0,873	6	
		2	1,063	0,780	6	
		3	0,994	1,138	6	
		Total	0,909	0,903	18	
	150	Período_1	1	2,012	0,718	2
			2	1,888	0,317	2
			3	1,526	0,163	2
			Total	1,808	0,424	6
		Período_2	1	-0,057	0,183	2
			2	0,667	0,653	2
			3	0,721	0,327	2
			Total	0,444	0,514	6
		Período_3	1	0,976	0,009	2
			2	-0,032	0,020	2
			3	1,198	0,435	2
			Total	0,714	0,618	6
	Total	1	0,977	0,982	6	
		2	0,841	0,928	6	
		3	1,148	0,442	6	
		Total	0,989	0,782	18	
	Total	Período_1	1	1,849	0,455	4
			2	1,912	0,195	4
			3	1,687	0,873	4
			Total	1,816	0,534	12
Período_2		1	-0,064	0,352	4	

		2	0,744	0,530	4
		3	0,672	0,849	4
		Total	0,451	0,673	12
	Período_3	1	0,687	0,405	4
		2	0,200	0,371	4
		3	0,853	0,493	4
		Total	0,580	0,482	12
	Total	1	0,824	0,900	12
		2	0,952	0,825	12
		3	1,071	0,827	12
		Total	0,949	0,833	36

Teste de efeitos

Fonte	Soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	Sig.
Modelo corrigido	16,068 ^a	11	1,461	4,259	0,001
Interceptação	32,42	1	32,420	94,520	0,000
Pastejo	0,183	1	0,183	0,534	0,472
Dose	0,056	1	0,056	0,164	0,689
Período	13,632	2	6,816	19,872	0,000
Pastejo * Período	1,709	2	0,855	2,491	0,104
Pastejo * Dose	0,044	1	0,044	0,127	0,725
Dose * Período	0,159	2	0,079	0,232	0,795
Pastejo * Dose * Período	0,285	2	0,143	0,416	0,664
Erro	8,232	24	0,343		
Total	56,72	36			
Total corrigido	24,3	35			

a. R²d = ,661 (AdjustedR²d = ,506)

Estimativa de médias

1. Pastejo

Pastejo	Média	Erro padrão	95%	
			Confiança Limite inferior	Intervalo Limite superior
CP	0,878	0,138	0,593	1,163
SP	1,02	0,138	0,735	1,305

2. Dose

Pastejo	Média	Erro padrão	95%	
			Confiança Limite inferior	Intervalo Limite superior
75	0,909	0,138	0,625	1,194
150	0,989	0,138	0,704	1,273

Teste de comparação de medias

Período

TukeyB^{a,b}

Período	N	Subconjunto	
		1	2
Período_2	12	,45075	
Período_3	12	,58017	
Período_1	12		1,81600

Médias para os grupos em subconjuntos homogêneos são exibidos.

Baseado nas médias observadas

Quadrado médio do erro = ,343.

a. Tamanho da média harmônica da amostra utilizado= 12,000.

b. Alpha = ,05.

ANEXO 5 – ANÁLISES ESTATÍSTICAS DA QUANTIDADE DE CARBONO NA RAIZ DA PASTAGEM

QUANTIDADE DE CARBONO NA RAIZ (kg/ha)

Estadística descritiva

Pastejo	Dose	Dia	Bloco	Média	Desvio padrão	N
CP	75	05_07	1	64,001	.	1
			2	72,768	.	1
			3	73,830	.	1
			Total	70,200	5,394	3
		09_08	1	123,692	.	1
			2	143,067	.	1
			3	174,887	.	1
			Total	147,215	25,848	3
		13_09	1	135,591	.	1
			2	156,297	.	1
			3	161,303	.	1
			Total	151,064	13,631	3
		15_11	1	142,906	.	1
			2	163,716	.	1
			3	204,836	.	1
			Total	170,486	31,515	3
	Total	1	116,548	35,915	4	
		2	133,962	41,680	4	
		3	153,714	56,276	4	
		Total	134,741	44,054	12	
	150	05_07	1	61,851	.	1
			2	76,253	.	1
			3	75,273	.	1
			Total	71,126	8,047	3
		09_08	1	150,023	.	1
			2	134,470	.	1
			3	124,636	.	1
			Total	136,376	12,800	3
13_09		1	143,517	.	1	
		2	141,634	.	1	
		3	141,751	.	1	
		Total	142,301	1,055	3	
15_11		1	204,592	.	1	
		2	140,511	.	1	
		3	197,800	.	1	
		Total	180,968	35,201	3	
Total		1	139,996	58,856	4	
		2	123,217	31,467	4	
		3	134,865	50,544	4	

			Total	132,693	44,332	12
Total	05_07	1	62,926	1,520	2	
		2	74,511	2,464	2	
		3	74,552	1,020	2	
		Total	70,663	6,148	6	
	09_08	1	136,858	18,619	2	
		2	138,769	6,079	2	
		3	149,762	35,533	2	
		Total	141,796	19,184	6	
	13_09	1	139,554	5,605	2	
		2	148,966	10,368	2	
		3	151,527	13,825	2	
		Total	146,682	9,890	6	
	15_11	1	173,749	43,619	2	
		2	152,114	16,408	2	
		3	201,318	4,975	2	
		Total	175,727	30,428	6	
	Total	1	128,272	46,845	8	
		2	128,590	34,668	8	
		3	144,290	50,533	8	
		Total	133,717	43,234	24	

SP	75	05_07	1	45,265	.	1
			2	42,117	.	1
			3	72,133	.	1
			Total	53,172	16,496	3
		09_08	1	103,656	.	1
			2	107,346	.	1
			3	100,498	.	1
			Total	103,833	3,427	3
		13_09	1	86,759	.	1
			2	151,601	.	1
			3	157,747	.	1
			Total	132,036	39,331	3
	15_11	1	129,660	.	1	
		2	198,656	.	1	
		3	178,373	.	1	
		Total	168,896	35,461	3	
	Total	1	91,335	35,421	4	
		2	124,930	66,618	4	
		3	127,188	49,319	4	
		Total	114,484	50,091	12	
	150	05_07	1	43,265	.	1
			2	70,899	.	1
			3	71,167	.	1
			Total	61,777	16,032	3
09_08		1	95,889	.	1	

			2	144,824	.	1
			3	128,586	.	1
			Total	123,100	24,925	3
		13_09	1	98,460	.	1
			2	184,329	.	1
			3	161,911	.	1
			Total	148,233	44,539	3
		15_11	1	160,336	.	1
			2	181,426	.	1
			3	256,751	.	1
			Total	199,504	50,686	3
		Total	1	99,488	47,880	4
	2		145,370	52,802	4	
	3		154,604	77,730	4	
	Total		133,154	60,557	12	
	Total	05_07	1	44,265	1,414	2
			2	56,508	20,352	2
			3	71,650	0,683	2
			Total	57,474	15,293	6
		09_08	1	99,773	5,492	2
			2	126,085	26,501	2
			3	114,542	19,861	2
			Total	113,467	19,093	6
		13_09	1	92,610	8,274	2
2			167,965	23,142	2	
3			159,829	2,944	2	
Total			140,135	38,613	6	
15_11		1	144,998	21,691	2	
		2	190,041	12,183	2	
		3	217,562	55,422	2	
		Total	184,200	42,564	6	
Total		1	95,411	39,233	8	
		2	135,150	56,712	8	
		3	140,896	62,021	8	
		Total	123,819	55,180	24	

Total	75	05_07	1	54,633	13,248	2
			2	57,443	21,674	2
			3	72,982	1,200	2
			Total	61,686	14,404	6
		09_08	1	113,674	14,168	2
			2	125,207	25,259	2
			3	137,693	52,601	2
			Total	125,524	28,923	6
		13_09	1	111,175	34,529	2
			2	153,949	3,321	2
			3	159,525	2,514	2

		Total	141,550	28,315	6	
		15_11	1	136,283	9,366	2
			2	181,186	24,706	2
			3	191,605	18,712	2
			Total	169,691	30,017	6
		Total	1	103,941	35,667	8
			2	129,446	51,671	8
			3	140,451	50,998	8
	Total		124,613	47,279	24	
	150	05_07	1	52,558	13,142	2
			2	73,576	3,786	2
			3	73,220	2,903	2
			Total	66,451	12,447	6
		09_08	1	122,956	38,279	2
			2	139,647	7,321	2
			3	126,611	2,793	2
			Total	129,738	19,155	6
		13_09	1	120,989	31,860	2
			2	162,982	30,190	2
			3	151,831	14,255	2
			Total	145,267	28,363	6
		15_11	1	182,464	31,294	2
			2	160,969	28,931	2
			3	227,276	41,685	2
Total			190,236	40,328	6	
Total		1	119,742	54,184	8	
		2	134,293	41,946	8	
		3	144,734	61,609	8	
		Total	132,923	51,902	24	
Total		05_07	1	53,596	10,840	4
			2	65,509	15,752	4
			3	73,101	1,819	4
			Total	64,069	13,074	12
	09_08	1	118,315	24,167	4	
		2	132,427	17,322	4	
		3	132,152	31,078	4	
		Total	127,631	23,492	12	
	13_09	1	116,082	27,711	4	
		2	158,465	18,294	4	
		3	155,678	9,465	4	
		Total	143,408	27,090	12	
	15_11	1	159,374	32,658	4	
		2	171,077	24,874	4	
		3	209,440	33,467	4	
		Total	179,964	35,552	12	
	Total	1	111,841	45,059	16	
		2	131,870	45,533	16	

		3	142,593	54,680	16
		Total	128,768	49,292	48

Teste de efeitos

Fonte	Soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	Sig.
Modelo corrigido	90469,385 ^a	15	6031,292	8,134	0,000
Interceptação	795896,21	1	795896,208	1073,326	0,000
Pastejo	1175,635	1	1175,635	1,585	0,217
Dose	828,748	1	828,748	1,118	0,298
Dia	84271,738	3	28090,579	37,882	0,000
Pastejo * Dose	1287,696	1	1287,696	1,737	0,197
Pastejo * Dia	2097,831	3	699,277	0,943	0,431
Dose * Dia	600,378	3	200,126	0,270	0,847
Pastejo * Dose * Dia	207,359	3	69,120	0,093	0,963
Erro	23728,742	32	741,523		
Total	910094,34	48			
Total corrigido	114198,13	47			

a. R²d = ,792 (AdjustedR²d = ,695)

Estimativa de médias

1. Pastejo

Pastejo	Média	Erro padrão	95% Confiança Intervalo	
			Limite inferior	Limite superior
CP	133,717	5,558	122,395	145,039
SP	123,819	5,558	112,497	135,141

2. Dose

Pastejo	Média	Erro padrão	95% Confiança Intervalo	
			Limite inferior	Limite superior
75	124,613	5,558	113,290	135,935
150	132,923	5,558	121,601	144,245

3. Dia

Dia	Média	Erro padrão	95% ConfiançaIntervalo	
			Limite inferior	Limite superior
05_07	64,068	7,861	48,056	80,081
09_08	127,631	7,861	111,619	143,643
13_09	143,408	7,861	127,396	159,420
15_11	179,964	7,861	163,951	195,976

4. Dose * Pastejo

Dose	Pastejo	Média	Erro padrão	95% ConfiançaIntervalo	
				Limite inferior	Limite superior
75	CP	134,741	7,861	118,729	150,753
	SP	114,484	7,861	98,472	130,496
150	CP	132,693	7,861	116,680	148,705
	SP	133,154	7,861	117,141	149,166

5. Dia * Pastejo

Dia	Pastejo	Média	Erro padrão	95% ConfiançaIntervalo	
				Limite inferior	Limite superior
05_07	CP	70,663	11,117	48,018	93,307
	SP	57,474	11,117	34,830	80,119
09_08	CP	141,796	11,117	119,151	164,440
	SP	113,466	11,117	90,822	136,111
13_09	CP	146,682	11,117	124,038	169,327
	SP	140,134	11,117	117,490	162,779
15_11	CP	175,727	11,117	153,082	198,371
	SP	184,200	11,117	161,556	206,845

6. Dia * Dose

Dia	Dose	Média	Erro padrão	95% ConfiançaIntervalo	
				Limite inferior	Limite superior
05_07	75	61,686	11,117	39,041	84,330
	150	66,451	11,117	43,807	89,096
09_08	75	125,524	11,117	102,880	148,169
	150	129,738	11,117	107,093	152,383
13_09	75	141,550	11,117	118,905	164,194
	150	145,267	11,117	122,622	167,912
15_11	75	169,691	11,117	147,047	192,336
	150	190,236	11,117	167,591	212,881

Teste de comparação de médias**Dia****Homogeneous Subconjuntos**TukeyB^{a,b}

Dia	N	Subconjunto		
		1	2	3
05_07	12	64,068		
09_08	12		127,631	
13_09	12		143,408	
15_11	12			179,964

Médias para os grupos em subconjuntos homogêneos são exibidos.

Baseado nas médias observadas

Quadrado médio do erro = 741,523.

a. Tamanho da média harmônica da amostra utilizado= 12,000.

b. Alpha = ,05.

RELACÃO C:N DA RAIZ (kg/kg)**Estatística descritiva**

Pastejo	Dose	Dia	Bloco	Média	Desvio padrão	N	
CP	75	05_07	1	26,295	.	1	
			2	27,137	.	1	
			3	29,191	.	1	
			Total	27,541	1,490	3	
		09_08	1	26,417	.	1	
			2	27,847	.	1	
			3	30,497	.	1	
			Total	28,254	2,070	3	
		13_09	1	32,585	.	1	
			2	31,435	.	1	
			3	27,560	.	1	
			Total	30,527	2,633	3	
		15_11	1	29,338	.	1	
			2	28,463	.	1	
			3	27,254	.	1	
			Total	28,352	1,046	3	
		Total	1	28,659	2,972	4	
			2	28,721	1,889	4	
			3	28,626	1,510	4	
			Total	28,668	2,001	12	
		150	05_07	1	27,178	.	1
				2	25,904	.	1
				3	26,530	.	1
				Total	26,537	0,637	3
	09_08		1	27,575	.	1	
			2	25,089	.	1	
			3	30,222	.	1	
			Total	27,629	2,567	3	
	13_09		1	24,822	.	1	
			2	30,290	.	1	
			3	34,241	.	1	
			Total	29,784	4,730	3	
	15_11		1	32,847	.	1	
			2	27,772	.	1	
			Total	30,310	3,589	2	
	Total		1	28,106	3,386	4	
			2	27,264	2,309	4	
			3	30,331	3,857	3	
			Total	28,406	3,112	11	
	Total		05_07	1	26,737	0,624	2
				2	26,521	0,872	2
				3	27,861	1,882	2

		Total	27,039	1,163	6
	09_08	1	26,996	0,819	2
		2	26,468	1,950	2
		3	30,360	0,194	2
		Total	27,941	2,114	6
	13_09	1	28,704	5,489	2
		2	30,863	0,810	2
		3	30,901	4,724	2
		Total	30,156	3,448	6
	15_11	1	31,093	2,481	2
		2	28,118	0,489	2
		3	27,254	.	1
		Total	29,135	2,217	5
	Total	1	28,382	2,964	8
		2	27,992	2,103	8
		3	29,356	2,632	7
		Total	28,543	2,534	23

SP	75	05_07	1	27,176	.	1
			2	28,398	.	1
			3	29,597	.	1
			Total	28,390	1,211	3
		09_08	1	32,469	.	1
			2	27,432	.	1
			3	33,996	.	1
			Total	31,299	3,435	3
		13_09	1	28,491	.	1
			3	34,698	.	1
			Total	31,595	4,389	2
		Total	1	29,379	2,756	3
	2		27,915	0,683	2	
	3		32,764	2,765	3	
	Total		30,282	3,002	8	
	150	05_07	1	29,895	.	1
			2	26,613	.	1
			3	28,159	.	1
			Total	28,222	1,642	3
		09_08	1	28,268	.	1
			2	27,921	.	1
			3	23,501	.	1
			Total	26,563	2,658	3
		13_09	1	34,397	.	1
			2	39,101	.	1
			3	37,961	.	1
			Total	37,153	2,454	3
		15_11	2	18,876	.	1
Total			18,876	.	1	

	Total	Total	1	30,853	3,175	3
			2	28,128	8,334	4
			3	29,874	7,381	3
			Total	29,469	6,244	10
	Total	05_07	1	28,536	1,923	2
			2	27,506	1,262	2
			3	28,878	1,017	2
			Total	28,306	1,293	6
		09_08	1	30,369	2,971	2
			2	27,677	0,346	2
			3	28,749	7,421	2
			Total	28,931	3,778	6
		13_09	1	31,444	4,176	2
			2	39,101	.	1
			3	36,330	2,307	2
			Total	34,930	4,135	5
		15_11	2	18,876	.	1
			Total	18,876	.	1
		Total	1	30,116	2,779	6
			2	28,057	6,463	6
3	31,319		5,230	6		
Total	29,831		4,952	18		

Total	75	05_07	1	26,736	0,623	2
			2	27,768	0,892	2
			3	29,394	0,287	2
			Total	27,966	1,300	6
		09_08	1	29,443	4,279	2
			2	27,640	0,293	2
			3	32,247	2,474	2
			Total	29,776	3,036	6
		13_09	1	30,538	2,895	2
			2	31,435	.	1
			3	31,129	5,047	2
			Total	30,954	2,937	5
		15_11	1	29,338	.	1
			2	28,463	.	1
			3	27,254	.	1
			Total	28,352	1,046	3
	Total	1	28,967	2,664	7	
		2	28,452	1,552	6	
		3	30,399	2,929	7	
		Total	29,314	2,509	20	
150	05_07	1	28,537	1,921	2	
		2	26,259	0,501	2	
		3	27,345	1,152	2	
		Total	27,380	1,447	6	

		09_08	1	27,922	0,490	2
			2	26,505	2,003	2
			3	26,862	4,752	2
			Total	27,096	2,409	6
		13_09	1	29,610	6,771	2
			2	34,696	6,230	2
			3	36,101	2,630	2
			Total	33,469	5,258	6
		15_11	1	32,847	.	1
			2	23,324	6,290	2
			Total	26,498	7,072	3
		Total	1	29,283	3,354	7
	2		27,696	5,680	8	
	3		30,102	5,273	6	
	Total		28,912	4,763	21	
	Total	05_07	1	27,636	1,562	4
			2	27,013	1,053	4
			3	28,369	1,367	4
			Total	27,673	1,346	12
		09_08	1	28,682	2,637	4
			2	27,072	1,340	4
3			29,554	4,386	4	
Total			28,436	2,964	12	
13_09		1	30,074	4,285	4	
		2	33,609	4,791	3	
		3	33,615	4,363	4	
		Total	32,326	4,359	11	
15_11		1	31,093	2,481	2	
		2	25,037	5,347	3	
		3	27,254	.	1	
		Total	27,425	4,634	6	
Total		1	29,125	2,914	14	
		2	28,020	4,295	14	
		3	30,262	3,987	13	
		Total	29,108	3,791	41	

Teste de efeitos

Fonte	Soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	Sig.
Modelo corrigido	396,911 ^a	14	28,351	4,141	0,001
Interceptação	26412,602	1	26412,602	3857,481	0,000
Pastejo	1,889	1	1,889	0,276	0,604
Dose	0,416	1	0,416	0,061	0,807
Dia	205,6	3	68,533	10,009	0,000
Pastejo * Dose	2,197	1	2,197	0,321	0,576
Pastejo * Dia	133,116	3	44,372	6,480	0,002
Dose * Dia	43,885	3	14,628	2,136	0,120

Pastejo * Dose * Dia	38,26	2	19,130	2,794	0,080
Erro	178,025	26	6,847		
Total	35313,82	41			
Total corrigido	574,936	40			

a. $R^2d = ,690$ (Adjusted $R^2d = ,524$)

Estimativa de médias

1. Pastejo

Pastejo	Média	Erro padrão	95% ConfiançaIntervalo	
			Limite inferior	Limite superior
CP	28,617	,551	27,485	29,748
SP	28,871 ^a	,665	27,504	30,239

a. Based on modified population marginal Média.

2. Dose

Dose	Média	Erro padrão	95% ConfiançaIntervalo	
			Limite inferior	Limite superior
75	29,422 ^a	,591	28,207	30,637
150	28,134	,612	26,876	29,392

a. Based on modified population marginal Média.

3. Dia

Dia	Média	Erro padrão	95% ConfiançaIntervalo	
			Limite inferior	Limite superior
05_07	27,673	,755	26,120	29,225
09_08	28,436	,755	26,883	29,989
13_09	32,265	,801	30,618	33,912
15_11	25,846 ^a	1,181	23,418	28,273

a. Based on modified population marginal Média.

4. Dose * Pastejo

Dose	Pastejo	Média	Erro padrão	95% ConfiançaIntervalo	
				Limite inferior	Limite superior
75	CP	28,668	,755	27,116	30,221
	SP	30,428 ^a	,942	28,491	32,364
150	CP	28,565	,801	26,918	30,212
	SP	27,704	,925	25,802	29,605

a. Based on modified population marginal Média.

5. Dia * Pastejo

Dia	Pastejo	Média	Erro padrão	95% ConfiançaIntervalo	
				Limite inferior	Limite superior
05_07	CP	27,039	1,068	24,843	29,235
	SP	28,306	1,068	26,110	30,502
09_08	CP	27,941	1,068	25,745	30,137
	SP	28,931	1,068	26,735	31,127
13_09	CP	30,156	1,068	27,960	32,351
	SP	34,374	1,194	31,919	36,829
15_11	CP	29,331	1,194	26,876	31,786
	SP	18,876 ^a	2,617	13,497	24,255

a. Based on modified population marginal Média.

6. Dia * Dose

Dia	Dose	Média	Erro padrão	95% ConfiançaIntervalo	
				Limite inferior	Limite superior
05_07	75	27,966	1,068	25,770	30,162
	150	27,380	1,068	25,184	29,576
09_08	75	29,776	1,068	27,580	31,972
	150	27,096	1,068	24,900	29,292
13_09	75	31,061	1,194	28,606	33,516
	150	33,469	1,068	31,273	35,665
15_11	75	28,352 ^a	1,511	25,246	31,457
	150	24,593	1,602	21,299	27,887

a. Based on modified population marginal Média.

Teste de comparação de médias
Dia
Homogeneous Subconjuntos

TukeyB^{a,b,c}

Dia	N	Subconjunto	
		1	2
15_11	6	27,425	
05_07	12	27,673	
09_08	12	28,436	
13_09	11		32,325

Médias para os grupos em subconjuntos homogêneos são exibidos.

Baseado nas médias observadas

Quadrado médio do erro = 6,847.

a. Tamanho da média harmônica da amostra utilizado= 9,429.

b. The group sizes are unequal. The harmonic Média of the group sizes is used.

Type I Erro levels are not guaranteed.

c. Alpha = ,05.