

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

Variação estacional de atributos funcionais de *Paspalum notatum* em diferentes níveis de fertilidade do solo.

Rogério Chimanski da Fontoura
Engenheiro Agrônomo - UFRGS

Dissertação apresentada como um dos requisitos para a obtenção do grau de
Mestre em Zootecnia, área de concentração Plantas Forrageiras

Porto Alegre – RS - Brasil
Janeiro de 2014

CIP - Catalogação na Publicação

Chimanski da Fontoura, Rogério
Variação estacional de atributos de Paspalum
notatum em diferentes níveis de fertilidade do solo /
Rogério Chimanski da Fontoura. -- 2014.
91 f.

Orientador: Carlos Nabinger.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa
de Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, BR-RS,
2014.

1. Paspalum notatum. 2. Atributos funcionais. I.
Nabinger, Carlos, orient. II. Título.

ROGÉRIO CHIMANSKI DA FONTOURA
Engenheiro Agrônomo

DISSERTAÇÃO

Submetida como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de

MESTRE EM ZOOTECNIA

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
Faculdade de Agronomia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovado em: 20.01.2014
Pela Banca Examinadora

Homologado em: 27.03.2014
Por


CARLOS NABINGER
PPG Zootecnia/UFRGS
Orientador


JULIO OTÁVIO JARDIM BARCELLOS
Coordenador do Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia


JOSÉ ACÁCIO DA FONTOURA JR.
UNIPAMPA/RS


FERNANDO LUIZ FERREIRA DE QUADROS
UFSM/RS


CAROLINA BREMM
PPG Zootecnia/UFRGS


PEDRO ALBERTO SELBACH
Diretor da Faculdade de Agronomia

AGRADECIMENTOS

Agradeço

Aos meus pais, José e Maria, e irmãos, Matheus e Cristina, por tudo que me ofereceram até hoje, pelo apoio e incentivo!

Ao meu orientador, Dr. Carlos Nabinger.

Aos meus ex-orientadores, Dr. Carlos Alberto Bissani, Dr. Enilson Saccol de Sá e Dr. Paulo de Faccio Carvalho.

A todos os orientadores acima citados, por terem sido, de fato, orientadores. Por terem me dado liberdade pra trabalhar, por transmitir confiança nas horas certas e precaução nos momentos delicados e, principalmente, por terem exigido mais de mim, isso foi fundamental para a minha formação!

A todos os meus colegas de Pós-Graduação, bolsistas e funcionários da Estação Experimental e da Faculdade de Agronomia.

A UFRGS, pela oportunidade de fazer parte desta estrutura diferenciada que é esta universidade e que contribuiu demais para o meu crescimento como profissional e como ser humano!

Muito obrigado!

Variação estacional de atributos funcionais de *Paspalum notatum* em diferentes níveis de fertilidade do solo¹

Autor: Rogério Chimanski da Fontoura

Orientador: Carlos Nabinger

RESUMO

As pastagens nativas do RS são compostas por mais de 3000 espécies vegetais, as quais formam diferentes fisionomias campestres por todo o estado. Essa diversidade de espécies e fisionomias é atribuída, principalmente, às variações de solo, relevo e clima, além da ação antrópica pelo manejo da carga animal e pela adubação do solo. Apesar de toda essa diversidade, o *Paspalum notatum* é considerado a principal espécie forrageira, sendo a mais frequente em todas as regiões fisiográficas do Rio Grande do Sul e contribuindo de forma expressiva para a cobertura dos campos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da época de crescimento e do nível de fertilidade do solo sobre os atributos área foliar específica (AFE), teor de matéria seca da folha (TMS) e sobre o comprimento específico de raiz (CER) em *P. notatum*. O experimento foi conduzido na Estação Experimental Agronômica da UFRGS, em Eldorado do Sul – RS, no ano de 2013. Foram utilizados três poteiros com longo histórico de pastejo e com níveis de fertilidade do solo distintos. Em cada poteiro foram escolhidas três unidades experimentais com localização topográfica semelhante, onde foram coletadas em três épocas de crescimento (verão - janeiro, outono - maio e primavera - setembro) folhas e raízes de *P. notatum* para avaliar os atributos funcionais. O TMS não foi afetado pelas variáveis estudadas. Quando as condições ambientais não são favoráveis ao crescimento (deficiência hídrica no verão ou dias curtos e baixas temperaturas no outono) o incremento do nível de fertilidade do solo permite maiores valores de AFE. Quando as condições, ao contrário, são favoráveis, a fertilidade do solo não afeta os valores desse atributo. Por outro lado, o CER somente foi afetado pela época do ano, aumentando seus valores na primavera quando as condições meteorológicas foram mais favoráveis. Embora haja uma correlação significativa entre AFE e CER somente a metade da variabilidade de um atributo é explicado pela variabilidade do outro ($p=0,0083$). A maior variabilidade da fertilidade em solos não adubados pode ter concorrido para essa relativamente baixa correlação.

¹Dissertação de Mestrado em Zootecnia –Plantas Forrageiras, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (91p.) Janeiro, 2014.

Seasonal changes in functional attributes of *Paspalum notatum* at different levels of soil fertility¹

Author: Rogério Chimanski da Fontoura

Adviser: Carlos Nabinger

ABSTRACT

The native grasslands of RS are composed by more than 3000 plant species, which form different grassland physiognomies. This diversity of species and physiognomy could be attributed mainly to variations in soil, topography and climate, besides the management of human action by stocking rate management and soil fertilization. Despite this diversity, *Paspalum notatum* is considered its major forage specie, the most frequent in all geographical regions of Rio Grande do Sul and contributing significantly to grassland cover. The objective of this work was to evaluate the influence of growing season and level of soil fertility on the shoot attributes (leaf dry matter content - LDMC and specific leaf area - SLA) and root (specific root length - SRL) in *P. notatum*. The experiment was conducted at the Agronomic Experimental Station of UFRGS, in Eldorado do Sul – RS, in the year 2013. Three grazing paddocks with long history of grazing management and with different levels of soil fertility were used. In each paddock three experimental units randomized were located in a similar topographic position to collect samples of leaves and roots of *P. notatum* at three growth seasons (summer - January, autumn - May and spring - September) in order to assess the functional attributes. LDMC was not affected by soil fertility nor by season, but SLA resulted from a significant interaction of these variables. When environmental conditions are not favorable to growth (water deficit in summer or short days and low temperatures in autumn) the increase of the level of soil fertility allows higher values of SLA. In contrast, when weather conditions are favorable, soil fertility does not affect the values of this attribute. Furthermore, the SRL is only affected by time of the year, with increased values in the spring when weather conditions are more favorable. Although there is a significant correlation between SLA and SRL only half the variability of an attribute is explained by the variability of the other ($p=0,0083$). The greater variability of fertility in non-fertilized soils may have contributed to this relatively low correlation.

¹ Master of Science dissertation in Forage Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (91p.) January, 2014.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	Contexto	17
1.2	Hipótese	17
1.3	Objetivo geral	17
1.4	Objetivos específicos	17
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1	Caracterização das pastagens nativas do Bioma Pampa	19
2.2	Caracterização dos solos do Rio Grande do Sul	20
2.3	Relação solo-planta	21
2.4	Atributos funcionais – definições	22
2.5	Atributos funcionais de folha	23
2.6	Atributos funcionais de raiz	24
2.7	O gênero <i>Paspalum</i> e o <i>P. notatum</i>	27
3	MATERIAL E MÉTODOS	30
3.1	Local	30
3.2	Clima	30
3.3	Solo	31
3.4	Delineamento experimental e amostragem	31
3.5	Coleta e análise	31
3.6	Ajuste da carga animal	32
3.7	Análise estatística	32
4	RESULTADOS	34
5	DISCUSSÃO	36
5.1	Teor de matéria seca da folha (TMS)	36
5.2	Área foliar específica (AFE)	36
5.3	Comprimento específico da raiz (CER)	38
5.4	Relação entre AFE e CER	40
6	CONCLUSÕES	44
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
9	APÊNDICES	54
9.1	Apêndice 1 – Dados originais	55
9.2	Apêndice 2 – Dados meteorológicos	57
9.3	Apêndice 3 – Croqui da área experimental	58
9.4	Apêndice 4 – Laudo de análise de solo das áreas experimentais	60
9.5	Apêndice 5 – Análise estatística completa	62
10	VITA	91

RELAÇÃO DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização química do solo das unidades experimentais* na camada 0-10 cm.	31
Tabela 2. Mínimo, máximo, média, mediana, moda e coeficiente de variação (C.V) das variáveis AFE, CER e TMS) de <i>Paspalum notatum</i> , considerando todos os níveis de fertilidade do solo e épocas de crescimento.....	34
Tabela 3. Análise estatística para as variáveis AFE, CER e TMS em <i>Paspalum notatum</i> submetido a três níveis de fertilidade do solo e três épocas de crescimento	35
Tabela 4. Correlações, número de amostras, coeficiente de correlação e probabilidade para as variáveis área foliar específica (AFE), comprimento específico da raiz (CER), balanço hídrico da raiz (BHR) e estação de crescimento	35
Tabela 5. Comparação das médias para Área Foliar Específica de <i>Paspalum notatum</i> em diferentes níveis de fertilidade do solo e estações de crescimento	38
Tabela 6. Coeficientes de correlação entre comprimento específico da raiz e balanço hídrico no período de desenvolvimento da raiz para os diferentes níveis de fertilidade do solo	39

RELAÇÃO DE FIGURAS

Figura 1.	Fisionomias campestres na região sul do Brasil (adaptado de Nabinger et al., 2000).....	20
Figura 2.	Mapa de solos do estado do Rio Grande do Sul – Brasil (Emater/UFRGS – 1973).....	21
Figura 3.	Morfologia externa do sistema radicular.	25
Figura 4.	Detalhe de um indivíduo de <i>Paspalum notatum</i>	28
Figura 5.	Balanço hídrico (segundo Thorntwaite & Matter, 1955) indicando períodos de déficit ou excesso hídrico entre outubro de 2012 e setembro de 2013	30
Figura 6.	Efeito da época de crescimento (Jan, Mai, Set) sobre CER de <i>Paspalum notatum</i> (média dos três níveis de fertilidade do solo)	39
Figura 7.	Relação entre AFE e CER considerando todos os tratamentos em todas as épocas	41
Figura 8.	Relação entre AFE e CER, excluindo-se os dados da área sem correção e adubação do solo	42

RELAÇÃO DE SIGLAS

AFE: área foliar específica

TMS: teor de matéria seca da folha

CER: comprimento específico da raiz

RS: Rio Grande do Sul

Kg: kilo

MS: matéria seca

$m^2.kg^{-1}$: unidade de medida de AFE – metros quadrados em 1 grama de massa seca

$mg.g^{-1}$: unidade de medida de TMS – miligramas de massa seca em 1 grama de massa verde

$m.g^{-1}$: unidade de medida de CER – metros lineares em 1 grama de massa seca

FDN: fibra em detergente neutro

FDA: fibra em detergente ácido

Kg N.ha.ano: kilos de nitrogênio por hectare ao ano

EEA: Estação Experimental Agronômica

UFRGS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

SN: solo nativo

SNC: solo nativo corrigido com calcário, fósforo e potássio

SNCN: solo nativo corrigido com calcário, fósforo, potássio e nitrogênio

1. INTRODUÇÃO

1.1 Contexto do trabalho

As pastagens nativas no Bioma Pampa e Mata Atlântica formam a base forrageira da pecuária de corte na região sul da América do Sul. O avanço das fronteiras agrícolas, as constantes mudanças climáticas e a competição de espécies nativas com invasoras (Drenosvky et al., 2012) tornam as pastagens nativas um ambiente bastante dinâmico e frágil. Ao longo de décadas, os estudos em pastagens nativas limitaram-se ao levantamento taxonômico em diferentes ambientes, sem considerar a função das espécies vegetais presentes num determinado ambiente. Além disso, o uso somente de aspectos taxonômicos acaba limitando comparações entre regiões com floras distintas.

Recentemente, o estudo dos atributos funcionais passou a ser considerado no meio científico como forma de compreender as relações existentes em ambientes heterogêneos. No entanto, existem poucos estudos procurando estabelecer se os atributos de raízes podem revelar estratégias ecológicas da mesma forma que os atributos da parte aérea e o quanto estas estratégias das raízes contribuem para a captura de carbono atmosférico pela parte aérea. Para as espécies nativas do Bioma Pampa tal tipo de estudo não existe tanto na condição de fertilidade natural do solo como em condição de fertilidade alterada pela adubação e nem para o efeito das estações sobre o crescimento das plantas.

1.2 Hipótese

A hipótese do trabalho foi de que diferentes condições de fertilidade do solo e época de crescimento induzem modificações nos atributos de raiz e folha em *Paspalum notatum*.

1.3 Objetivo geral

Avaliar o efeito da fertilidade do solo e da época de crescimento sobre os atributos funcionais de raiz (comprimento específico da raiz) e folha (teor de matéria seca e área foliar específica) na espécie *Paspalum notatum*.

1.4 Objetivos específicos

Avaliar o efeito da adubação do solo nos atributos área foliar específica da folha, teor de matéria seca da folha e comprimento específico da raiz em *Paspalum notatum*.

Avaliar o efeito da estação de crescimento nos atributos área foliar específica da folha, teor de matéria seca da folha e comprimento específico da raiz em *Paspalum notatum*.

Avaliar se o nível de fertilidade e a estação de crescimento promovem efeitos combinados sobre os atributos de raiz e folha.
Avaliar a associação entre os atributos de raiz e folha.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Caracterização das pastagens nativas no Bioma Pampa

O Bioma Pampa é notadamente reconhecido por sua vastidão e alta diversidade de espécies vegetais e animais. Além do potencial genético, esse bioma exerce papel fundamental na cultura e na produção pecuária na região sul da América Latina, compreendendo formações campestres que abrangem Uruguai, parte do Paraguai, nordeste da Argentina e região sul do Brasil.

Entre os pesquisadores da área é consenso que a diversidade existente nessa região é única deste ecossistema pastoril, podendo ser encontradas espécies C3 e C4 convivendo no mesmo ambiente. Além disso, a produção anual de forragem na faixa de 4500-5500 kg de matéria seca (Carvalho, 2006) e as taxas de acúmulo variando entre 25-35 kg de MS na primavera e verão e 0-5 kg de MS no inverno demonstram o potencial produtivo desse ecossistema.

Contudo, existe claramente um desconhecimento acerca do potencial e da riqueza deste bioma. No Rio Grande do Sul (RS), a vegetação campestre originalmente estimada em torno de 15 milhões de hectares (Nabinger et al., 2000), vem diminuindo a cada ano em função do avanço da agricultura e, atualmente, ocupa cerca de 4 milhões de hectares. Ainda assim, as áreas remanescentes de campo nativo do RS são reconhecidas pela sua grande diversidade no espaço e no tempo, totalizando em torno de 3000 espécies, sendo as famílias Asteraceae e Poaceae as que apresentam maior número de espécies (Boldrini, 2009).

Essa imensa diversidade florística é determinada por fatores naturais (solo e clima) e antrópicos (manejo da carga animal na pecuária e/ou manejo da fertilidade do solo) que conduzem a uma grande diversidade de fisionomias campestres (Figura 1). Tanto o solo quanto o clima no RS são bastante variados. O clima do RS é classificado por Köppen como temperado úmido, apresentando precipitações durante todos os períodos do ano, com estação seca em algumas regiões e ocorrência de geadas. Do mesmo modo, existe uma diversidade muito grande em relação aos tipos de solos, tendo sido descritos para o estado mais de 40 tipos de solos (MAPA, 2013), os quais se caracterizam por serem ácidos, com baixa disponibilidade de fósforo, baixos teores de matéria orgânica e alta saturação por alumínio. São essas combinações de clima e solo que possibilitam a formação das diferentes fisionomias campestres no RS e em todo o Bioma Pampa (Berreta, 1996).

Além destes fatores naturais, a ação antrópica através do manejo da carga animal e da fertilidade do solo influencia na composição forrageira das pastagens nativas. Em pastagens onde a pressão de pastejo é alta,

predominam espécies rizomatosas e estoloníferas, enquanto que em baixa pressão de pastejo predominam espécies de hábito cespitoso (Pinto et al., 2007). Já em relação à fertilidade do solo, o aumento do nível de nutrientes minerais como fósforo, cálcio e potássio, propicia uma maior diversidade de espécies, colaborando principalmente para a ocorrência de leguminosas. Embora exista uma diversidade muito grande de espécies vegetais, as espécies predominantes nas pastagens nativas do RS são as gramíneas, em especial do gênero *Paspalum*, o qual apresenta maior importância sob o ponto de vista forrageiro. Dentro deste gênero ocorrem inúmeras espécies, sendo o *Paspalum notatum* a espécie de maior destaque por ser a mais frequente em todas as regiões fisiográficas do Rio Grande do Sul e contribuir de forma expressiva para a cobertura dos campos.

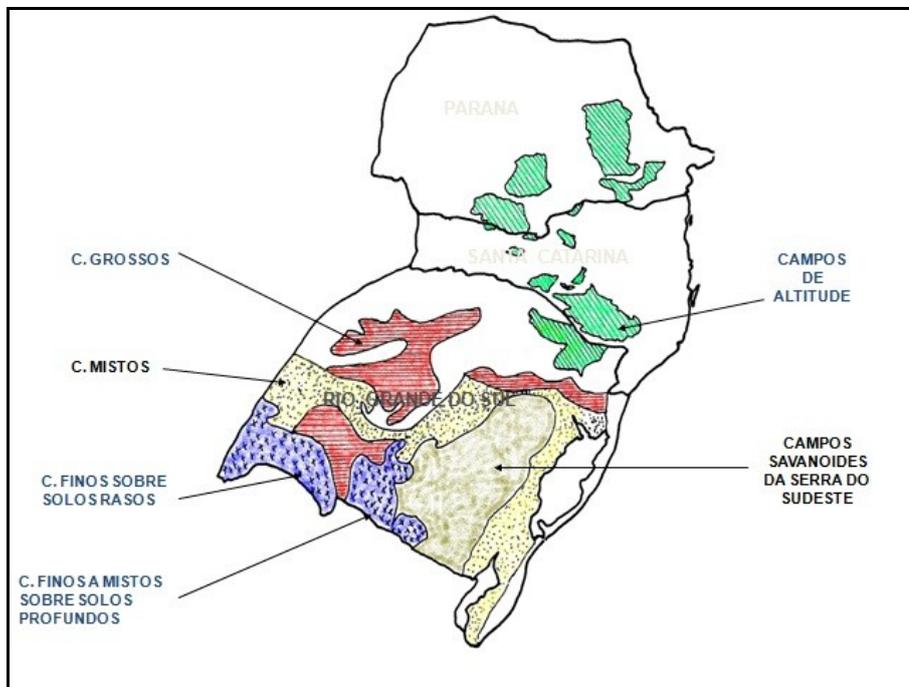


Figura 1. Fisionomias campestres na região sul do Brasil (adaptado de Nabinger et al., 2000).

2.2 Caracterização dos solos do Rio Grande do Sul

Os solos são caracterizados em função do material de origem, tempo de formação, relevo, microorganismos e clima. De um modo geral os solos de regiões tropicais e subtropicais se caracterizam por serem ácidos, com baixa disponibilidade de fósforo, baixos teores de matéria orgânica e presença de alumínio. No Rio Grande do Sul existe uma diversidade muito grande em relação aos tipos de solos, os quais provêm da associação de quatro unidades morfológicas (Figura 2) com diferentes tipos de relevo e clima.

O Planalto Meridional é formado por rochas basálticas e está localizado na metade norte do estado, compreendendo as maiores altitudes do RS que variam na faixa de 700-1300 m. A Depressão Central localiza-se no centro do estado, não passando de 400 metros de altitude. O Escudo Sul-

Riograndense, também conhecido como “Serra do Sudeste”, apresenta relevo suavemente ondulado, solo com predominância de arenito e altitude média inferior a 100 m e algumas áreas de tabuleiro alcançando 250-300 m de altitude. A Planície Costeira é composta por terrenos arenosos e planos e apresenta altitudes em torno de 30 m.

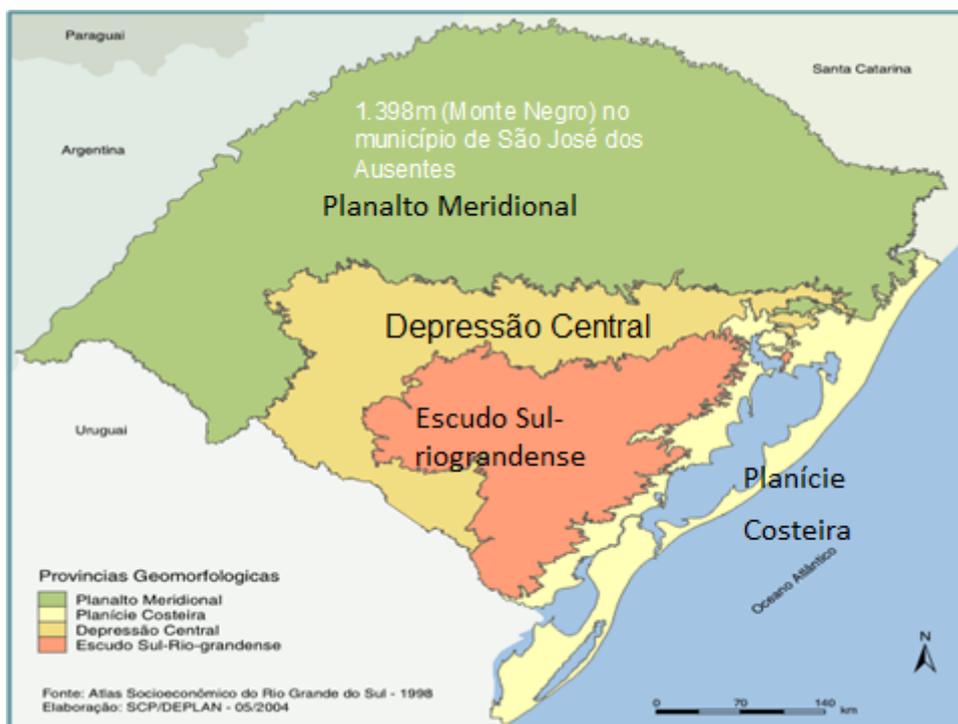


Figura 2. Mapa das unidades morfológicas do estado do Rio Grande do Sul – Brasil (SCP/DEPLAN, 2004).

2.3 Relação solo-planta

A interação solo-planta poderia ser classificada como uma simbiose (Garbout et al., 2012), visto que o solo fornece água, nutrientes e sustentação para as plantas, enquanto estas retribuem com a adição de matéria orgânica via biomassa aérea e raízes. A deposição dos resíduos das plantas contribui para melhorar as características químicas (ciclagem de nutrientes, poder tampão, reação com metais, etc.), físicas (agregação, infiltração e retenção de água), e melhorias nas características do solo, por sua vez, contribuem para um melhor desenvolvimento das plantas. Nessa interação de trocas entre os sistemas planta e solo, práticas de manejo impostas pela agropecuária podem conduzir à degradação com a perda de diversidade de espécies, erosão do solo e contaminação do ambiente.

No sistema planta, as folhas, a partir da fixação de carbono pelo processo de fotossíntese, servem como “fonte” de fotoassimilados (carboidratos) que serão distribuídos dentre os compartimentos da planta de acordo com a fenologia e as condições do ambiente. Numa comunidade vegetal ocorre competição entre as plantas por recursos do solo e por luz (Tilman, 1990), sendo os recursos minerais considerados como o principal fator (Grime et al., 1997) dos processos que ocorrem na vegetação, independente

do potencial produtivo do ambiente (Tilman, 1997).

Logo, a competição e outras perturbações que ocorrem no ambiente, sejam antrópicas ou naturais, podem levar a uma alteração na repartição dos fotoassimilados, fazendo com que a planta perca competitividade. Neste caso, a frequência de ocorrência de uma espécie pode ser utilizada como o primeiro indicador do desempenho da mesma no ambiente. Sendo assim, o sucesso do indivíduo em se estabelecer no ambiente é o resultado do seu desempenho individual em acumular biomassa, sobreviver e se reproduzir. Essas três características podem ser avaliadas através dos atributos funcionais da planta, como os atributos de folhas, ramos, raízes, órgãos de regeneração e planta inteira.

2.4 Atributos funcionais – definições

Os ecossistemas naturais, em especial as pastagens nativas, possuem características próprias de fauna e flora, as quais são resultantes de diferentes processos de fluxo de energia e ciclagem de nutrientes. Essas propriedades do ecossistema geram diferentes efeitos sobre a vegetação, selecionando indivíduos e determinando diferenças estruturais e florísticas na paisagem.

Nas últimas décadas, o estudo das comunidades vegetais avançou consideravelmente trazendo novas perspectivas, substituindo a tradicional classificação taxonômica da vegetação pelo entendimento da funcionalidade das espécies no ecossistema. Compreender os mecanismos que regem as plantas é necessário, sobretudo, como forma de prever o desempenho das plantas em relação às limitações de água ou nutrientes, mudanças climáticas e uso do solo. Com o objetivo de investigar e prever alterações em comunidades vegetais através de modelos foi lançado o projeto Global Change and Terrestrial Ecosystems (GCTE) do International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP).

Numa tentativa de padronizar a metodologia mundial para avaliação de tipos funcionais de vegetação, em 2003, o periódico *Australian Journal of Botany* publicou o artigo intitulado “A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide”. Nele, um grupo de cientistas propõe a padronização de metodologias para a avaliação de 28 atributos funcionais.

Os atributos funcionais são características morfológicas, fisiológicas ou fenológicas em nível de indivíduo que tem impacto indireto no crescimento, reprodução e sobrevivência das plantas (Violle et al., 2007). O atributo em si serve como ferramenta para avaliar gradientes de alterações ambientais (Khaled et al., 2005; Duru et al., 2004), como nível de fertilidade do solo ou pressão de pastejo.

Através do estudo dos atributos pode-se compreender a resposta da vegetação a distúrbios como clima ou uso do solo e competição com invasoras (Drenovsky et al., 2012). Contudo, essas avaliações devem ser bem planejadas tendo em vista os custos, recursos humanos disponíveis, e a facilidade e o tempo necessário para as avaliações (Diaz & Cabido, 1997). Frequentemente as avaliações de atributos funcionais limitam-se a análise da parte aérea por ser mais prática e acessível.

2.5 Atributos funcionais de folha

Os atributos funcionais de folha podem ser utilizados para identificar diversos gradientes ambientais. A área foliar específica (AFE) representa a dimensão da área foliar formada com uma grama de matéria seca, sendo expressa pela unidade $\text{m}^2.\text{kg}^{-1}$, enquanto que, o teor de matéria seca (TMS) indica a proporção de matéria seca em relação ao peso da folha completamente hidratada e é expresso pela unidade $\text{mg}.\text{g}^{-1}$. Outros atributos utilizados para a análise de folhas são: tamanho da folha (mm^2), conteúdo de nitrogênio e fósforo ($\text{mg}.\text{g}^{-1}$) e duração de vida da folha (graus-dia).

Numa comunidade de plantas presente num ambiente com alta disponibilidade de recursos, onde o solo é capaz de prover suficientemente água e nutrientes, a competição entre os indivíduos predomina na parte aérea pela captura de luz, fazendo com que a alocação de carbono seja maior nesse compartimento. De um modo geral, em habitats com baixa disponibilidade de recursos (água e nutrientes), predominam espécies com tecidos foliares de alta densidade e área foliar específica reduzida. Neste caso, o teor de matéria seca da folha e a área foliar específica determinam estratégias de crescimento de gramíneas relacionadas à conservação de recursos (Khaled et al., 2005).

Devido à escassez de recursos num ambiente, plantas com altas taxas de crescimento e reciclagem acabam não prevalecendo. Já em ambientes com maior disponibilidade de recursos, a predominância é de espécies com baixo teor de matéria seca e elevada área foliar específica, sendo estas classificadas como utilizadoras de recursos.

No entanto, não são apenas as condições de solo que determinam a estrutura de uma pastagem. O efeito do pastejo também condiciona a seleção de espécies através de mecanismos de escape e tolerância (Briske, 1996). Cruz et al. (2010) testaram o efeito da pressão de pastejo e concluíram que a alta pressão de pastejo determinou uma composição florística com espécies com características foliares de utilização de recursos, enquanto que em baixa pressão de pastejo predominaram espécies de conservação de recursos.

Alem da pressão de pastejo, práticas agrícolas como a correção de solo e adubação nitrogenada influenciam na composição florística de uma pastagem (Stevens, 2010; Boggiano, 2000). Diversos estudos em pastagens nativas demonstram que diferenças na fertilidade do solo podem alterar a diversidade florística (Grime, 1994). O efeito da adubação também é notável na modificação de atributos, principalmente em relação à utilização de nitrogênio, o qual tende a aumentar a área foliar específica, reduzir o teor de matéria seca e aumentar a duração de vida da folha. Khaled et al. (2005) avaliaram o efeito do suprimento de nitrogênio (limitante e não-limitante) e da época de crescimento em gramíneas e concluíram que o teor de matéria seca e a área específica da folha diferiram entre os períodos de crescimento no tratamento nitrogenado.

Além dos atributos morfológicos, os processos fisiológicos das plantas, como a fotossíntese e a respiração, são fundamentais para compreender o funcionamento das mesmas. Tjoelker et al. (2005) concluíram que quanto maior a longevidade da folha ou raiz, menor é a taxa de respiração e a concentração de nitrogênio no tecido. Esse tipo de comportamento é bem característico em plantas com estratégia de conservação de recursos, as quais

mantêm seu metabolismo reduzido e investem o carbono em estruturas mais resistentes como paredes celulares mais espessas.

Em experimentos com condições ambientais distintas, os atributos foliares podem ser utilizados para identificar diferentes gradientes no ambiente. Nesse contexto, o atributo teor de matéria seca da folha é reconhecido como menos variável do que a área foliar específica (Garnier et al., 2001a). De acordo com a bibliografia disponível, o coeficiente de variação é maior para AFE (entre 8 e 16%) do que para TMS (entre 4 e 10%). Enquanto a área foliar específica é muito influenciada pela espessura da folha, o teor de matéria seca é muito menos variável, pois independe da espessura da folha. Assim, a área foliar específica é descrita como um melhor indicador de fertilidade do solo, pois considera os componentes de fertilidade e sombra, enquanto que o teor de matéria seca é preferível em ambientes sem influência de sombra e para distinção de espécies (Hodgson et. al. 2011; Garnier et al., 2001b).

Os atributos de folha podem também ser utilizados como indicadores na avaliação do valor nutritivo da pastagem e uso agrônômico (Duru, 2009). Nesse caso, pode-se utilizar a espécie predominante, ou em nível de comunidade, coletando folhas de forma aleatória e sem identificar as espécies (Khaled et al., 2006). Normalmente, espécies com maior teor de matéria seca possuem maior conteúdo de fibras e menor digestibilidade, conforme demonstrado por Pontes et. al. (2007), os quais relacionaram o aumento da digestibilidade com o aumento da área foliar específica e redução do teor de matéria seca.

2.6 Atributos funcionais de raiz

O sistema radicular (Figura 3) compõe a interface de contato da planta com o solo, através do qual obtém água e minerais necessários ao crescimento e desenvolvimento da planta. Assim como ocorre na parte aérea, as raízes demandam energia para manter processos vitais como respiração e absorção de íons. Desse modo, uma forma de aumentar a produção de raízes é mantendo uma massa de resíduo foliar mais elevado (Cecato et al., 2001), visto que a fonte de carboidratos para o crescimento das raízes provém da fixação de fotoassimilados nas folhas.

Contudo, como a repartição de fotoassimilados dentre os compartimentos da planta ocorre de acordo com as demandas ambientais a que a mesma está sujeita, outros fatores devem ser considerados. Por exemplo, quando o solo se torna restritivo no suprimento de água e nutrientes, a alocação de biomassa tende a ser maior para as raízes (Correia & Nogueira, 2004; Duke, 1985), de modo que ocorra uma maior exploração do solo na busca por esses recursos.

Apesar da importância deste item do sistema, a avaliação de raízes é pouco difundida na pesquisa científica devido às dificuldades em acessar os materiais e, comumente, alguns erros acontecem devido à falta de metodologias adequadas. Uma demonstração da grandeza que o sistema radicular pode possuir é bem ilustrada no trabalho feito por Ditmer em 1937, no qual avaliou o sistema radicular de uma planta de centeio (*Secale cereale*) e encontrou 13.815.672 ramificações, comprimento total de 622 km e área superficial de 237 m².

A separação de espécies em grupos funcionais através da avaliação de atributos de raiz tem a mesma importância que nas avaliações de parte aérea (Reich, 2003b; Craine et al., 2002). Um dos principais atributos é o comprimento específico da raiz (CER), equivalente à AFE, que reflete a superfície de absorção por unidade de biomassa (Leva et al., 2009), sendo expresso pela unidade m.g^{-1} . Outro atributo bastante utilizado é a densidade de tecido das raízes, que determina a massa de matéria seca em relação ao volume da raiz, sendo representada pela unidade g.cm^{-3} . Outros atributos utilizados são: diâmetro de raízes finas (mm) e distribuição da profundidade das raízes (g.m^{-3}).

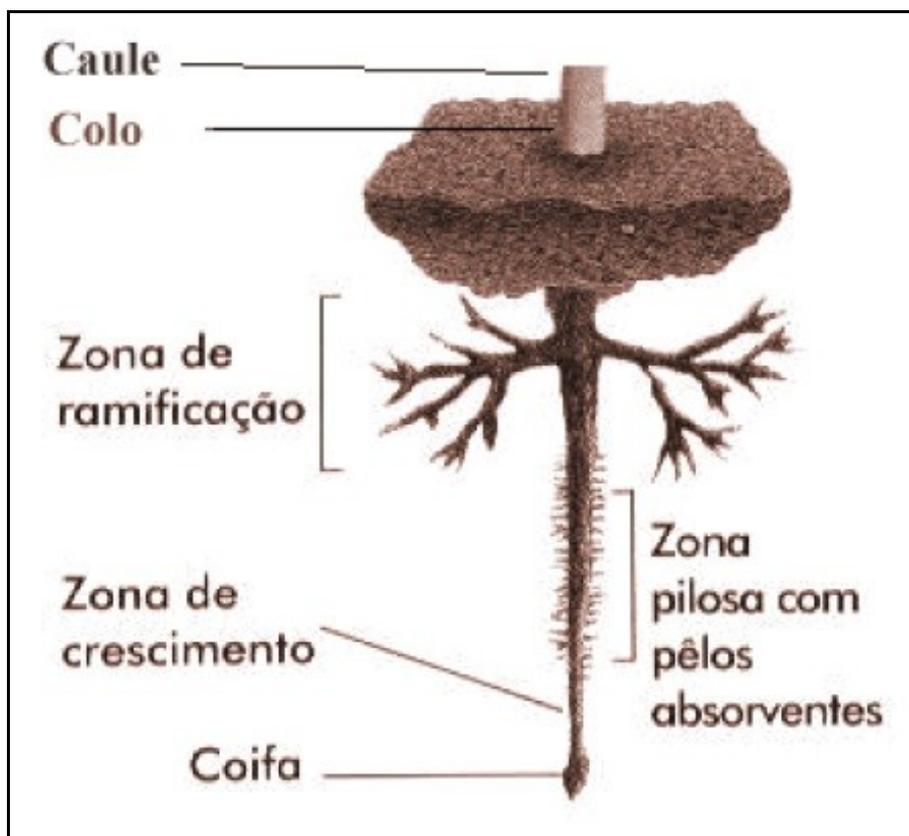


Figura 3. Morfologia externa do sistema radicular (Uberlândia, 2011).

A expansão e a distribuição das raízes refletem o modo como elas percebem as condições do solo (Dexter, 1987), as quais modificam sua arquitetura no caso de deficiência de algum nutriente (Silva & Delatorre, 2009). Tais modificações são mais comuns em relação aos nutrientes com pouca mobilidade no solo, os quais o sistema radicular consegue acessar apenas através do mecanismo de difusão de íons. Nesse processo, devido a pouca mobilidade do íon, a absorção pela raiz depende de que ela alcance os sítios no solo onde se encontra o nutriente. No caso do fósforo, um dos nutrientes menos disponíveis nos solos do Rio Grande do Sul e fundamental para o processo de divisão celular, o meristema apical da raiz, ao perceber a deficiência deste nutriente, emite um sinal que induz o crescimento de raízes laterais (Williamson, 2001) em detrimento da raiz primária, como forma de

compensar a área de absorção. Em situações de baixa disponibilidade de nutrientes, a tendência é um aumento no comprimento específico das raízes (Lavres Jr. & Monteiro, 2003; Fitter, 2002).

A estratégia que a planta utiliza para explorar os recursos do solo é muito bem representada pela morfologia das raízes, entretanto, o conhecimento a respeito das diferenças morfológicas entre espécies é bastante limitado. Normalmente, a morfologia das raízes corresponde bem com o requerimento de fósforo. Algumas espécies conseguem modificar o padrão de alocação de biomassa, quantidade de raízes finas ou densidade de massa dos tecidos das raízes, sendo comum a redução na densidade de tecidos na raiz e aumento no comprimento específico da raiz (Trubat et al., 2006) em ambientes com restrição de fósforo. Em estudos em pastagens áridas na Argentina foi possível diferenciar as espécies dominantes por meio das características morfológicas das raízes (Leva et al., 2009).

Características das plantas como a proporção de matéria seca alocada para as raízes, comprimento e diâmetro da raiz, pelos radiculares, arquitetura da raiz, associações micorrízicas e exsudatos das raízes são importantes para a aquisição de nutrientes, pois elas modificam a superfície de absorção das raízes, especialmente para nutrientes imóveis como o fósforo. Com a redução na disponibilidade de fósforo no solo, as plantas aumentaram a fração na massa de raízes e o CER e, diminuíram a massa de raízes, o comprimento, diâmetro e a densidade de massa de raízes (Hill et al., 2006). Entre os fatores que governam a resposta na proliferação das raízes, a distribuição e os níveis de nutrientes são apontados como os primeiros fatores (Croft et al., 2012), seguido pela presença ou ausência de competição e os benefícios decorrentes de associações simbióticas com micorrizas.

Fort et al. (2012) estudaram o comportamento de espécies com sensibilidade ou tolerância ao estresse hídrico e concluíram que espécies com raízes mais grossas e profundas e com baixo comprimento específico estavam mais correlacionadas com espécies cuja parte aérea indica estratégia de conservação de recursos. Por outro lado, espécies com estratégia de utilização de recursos indicada pelas características da parte aérea, são caracterizadas por alto comprimento específico das raízes, raízes com alto teor de nitrogênio no tecido e alta percentagem de raízes finas, que são indicadores de curta duração de vida da raiz e alta eficiência de absorção de nutrientes. O primeiro grupo, que apresenta estratégia de conservação de recursos, desenvolve biomassa de raízes muito superior às espécies de utilização de recursos e apresenta uma maior capacidade de seqüestro de carbono.

Alta densidade de massa de tecidos está comumente associada a espécies características de ambientes estressantes. Alta densidade de tecidos radicais e maior diâmetro foram características de plantas com grande duração de vida da raiz e baixa taxa de crescimento (Craine et al., 2001). Isso pode se justificar pela parede celular espessa e grande proporção de vasos condutores e esclerênquima (Wahl and Ryser, 2000), havendo uma estreita relação entre a estrutura dos tecidos e características de crescimento em nível de planta inteira.

Recentemente, diversos estudos têm destacado a importância da separação de raízes grossas e finas para a determinação de atributos

funcionais. Picon Cochard et al. (2012) avaliaram as variáveis massa de raízes, diâmetro, densidade de tecido das raízes, comprimento específico das raízes, conteúdo de nitrogênio das raízes, lignina, FDN e FDA em 13 espécies de gramíneas perenes. Nesse estudo, foi feita a separação das raízes de acordo com o tamanho, as quais foram analisadas em 3 classes (fina, grossa e misturada). Concluiu-se que para todas as espécies a ordem de ramificação influencia no resultado do atributo analisado, e que a estação pode influenciar de acordo com o atributo e o diâmetro da raiz. Também identificaram que a taxa de respiração da raiz diminui com o aumento da densidade de tecidos, estando relacionado a uma maior duração de vida.

A compreensão do funcionamento de folhas e raízes é fundamental para prever mudanças nos ecossistemas e nas plantas, contudo, é necessário também identificar as relações que ocorrem entre esses dois compartimentos. Poucos estudos tentaram identificar mecanismos de troca entre a parte aérea e o sistema radicular das plantas. Maire et al. (2009) estudaram em 13 espécies de gramíneas os mecanismos de aquisição de nitrogênio pelas raízes e utilização do nitrogênio na parte aérea, e identificaram 3 mecanismos de troca: o aumento da massa de raízes quando a área específica da raiz diminui, um incremento na área das raízes quando a capacidade de influxo de N diminui e, a capacidade de influxo de nitrato nas raízes aumenta quando a capacidade de influxo de amônio diminui.

2.7 O gênero *Paspalum* e o *P. notatum*

O gênero *Paspalum* é o que apresenta maior importância sob o ponto de vista forrageiro para as pastagens nativas do Rio Grande do Sul, podendo ser encontradas 62 espécies (Boldrini et al., 2005). As principais características deste gênero são: espiguetas plano convexas e o ápice da lâmina foliar geralmente agudo. Dentro deste gênero, o *Paspalum notatum* é considerado a principal espécie, sendo a mais freqüente em todas as regiões fisiográficas do Rio Grande do Sul e contribuindo de forma expressiva para a cobertura dos campos.

O *Paspalum notatum* é uma espécie perene, nativa da América do Sul, sendo popularmente conhecida na região Sul do Brasil como “grama-forquilha” devido a sua inflorescência de ramos conjugados, ou ainda como “grama batatais” no restante do país. Além da sinflorescência, a espécie é facilmente identificada no campo pelas lâminas foliares que apresentam ápice agudo e, ainda, pela presença de rizomas supraterrâneos que lhes conferem características adaptativas a várias perturbações do ambiente, sendo encontrado principalmente em áreas secas e com alta pressão de pastejo (Girardi-Deiro e Gonçalves, 1985).

O rizoma caracteriza-se como uma estrutura de reserva da planta responsável pela reprodução assexuada, formado por vários entrenós cobertos pela bainha das folhas. De cada entrenó surge um fitômero com folhas alternadas e com ápice agudo e sistema radicular formado por uma raiz de ramificação primária perpendicular ao solo e suas ramificações (Figura 4). O modo de reprodução é predominantemente apomítico, ou seja, todos os descendentes possuem o mesmo vigor dos pais.

Entretanto, não é apenas o rizoma o responsável pela

predominância desta espécie nas pastagens naturais. A sua capacidade de adaptação às diferentes condições de clima e solo do RS são comprovadas pela diversidade de ecótipos (Steiner, 2005). As principais diferenças morfológicas encontradas nos ecótipos estão relacionadas ao vigor, dimensão e pilosidade das folhas, altura dos colmos floríferos, número e comprimento dos ramos da inflorescência e dimensão e coloração das espiguetas. Considerando esses critérios, Barreto (1974) identificou diferentes formas de *Paspalum notatum* ocorrentes no RS: Capivari (comum no litoral), a forma gigante (encontrada nos Campos de Cima da Serra e Planalto), a forma Uruguaiana (encontrada na região da Campanha) e a forma comum. Características como a posição dos meristemas basais, pequena estatura, presença de órgãos de reserva subterrâneos e rápido crescimento são citadas por diversos autores (Anderson & Briske, 1995; Coughenour, 1985) como comuns em espécies de gramíneas adaptadas a condições de semiárido e pastejo.



Figura 4. Detalhe de um indivíduo de *Paspalum notatum* (Eldorado do Sul – RS, 2013).

Comparando três espécies do gênero *Paspalum* (*P. notatum*, *P. guenoarum* e *P. lividum*) sob diferentes doses de nitrogênio (0, 60, 180 e 360 kg N.ha.ano⁻¹), Townsend (2008) concluiu que os biótipos de hábito rizomatoso (*P. notatum*) e cespitoso (*P. guenoarum*) foram mais produtivos do que o biótipo de hábito estolonífero (*P. lividum*), e apresentaram resposta linear nas doses de nitrogênio utilizadas.

A importância desta espécie é destacada nas pastagens nativas do Bioma Pampa devido ao seu importante valor agrônomo. Isso é justificado tanto pelo seu elevado potencial produtivo e resposta à adubação nitrogenada

quanto pela qualidade forrageira, além de boa resistência ao frio.

Cruz et al. (2010) avaliaram a diversidade funcional de gramíneas em função da pressão de pastejo. Neste estudo, a espécie *Paspalum notatum* esteve presente em todos os poteiros avaliados, com frequência de ocorrência que variou de 10 a 64% em função do aumento na pressão de pastejo. No entanto, os valores de área foliar específica e teor de matéria seca mantiveram-se estáveis, apesar da modificação no tamanho das lâminas foliares, as quais diminuíram conforme o aumento da pressão de pastejo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

O experimento foi conduzido no ano de 2013 na Estação Experimental Agronômica (EEA) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), situada as margens da rodovia BR-290, km 146, no município de Eldorado do Sul - RS. A Estação Experimental faz parte da região fisiográfica da Depressão Central do RS, apresenta relevo levemente ondulado e altitude média de 46 m.

3.2 Clima

O clima da região é classificado, segundo Koppen, como subtropical úmido (Cfa). A precipitação varia de 1400 a 1700 mm, com períodos de déficit hídrico no verão (média histórica). As temperaturas médias anuais variam entre 11 e 24°C, com ocorrência de geadas no inverno. Os períodos de avaliação (jan, mai e set) caracterizaram-se pelo excesso hídrico na primavera (set), enquanto que, no verão (jan), os efeitos de excesso e déficit se equivalem (Figura 5).

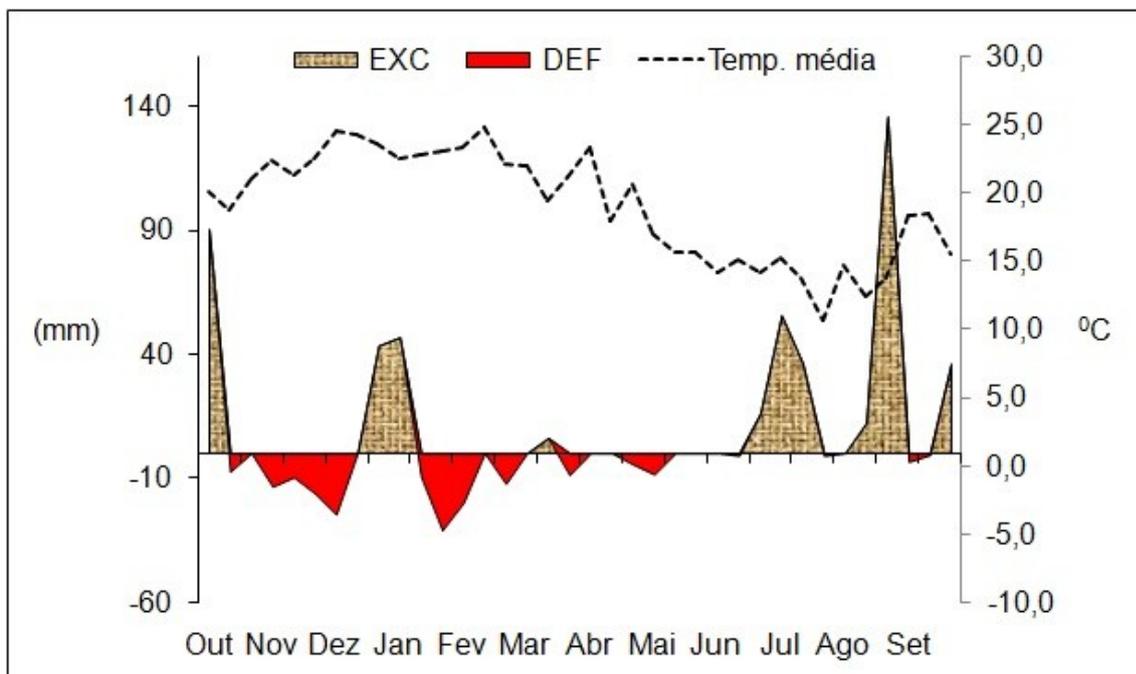


Figura 5. Balanço hídrico (segundo Thorntwaite & Matter, 1955) indicando períodos de déficit ou excesso hídrico entre outubro de 2012 e setembro de 2013.

3.3 Solo

A área experimental localiza-se sobre um Argissolo Vermelho Distrófico típico (Embrapa, 1999), o qual se caracteriza por ser profundo e bem drenado, com textura franco arenosa. A caracterização química do solo nas diferentes condições de fertilidade do solo é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização química do solo das unidades experimentais* na camada 0-10 cm

Tipo de solo	pH	P	K	Al	CTC	Sat. Bases	Sat. Al	M.O
	(H ₂ O)	(mg/dm ³)		(cmol _c /dm ³)		%		
SN	4,7	4,4	52,3	0,8	7,3	23,3	29,4	2,4
SNC	5,2	28,0	124,3	0,2	6,9	53,7	4,5	3,1
SNCN	5,2	11,0	77,3	0,2	9,2	52,0	4,1	3,7

*média das 3 unidades experimentais de cada potreiro;

**teor de argila: 13,3%.

3.4 Delineamento experimental e amostragem

A área experimental consistiu de três potreiros com pastagem nativa (Apêndice 3), os quais vêm sendo conduzidos com pastejo controlado (oferta de forragem em torno de 12% do peso vivo) há mais de 15 anos. Cada potreiro apresenta um histórico de fertilidade do solo distinto (Tabela 1), sendo solo nativo (SN), solo nativo corrigido com calcário, fósforo e potássio (SNC) e solo nativo corrigido com calcário, fósforo, potássio e uma aplicação anual de 100 kg nitrogênio em cobertura em dezembro (SNCN). O histórico de fertilidade nos potreiros adubados também iniciou há mais de 15 anos.

Em cada potreiro foram escolhidas 3 unidades experimentais que distavam de 20 a 60 metros entre si e localizavam-se na mesma posição topográfica (meia encosta). O critério para a escolha das unidades experimentais foi a cobertura de solo, por observação visual, maior do que 90% com a espécie *Paspalum notatum*. Em cada unidade experimental foram coletadas 2 amostras e a média das mesmas foi considerada como o valor da unidade experimental. A amostragem consistiu num quadrado com 0,25m² no qual foram coletadas folhas e raízes.

3.5 Coleta e análise

As coletas foram realizadas no ano de 2013 em 25 de janeiro (verão), 16 de maio (outono) e 20 de setembro (primavera). Desse modo, foram utilizadas como variáveis nas avaliações dos atributos a estação de crescimento e o nível de fertilidade do solo.

A coleta das folhas seguiu o protocolo de Garnier et al. (2001a) e Cornelissen et al. (2003) e consistiu no corte raso de indivíduos de *Paspalum notatum* que foram imediatamente armazenados em sacos plásticos com água deionizada e mantidos em sacola térmica por 4 horas para re-hidratação. Após isso, foram selecionadas, no mínimo, 10 folhas mais jovens completamente expandidas, não danificadas, das quais foram separadas as lâminas e pesadas para determinação da massa fresca e escaneadas para determinação de área foliar através do software ImageJ (ImageJ, 2012). Posteriormente, as amostras

foram colocadas em estufa de ar forçado a 60°C durante 72 horas para determinação da massa seca. Os resultados de massa seca e área foliar foram utilizados na determinação da área foliar específica (AFE: m².kg⁻¹) e os resultados de massa seca e massa úmida foram utilizados na determinação do teor de matéria seca das folhas (TMS: mg.g⁻¹).

A coleta das raízes consistiu na remoção de leivas na unidade experimental com pá de corte e a separação das raízes. Em mais de 90% das amostras o sistema radicular era composto por uma raiz de ramificação primária perpendicular ao solo, apenas na área não-adubada foram encontradas algumas amostras que apresentavam ramificações secundárias, as quais não foram contabilizadas por se tratarem de raízes mais finas do que a raiz primária (Picon Cochard et al., 2012). No laboratório, as amostras de raízes foram lavadas e, com o auxílio de uma lupa foram selecionadas, no mínimo, 10 raízes absorptivas (correspondente a zona pilosa da raiz), as quais foram medidas com escalímetro e colocadas para secar em estufa de ar forçado a 60°C durante 72 horas. Posteriormente, as amostras foram queimadas em mufla para determinação da massa de matéria orgânica (MO). Esse procedimento foi adotado com o objetivo de evitar erros por contaminação. Os resultados de comprimento e massa da MO foram utilizados na determinação do comprimento específico das raízes (CER: m.g⁻¹).

3.6 Ajuste da carga animal

O efeito animal foi mantido através do uso de terneiras cruzadas com predominância da raça Angus, com aproximadamente 10 meses de idade (peso médio de 180 kg). O pastejo foi conduzido em lotação contínua com carga variável, na oferta de forragem de 12 kg de MS por dia para cada 100 kg de peso vivo animal. O ajuste de carga foi feito através do controle de peso dos animais e da produção de matéria seca da pastagem, conforme a equação que segue abaixo:

$CA = \{[MFI/n] + TA\} * 100 / OF$, onde:

CA: carga animal alocada ao potreiro no período (kg);

MFI: massa de forragem inicial do período (kg);

TA: taxa de acúmulo diária de forragem (kg MS.dia⁻¹);

OF: oferta de forragem pretendida.

Os animais foram pesados antes da entrada nos potreiros e a cada 28-30 dias, permanecendo em cada potreiro 2 ou 3 animais testers e o restante da lotação sendo ajustada com animais reguladores conforme a oferta de forragem pretendida. A produção de forragem foi controlada com o uso de três gaiolas de exclusão em cada potreiro, as quais foram avaliadas a cada 28-30 dias, quando foi feito o corte da forragem e a realocação da gaiola. Junto dessa avaliação foi feita a estimativa de massa residual dos potreiros, tendo-se como referência as massas de forragem das gaiolas e mais uma avaliação visual.

3.7 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância em 5% de significância, utilizando-se o procedimento MIXED com análise repetida no tempo (estação do ano) do pacote estatístico SAS (2006) e, quando detectadas diferenças entre as médias, estas foram comparadas pelo teste de Tukey

($P < 0,05$). O coeficiente de correlação de Pearson foi utilizado para determinar o nível de correlação entre as variáveis área foliar específica e comprimento específico da raiz e, comprimento específico da raiz e balanço hídrico do período de crescimento da raiz.

Para determinar o período de crescimento da raiz, considerou-se o filocrono de 156 GD (Eggers et al., 2004) e uma média 5 folhas no momento da amostragem. Assim, retrocedeu-se 750 GD antes da coleta para fazer o balanço hídrico do período de crescimento da raiz.

O modelo matemático referente à análise das variáveis estudadas é representado por:

$$Y_{ij} = \mu + F_i + E_j + (FE)_{ij} + \varepsilon, \text{ onde:}$$

Y_{ij} : representa as variáveis dependentes;

μ : média de todas as observações;

F_i : efeito do nível de fertilidade do solo;

E_j : efeito da época de crescimento;

$(FE)_{ij}$: efeito da interação entre nível de fertilidade do solo e época de crescimento;

ε : erro experimental residual.

4. RESULTADOS

A série de valores de AFE variou entre 15,8 e 28,3 m².kg⁻¹, sendo similares aos encontrados por Durante et al. (não publicado) e Cruz et al. (2010) para esta mesma espécie. Para CER, a série de valores foi entre 4,4 e 11,9 m.g⁻¹, e para TMS entre 251,1 e 397 mg.g⁻¹. Os valores mínimo, máximo, média, mediana, moda e coeficiente de variação para os atributos AFE, CER e TMS são apresentados na Tabela 2. Os valores obtidos para AFE, CER e TMS apresentaram coeficientes de variação condizentes com o citado por Cornelissen et al. (2003).

Tabela 2. Mínimo, máximo, média, mediana, moda e coeficiente de variação (C.V) das variáveis área foliar específica (AFE), comprimento específico da raiz (CER) e teor de matéria seca (TMS) de *Paspalum notatum*, considerando todos os níveis de fertilidade do solo e épocas de crescimento.

Variável	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Moda	C.V (%)
AFE	15,8	28,3	23,3	23,0	20,9	14,9
CER	4,4	11,9	7,3	6,5	5,9	26,3
TMS	251,1	397	306,3	299,8	----	11,5

O atributo AFE foi afetado significativamente pela interação Fertilidade do solo x Época (Tabela 3). Na avaliação da primavera verificaram-se maiores valores de AFE, independentemente do nível de fertilidade, enquanto nas demais estações (verão e outono) somente se mantiveram esses valores elevados nas plantas submetidas a maiores níveis de adubação (SNCN).

O nível de fertilidade do solo não influenciou o atributo CER, mas houve efeito da época de crescimento, com valores superiores na primavera. Os valores de TMS não diferiram entre si nas duas épocas avaliadas (verão e outono), e tampouco com a fertilidade do solo, apresentando valor médio de 306 mg.g⁻¹.

O coeficiente de correlação de Pearson indicou correlação

significativa entre AFE e CER, AFE e estação, CER e estação e, CER e balanço hídrico da época de crescimento da raiz (Tabela 4).

Tabela 3. Análise estatística para as variáveis área foliar específica (AFE), comprimento específico da raiz (CER) e teor de matéria seca (TMS) em *Paspalum notatum* submetido a três níveis de fertilidade do solo e três épocas de crescimento. A significância para fertilidade e época é indicada para as diferentes variáveis; ns: $P > 0.05$; *: $P < 0.05$; **: $P < 0.01$; ***: $P < 0.001$. Os graus de liberdade para fertilidade, época e fertilidade x época foram 2, 2 e 4, respectivamente

Variáveis	Fertilidade		Época		Fertilidade x Época	
	F	P	F	P	F	P
AFE	20,33	***	52,37	***	3,09	*
CER	1,77	ns	17,75	***	1,44	ns
TMS	1,04	ns	0,02	ns	3,74	ns

Tabela 4. Correlações, número de amostras, coeficiente de correlação e probabilidade para as variáveis área foliar específica (AFE), comprimento específico da raiz (CER), balanço hídrico da raiz (BHR) e estação de crescimento

Correlação	N	R	P
AFE x CER	27	0,49732	0,0083
AFE x Estação	27	0,59066	0,0012
CER x Estação	27	0,64853	0,0003
CER x BHR	66	0,62347	<0,0001

5. DISCUSSÃO

5.1 Teor de matéria seca da folha (TMS)

O atributo teor de matéria seca da folha (TMS) indica a proporção de matéria seca em relação ao peso da folha completamente hidratada. Geralmente, valores elevados de TMS estão associados a habitats com baixa disponibilidade de recursos (água e nutrientes), onde predominam espécies com estratégia de crescimento lento como *Aristida spp.*, que apresenta TMS de 500 mg.g⁻¹. Entretanto, além dos gradientes de fertilidade do solo, a pressão de pastejo também pode atuar como selecionadora de espécies. Nesse caso, em ambientes com alta diversidade florística, ocorre a predominância de espécies com baixo TMS em situação de alta pressão de pastejo (Cruz et al., 2010).

Neste estudo, o nível de fertilidade do solo ($P=0,3896$) e a estação de crescimento ($P=0,8956$) não influenciaram o atributo TMS, obtendo-se um valor médio de 303 mg.g⁻¹. O atributo TMS é reconhecido como menos variável do que a área foliar específica (Garnier et al., 2001a), pois independe da espessura da folha, sendo mais recomendado como indicador para distinção de espécies (Hodgson et al. 2011; Garnier et al., 2001b), enquanto que, a AFE é um melhor indicador para gradientes de fertilidade do solo.

Apesar da ausência de efeito da fertilidade do solo sobre TMS, o efeito da adubação nitrogenada na redução do teor de matéria seca da folha foi constatado por Pontes et al. (2007) e Khaled et al. (2005). No presente estudo não houve efeito da adubação nitrogenada no período de verão, no qual foram aplicados 100 kg de nitrogênio na forma de uréia. No entanto, o período de aplicação do nitrogênio foi acompanhado de restrição hídrica no solo, o que pode ter contribuído para a ausência de efeito da adubação nitrogenada.

5.2 Área foliar específica (AFE)

O atributo AFE expressa a eficiência da planta em transformar uma grama de matéria seca em área fotossinteticamente ativa, sendo um dos atributos responsáveis pela produtividade primária (Pontes et al., 2010). Embora seja uma espécie com alta frequência em solos secos e pobres em nutrientes, *Paspalum notatum* apresenta características foliares de uma espécie utilizadora de recursos (Cruz et al., 2010). Isso se confirma na avaliação de Eggers et al. (2004), que obtiveram um valor médio para o filocrono de 156 Grau-Dia (GD) na primavera e no verão, nas mesmas condições de solo nativo deste experimento, indicando que se trata de uma planta de crescimento rápido.

Espécies C4, como o *Paspalum notatum*, conseguem manter a eficiência fotossintética mesmo com o aumento das temperaturas e

apresentam menor taxa de respiração. Assim, apesar de importante para a eficiência fotossintética da planta, o aumento da área foliar é menos relevante para espécies C4 do que espécies C3. Comparando *P. notatum* com *Lolium multiflorum* (espécie C3), ambas com filocrono semelhante, a maior AFE para *L. multiflorum*, em torno de 30-40 m² g⁻¹, representa maior potencial fotossintético para esta espécie. Porém, devido à menor AFE, *P. notatum* apresenta maior duração de vida da folha, o que aliado a eficiência fotossintética torna-se uma vantagem competitiva para esta espécie.

No presente experimento, a situação mais restritiva para o desenvolvimento foliar ocorreu na avaliação de janeiro de 2013 devido ao déficit hídrico e às altas temperaturas (Figura 5). Nesse período, sob essa condição climática foi observado um aumento gradativo dos valores de AFE (Figura 6) com o aumento da fertilidade do solo (18,6, 22,4 e 25,0 m² kg⁻¹ para SN, SNC e SNCN, respectivamente). Esse mesmo tipo de resposta também ocorreu na avaliação de maio, embora com valores de resposta relativamente mais baixos (18,4, 21,6 e 22,6 m² kg⁻¹ respectivamente). Já nas condições de primavera (setembro), não houve diferença entre os níveis de fertilidade e todos os valores de AFE foram relativamente elevados (27,0 m² kg⁻¹ em média).

As modificações observadas em AFE são um bom indicador de variação na disponibilidade de recursos no ambiente. Conforme a Figura 5, verifica-se que na primavera não houve restrição hídrica, as temperaturas estão próximas do ideal e comprimento do dia tampouco impõe restrições ao crescimento da espécie. Nestas condições a disponibilidade de N nativo também é incentivada e a taxa de aparecimento foliar e a taxa de alongação foliar são otimizadas mesmo nas áreas não adubadas, devido ao efeito positivo do N sobre fixação de C via fotossíntese. Na avaliação de outono (maio), não houve restrição hídrica e as temperaturas mostravam-se igualmente adequadas. No entanto, nessa época do ano, o comprimento do dia começa a ser limitante para *P. notatum* (Mislevy et al., 2001), e mesmo os níveis mais altos de fertilidade não superaram esse efeito de dormência fisiológica.

Desta forma, excetuando a restrição imposta por dias curtos, a melhoria na condição de fertilidade do solo contribuiu para o incremento em AFE (Tabela 5), demonstrando que níveis adequados de nutrientes minerais podem contribuir para o desenvolvimento foliar em *Paspalum notatum*. O efeito do nitrogênio no incremento AFE é bem conhecido (Pontes et al., 2007; Duru et al., 1995), e fica evidenciado na avaliação de verão, onde apesar do déficit hídrico houve incremento em AFE (SNCN>SN). Contudo, na primavera o efeito da adubação no verão anterior não se manifestou e todos os tratamentos foram equivalentes.

A correção da acidez do solo e do fósforo nos tratamentos SNC e SNCN pode ter contribuído para este aumento, visto que o fósforo é considerado um dos principais limitantes para o desenvolvimento celular, sendo bastante limitado nos solos ácidos do RS. Em geral, nos solos do RS, além do baixo teor de fósforo ocorre redução na disponibilidade do mesmo devido à alta saturação por alumínio, o que ficou caracterizado no experimento. Por outro lado, na situação não limitante de primavera, houve um incremento em AFE em todos os níveis de fertilidade, sendo que esses não diferiram entre si.

Tabela 5. Comparação das médias para Área Foliar Específica de *Paspalum notatum* em diferentes níveis de fertilidade do solo e estações de crescimento

Fertilidade\Estação	Verão	Outono	Primavera
SN	18,6 de	18,4 e	26,3 ab
SNC	22,4 cd	21,6 cde	27,0 a
SNCN	25,0 abc	22,6 bc	27,6 a

O efeito da estação sobre AFE também foi obtido por Khaled et al. (2005). Como já foi comentado, essa espécie é a que mais se destaca nas pastagens nativas do RS, apresentando uma grande variedade de ecótipos, o que demonstra a sua capacidade de adaptação aos diferentes ambientes.

5.3 Comprimento específico da raiz (CER)

As modificações em CER ainda não são bem esclarecidas, visto a complexidade relacionada aos diferentes sistemas radiculares, além de ser uma área de estudo que ganhou maior atenção apenas nas últimas duas décadas. No entanto, algumas síndromes entre utilização e conservação de recursos começam a ser melhor definidas como, por exemplo, o comprimento específico da raiz e o seu conteúdo de nitrogênio (Fort et al., 2012), e indicam boa relação com a funcionalidade do sistema radicular.

O sistema radicular de *Paspalum notatum* neste estudo apresentou de forma majoritária apenas uma raiz de ramificação primária com diâmetro maior, sendo considerada uma raiz grossa, e com comprimento variando entre 8 e 15cm. Nas unidades experimentais em Solo Nativo (SN), ocorria a presença de alguns indivíduos com aspecto fenológico mais avançado que apresentavam raízes laterais, o que é condizente com a bibliografia disponível (Silva & Delatorre, 2009; Willianson, 2001) que cita que em condições de restrição de nutrientes a planta emite maior número de raízes finas. Apesar disso, o nível de fertilidade não influenciou CER ($P > 0,2020$).

Essa descrição do sistema radicular formado por uma única raiz pode ser explicada pela estratégia de crescimento estar associada a elementos compensadores como as associações com micro-organismos do solo. A associação com bactérias fixadoras de nitrogênio e micorrizas é fundamental para o crescimento e desenvolvimento das plantas em situações de estresse (Mohammadi et al., 2011; Hartnett e Wilson, 2002), as quais são capazes de prover água e minerais em condições limitantes de solo.

As principais diferenças químicas entre os solos foram o teor de fósforo e a saturação por bases e alumínio. A condição de Solo Nativo caracterizou-se pelo baixo teor de fósforo, alta saturação por alumínio e baixa saturação por bases, contrastando com as áreas corrigidas que apresentaram teor médio e alto de fósforo, baixa saturação por alumínio e relativamente alta saturação por bases. Essas condições contrastantes por si só já são suficientes para a seleção de espécies, porém, em todas as áreas a frequência de *Paspalum notatum* foi bastante elevada, o que indica que essa espécie é altamente adaptada a essas características de solo.

Modificações em CER devido à diferença de fertilidade são relatadas na bibliografia e eram esperadas nas avaliações. Entretanto, o incremento em

CER deu-se pelo efeito da época de crescimento (Figura 6). Esse efeito pode estar relacionado a disponibilidade de água no solo, que fica evidenciado pela correlação positiva de 0,62347 ($P < 0,0001$) entre CER e balanço hídrico do período. Além disso, percebe-se um incremento na correlação quando os níveis de fertilidade foram analisados isoladamente (Tabela 6), o que pode ser explicado pela redução na variabilidade dos solos nas áreas estudadas.

Tabela 6. Coeficientes de correlação entre comprimento específico da raiz e balanço hídrico no período de desenvolvimento da raiz para os diferentes níveis de fertilidade do solo

Nível de fertilidade	R	P
SN	0,45011	0,0406
SNC	0,62408	0,0011
SNCN	0,77673	<0,0001

Incrementos em CER têm sido frequentemente encontrados em resposta a limitação de nutrientes (Trubat et al., 2006; Fitter, 2002; Schippers & Olf, 2000). No entanto, fica evidenciado na bibliografia que essas modificações costumam ocorrer em raízes finas, diferentemente deste estudo, onde foi avaliada apenas a raiz de ramificação primária.

A disponibilidade de fósforo no solo é bem correlacionada com a morfologia da raiz (Hill et al., 2006), mas não apresenta um padrão de resposta a esse nutriente. De acordo com a espécie pode ocorrer modificação na quantidade de raízes finas, no padrão de alocação de biomassa ou na densidade de massa de tecido das raízes. Em situação de limitação de fósforo, Fort et al. (não publicado) obteve incremento em CER, entretanto, as médias obtidas (em torno de 200 m.g^{-1}) indicam que se tratava de raízes finas, as quais possuem estrutura diferente em relação às raízes grossas.

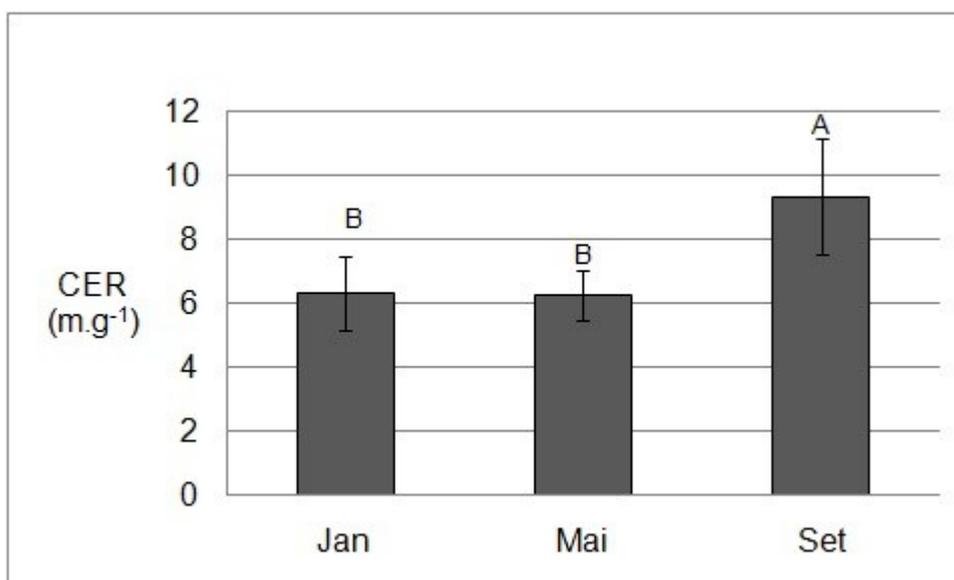


Figura 6. Efeito da época de crescimento (Jan, Mai, Set) sobre CER de *Paspalum notatum* (média dos três níveis de fertilidade do solo).

A estrutura radicular de *P. notatum* avaliada neste estudo contradiz algumas referências da literatura, como o aumento de CER e modificação da arquitetura da raiz para compensar a baixa disponibilidade de fósforo. Uma possível causa para isso pode ser a associação com fungos micorrízicos arbusculares (FMA), a qual foi demonstrada por Chu et al. (1998), que encontraram em média 69% de taxa de colonização por FMA em raízes de *Paspalum notatum*.

Espécies de ambientes estressantes costumam apresentar um sistema radicular bastante denso em tecidos devido ao espessamento das paredes celulares (Craine et al., 2001; Cunningham et al., 1999). Esse tipo de comportamento é característico em espécies com estratégia de conservação de recursos, as quais mantêm seu metabolismo reduzido e investem o carbono em estruturas mais resistentes como paredes celulares mais espessas (Wahl e Ryser, 2000), aumentando a longevidade da raiz, e apresentando baixa taxa de respiração e concentração de nitrogênio no tecido (Tjoelker et al., 2005). Além disso, o aumento no diâmetro da raiz está associado à alta capacidade de transporte de água por unidade de comprimento da raiz (Hernández et al., 2010), fazendo com que o investimento de carbono na raiz seja mais proveitoso para a planta.

Além do fósforo, a baixa disponibilidade de nitrogênio é um dos principais limitantes em pastagens, fazendo com que muitas espécies não persistam em ambientes com restrição de nitrogênio. Nessas situações, o atributo densidade de comprimento das raízes é mencionado como o principal atributo da raiz que influencia na eficiência da absorção de nitrogênio, em condições limitantes (Fargione e Tilman, 2006).

Nas condições do RS, onde os solos são ácidos e com baixo teor de MO, a disponibilidade de nitrogênio é bastante restrita. Porém, a estrutura reduzida do sistema radicular de *P. notatum* observada neste estudo indica que a planta não aumenta seu CER para compensar a deficiência de nitrogênio. Esse fato é mais um indicio da associação com bactérias diazotróficas relatada por Boddey et al. (1983), que estimaram em torno de 10% do nitrogênio utilizado como proveniente da fixação biológica.

Como todas as gramíneas, *P. notatum* é altamente responsivo à adubação nitrogenada, porém, mesmo em condição limitante de nitrogênio, alguns ecótipos podem produzir até 6500 kg de MS por hectare ao ano (Townsend, 2008), o que evidencia a adaptação e o potencial desta espécie.

Além da disponibilidade de nutrientes minerais no solo, a disponibilidade de água também pode influenciar na modificação de CER (Nicotra et al., 2002). Neste estudo, foi observado que no período da primavera houve melhor condição de disponibilidade hídrica no solo (Figura 5), o que pode ter ocasionado um incremento em CER neste período. Fort et al. (não publicado) testaram o efeito da restrição hídrica em CER e não obtiveram incremento significativo, apesar dos resultados apresentarem uma tendência no incremento de CER com o aumento na disponibilidade hídrica.

5.4 Relação entre AFE e CER

A correlação entre atributos de parte aérea e de raiz é indicada na literatura e evidencia que alterações no ambiente induzem a modificações na

alocação de carbono em ambos os compartimentos. Fort et al. (2012) avaliou 9 espécies de gramíneas, as quais foram separadas em dois grupos relacionados a estratégia de crescimento e habitat, e obteve correlações entre 0,83 e 0,93 para AFE e CER.

No presente estudo os dois atributos apresentaram correlação significativa moderada ($r=0,50$). Essa relação entre os dois atributos foi melhor descrita por um modelo quadrático, conforme representado na Figura 7. No entanto fica difícil estabelecer um significado biológico para esse tipo de relação em que CER aumenta tanto com baixos como com altos valores de AFE.

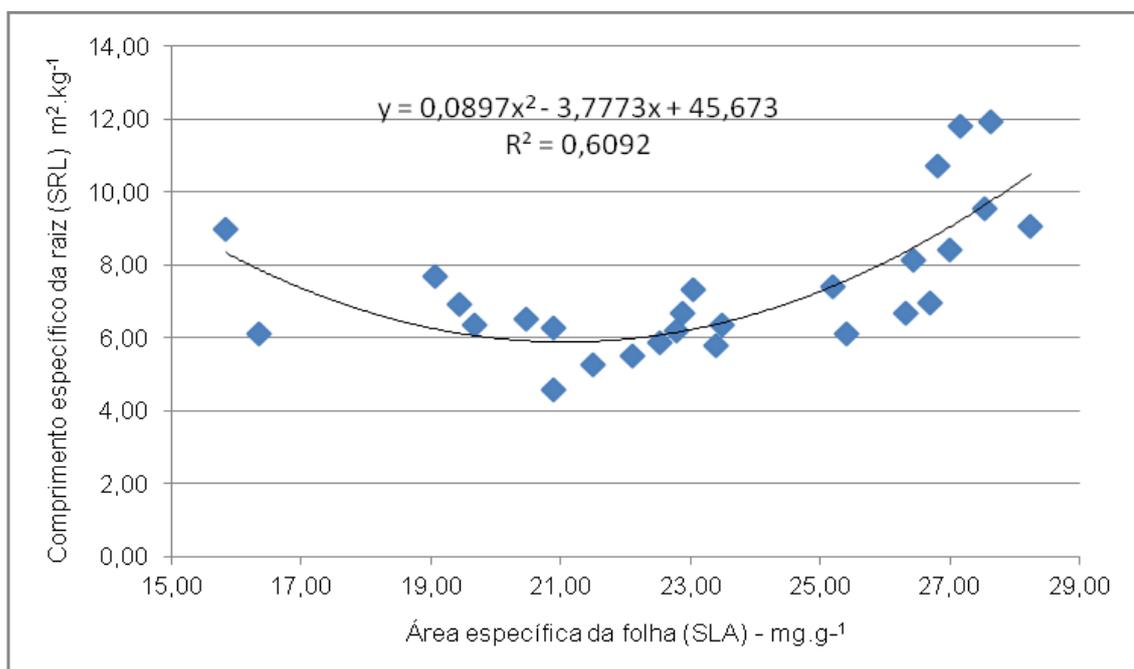


Figura 7. Relação entre AFE e CER considerando todos os tratamentos em todas as épocas ($p=0,0083$).

No caso presente, pode-se atribuir a baixa correlação à maior variabilidade nas características do solo não fertilizado. De fato, quando se estabelece a relação acima descrita sem considerar os dados obtidos no tratamento SN, a relação melhora sensivelmente ($R^2= 0,71$) e passa a ter algum significado biológico mais lógico, como pode ser observado na Figura 8. É possível, portanto, que ambos atributos necessitem uma amostragem com maior número de indivíduos/repetições, para melhor representar a condição média do solo em sua condição natural.

Portanto, ambos atributos alteram-se de forma similar quando ocorrem alterações sobretudo nas condições meteorológicas (Figura 9), onde todos os pontos correspondentes aos valores mais altos são aqueles registrados na amostragem de primavera. Isso está de acordo com diversos autores que ressaltam a hipótese de que as plantas desenvolvem características similares de aquisição de recursos pela raiz e parte aérea (Kembel & Cahil, 2011; Craine & Lee, 2003).

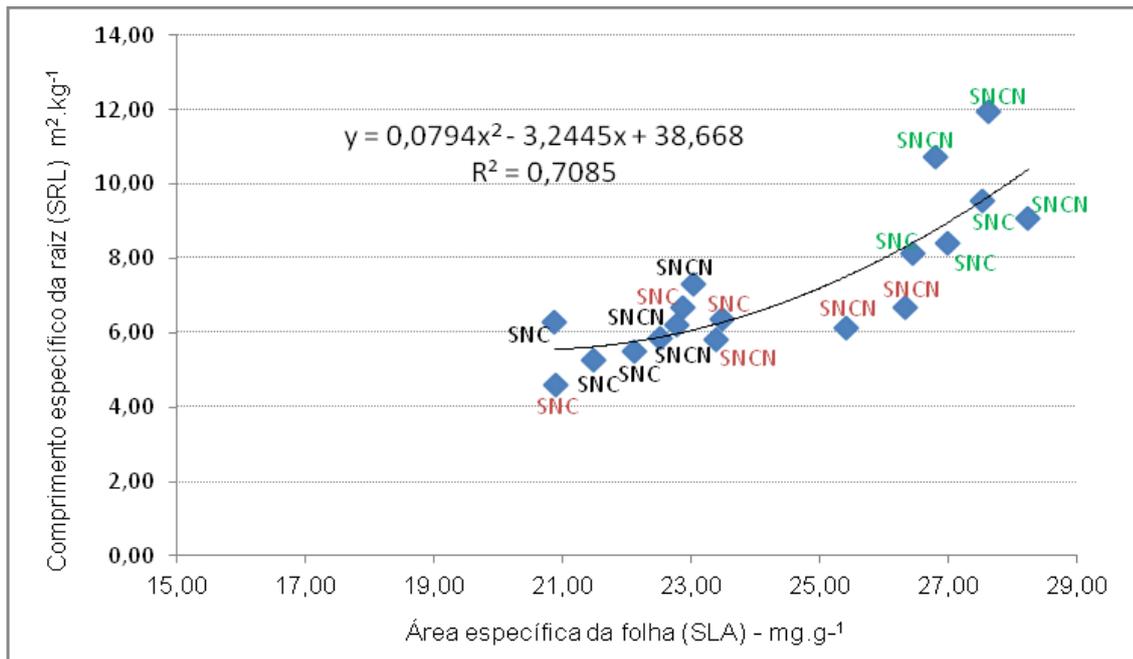


Figura 8. Relação entre AFE e CER, excluindo-se os dados da área sem correção e adubação do solo.

Por outro lado, enquanto os valores elevados obtidos para AFE indicam que se trata de uma espécie com estratégia de utilização de recursos (Eissenstat, 2000; Reich & Walters, 1992), os baixos valores para CER caracterizam uma espécie de crescimento lento. Esse tipo de observação foi relatada por Liu et al. (2010), no entanto, em nível de comunidade. Espécies de conservação de recursos podem manter sua produtividade mesmo em situação de limitação de nutrientes (Liancourt et al., 2005), o que pode sugerir que, de fato, *Paspalum notatum* seja uma espécie de conservação de recursos, considerando sua frequência, persistência e produção forrageira destacada em todas as regiões pastoris do RS.

Essa discrepância nas características funcionais entre alguns atributos da parte aérea e atributos de raiz pode ser um indicativo da evolução desta espécie, visto que as síndromes de aquisição ou conservação de recursos são uma resposta evolucionária às características do ambiente (Reich, 2003b). A condição predominante de solo nas pastagens do RS é a de solo nativo, sendo poucas as áreas que recebem correção de fertilidade. As características de solo do RS aliadas ao déficit hídrico histórico registrado em alguns verões caracterizam um ambiente bastante estressante nesse período, o que exige uma estrutura morfológica, fisiológica ou bioquímica do sistema radicular mais adaptada para suportar essas adversidades. Porém, nos demais períodos do ano, a condição climática se torna mais amena. Os baixos valores de CER obtidos neste estudo indicam que *P. notatum* pode ter evoluído de modo a se adaptar e sobreviver à época de seca no verão e às limitações de fertilidade dos solos nativos do RS, como a toxidez por alumínio e o baixo nível de fósforo.

Estruturas de reservas, como o rizoma, podem atuar como fonte de carboidratos solúveis para a emissão das primeiras folhas e raízes da planta.

No caso de *P. notatum*, como a planta está em constante desenvolvimento na maior parte do ano e, portanto, o rizoma pode atuar como fonte inicial de energia para o crescimento da planta. Porém, essas estruturas têm capacidade de suportar o desenvolvimento apenas da primeira folha. Após isso, a planta torna-se autônoma, dependendo da própria capacidade de absorção de nutrientes e fotossíntese para se desenvolver (Pierce et al., 1969). Acrescenta-se a isso o fato da espécie manter um elevado número de folhas verdes e em elongação comparadas às demais do mesmo ambiente e teremos mais evidências da estratégia de captura de recursos como dominante na espécie.

Desse modo, para continuar crescendo e se desenvolvendo e passar por períodos extremamente estressantes como o verão, com condição de solo bastante pobre em nutrientes, déficit hídrico e altas temperaturas, a espécie pode ter evoluído e se adaptado através do desenvolvimento de um sistema radicular bastante denso em tecidos.

6. CONCLUSÕES

O *Paspalum notatum* apresenta estratégias distintas em relação a parte aérea e raiz. Enquanto o atributo de raiz indica uma planta com estratégia de conservação de recursos, a parte aérea sugere que trata-se de uma planta utilizadora de recursos, o que combinado pode explicar o sucesso evolutivo desta espécie em se estabelecer nos mais variados ambientes do RS.

A época de crescimento influenciou os atributos AFE e CER em *Paspalum notatum*, enquanto que o nível de fertilidade do solo influenciou apenas AFE.

Os atributos AFE e CER mostraram correlação moderada e o balanço hídrico do período de crescimento da raiz se correlacionou com o CER.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um dos resultados mais interessantes neste estudo foi o contraste estabelecido entre os atributos de folha e raiz. Pelas classificações atuais, *P. notatum* é considerada uma espécie utilizadora de recursos, visto suas características foliares. Porém, neste estudo fica evidente que a estrutura da raiz é de uma espécie conservadora de recursos. Esse contraste pode ser um passo importante para que seja rediscutida a classificação de espécies apenas pela avaliação de atributos de parte aérea.

O efeito da primavera sobre os atributos AFE e CER foi atribuído, de acordo com a nossa avaliação, à maior disponibilidade hídrica. No entanto, pode ter ocorrido um efeito de confundimento com a disponibilidade de nitrogênio no solo, visto que nesse período ocorre maior mineralização da matéria orgânica. Assim, sugere-se que outros trabalhos considerem a aplicação de nitrogênio nesse período para que se possa distinguir melhor os efeitos da água ou da mineralização do nitrogênio do solo. Além disso, deve-se considerar o efeito da simbiose estabelecida com bactérias e fungos no solo.

É importante que outros estudos considerem também atributos fisiológicos das plantas como taxa de respiração e fotossíntese. Além disso, a inclusão de outras espécies e a formação de um banco de dados é fundamental tanto para o contexto regional, como forma de predizer mudanças na composição florística das pastagens, quanto em nível mundial, expondo a realidade das nossas espécies e contribuindo para o debate a respeito da dinâmica da vegetação campestre.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, V. J.; BRISKE, D. D. Herbivore-induced species replacement in grassland: is it driven by herbivore tolerance or avoidance? **Ecological Applications**, Washington, v. 5, n. 4, p. 1014-1024, 1995.

BARRETO, I. L. **O gênero Paspalum (Gramineae) no Rio Grande do Sul**. 1974. 258 f. Dissertação (Livre docência em Fitotecnia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1974.

BERRETA, E. J. Campo natural: valor nutritivo y manejo. In: Risso, D. F.; Berreta, E. J.; Morón, A. (Ed.). **Producción y manejo de pasturas**. Montevideo: INIA. p. 113-127. 1996. (Série Técnica, n. 80).

BOGGIANO, P.R. **Dinâmica da produção primária da pastagem nativa em área de fertilidade corrigida sob efeito de adubação nitrogenada e oferta de forragem**. Porto Alegre, Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. Tese (Doutorado em Zootecnia).

BOLDRINI, I. L. A flora dos campos do Rio Grande do Sul. In: Pillar, V. P. et al. **Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, p. 63-77. 2009.

BOLDRINI, I. I.; LONGHIN-WAGNER, H. M.; BOECHAT, S. D. C. **Morfologia e taxonomia de gramíneas sul-rio-grandenses**. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2005. 96 p.

BOLDRINI, I. I. Dinâmica da vegetação de uma pastagem natural sob diferentes níveis de oferta de forragem e tipos de solos, Depressão Central, RS. Tese de Doutorado, PPG-Fitotecnia/UFRGS, Porto Alegre, 1995. 262p.

BODDEY, R. M. et al. The use of the ¹⁵N isotope dilution technique to estimate the contribution of associated biological nitrogen fixation to the nitrogen nutrition of *Paspalum notatum* cv batatais. **Canadian Journal Microbiology**, Ottawa, v. 29, n. 8, p. 1036-1045, 1983.

BRISKE, D. D. Strategies of plant survival in grazed systems: a functional interpretation. In: Hodgson, J.; Illius, A. W. **The ecology and management of grazing systems**. Oxon: CAB. p. 37-67. 1996.

CARVALHO, P. C. F. **Country pasture/forage resources profiles: Brazil.** Plant Production and Division. 2006. Disponível em: <<http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/counprof/PDF%20files/Brazil-English.pdf>> Acesso em: 10 dez. 2013.

CECATO, U. et al. Teores de carboidratos não-estruturais, nitrogênio total e peso de raízes em Coastcross-1 (*Cynodon dactylon* (L.) Pers) pastejado por ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 644-650, 2001.

CHU, E. Y. et al. Ocorrência de fungos micorrízicos arbusculares e *Azotobacter paspali* em *Paspalum notatum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 6, p. 1001-1004, 1998.

CORNELISSEN, J. H. C. et al. A handbook of protocols for standardized and easy measurement of plant functional traits worldwide. **Australian Journal of Botany**, Melbourne, v. 51, n. 4, p. 335-380, 2003.

CORREIA, K. G.; NOGUEIRA, R. J. M. C. Avaliação do crescimento do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) submetido a déficit hídrico. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 4, n. 2, p. 2, 2004.

COUGHENOUR, M. B. Graminoid responses to grazing by large herbivores: adaptations, exadaptations and interacting processes. **Annals of Missouri Botanical Garden**, St. Louis, v. 72, n. 4, p. 852-863, 1985.

CRAINE, J. M.; LEE, W. G. Covariation in leaf and root traits for native and non-native grasses along an altitudinal gradient in New Zealand. **Oecologia**, Berlin, v. 134, n. 4, p. 471-478, 2003.

CRAINE, J. M.; WEDIN, D.; CHAPIN, F. S. Relationship between the structure of root systems and resource use for 11 North American grassland plants. **Plant Ecology**, Dordrecht, v. 165, n. 1, p. 85-100, 2002.

CRAINE, J. M.; FROEHLE, J.; TILMAN, D. G. The relationships among root and leaf traits of 76 grassland species and relative abundance along fertility and disturbance gradient. **Oikos**, Copenhagen, v. 93, n. 2, p. 274-285, 2001.

CROFT, S. A.; HODGE, A.; PITCHFORD, J. W. Optimal root proliferation strategies: the roles of nutrient heterogeneity, competition and mycorrhizal networks. **Plant and Soil**, The Hague, v. 351, n. 1-2, p. 191-206, 2012.

CRUZ, P. et al. Leaf Traits as Functional Descriptors of the Intensity of Continuous Grazing in Native Grasslands in the South of Brazil. **Rangeland Ecology & Management**, Denver, v. 63, n. 3, p. 350-358, 2010.

CUNNINGHAM, S. A.; SUMMERHAYES, B.; WESTOBY, M. Evolutionary divergences in leaf structure and chemistry comparing rainfall and soil nutrient gradients. **Ecology**, Tempe, v.69, n. 4, p. 569-588, 1999.

DEXTER, A. R. Mechanics of root growth. **Plant and Soil**, The Hague, v. 98, n. 3, p. 303-312, 1987.

DIAZ, S.; CABIDO, M. Plant functional types and ecosystem functional in relation to global change. **Journal of vegetation science**, Knivsta, v.8, n. 4, p. 463-474, 1997.

DRENOVSKY, R. R. et al. A functional trait perspective on plant invasion. **Annals of Botany**, London, v. 110, n. 1, p. 141–153, 2012.

DUKE, S. O. *Weed Physiology: reproduction and ecophysiology*. Boca Raton. CRC Press. 1985. v. 1.

DURANTE M. et al. A first attempt to classify in functional groups grasses of Entre Rios (Argentina) and Uruguay. **(não publicado)**

DURU, M. et al. Do plant functional types based on leaf dry matter content allow characterizing native grass species and grasslands for herbage growth pattern? **Plant Ecology**, Dordrecht, v. 201, n. 2, p. 421–433, 2009.

DURU, M.; CRUZ, P.; MAGDA, D. Using plant traits to compare sward structure and composition of grass species across environmental gradients. **Applied Vegetation Science**, Knivsta, v. 7, n. 1, p. 11-18, 2004.

DURU, M.; DUCROCQ, H.; TIRILLY, V. Modeling growth of cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) and tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) at the end of spring in relation to herbage nitrogen status. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 18, n. 10, p. 2033-2047, 1995.

EGGERS, L.; CADENAZZI, M.; BOLDRINI, I. I. Phyllochron of *Paspalum notatum* fl. and *Coelorhachis selloana* (hack.) camus in natural pasture. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 61, n. 4, p. 353-357, 2004.

EISSENSTAT, D. Root structure and function in an ecological context. **New Phytologist**, Cambridge, v. 148, n. 3, p. 353-354, 2000.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação dos solos. Brasília: Embrapa-SPI; Embrapa-CNPq, 1999. 412 p.

FARGIONE, J.; TILMAN, D. Plant species traits and capacity for resource reduction predict yield and abundance under competition in nitrogen-limited grassland. **Functional Ecology**, Oxford, v. 20, n. 3, p. 533–540, 2006.

FITTER, A. H. Characteristics and functions of root systems. In: WAISEL, Y.; ESHEL, A.; KAFKAFI, U. (Ed.). **Plant roots: the hidden half**. New York: Editora, 2002. p. 15–47.

FORT, F.; J. CLAIRE.; CRUZ, P. Root and leaf functional trait relations in

Poaceae species: implications of differing resource acquisition strategies. **Plant Ecology**, Dordrecht, v. 6, n. 3, p. 211-219, 2013.

FORT F.; LECLOUX, E.; STROIA, C.; CRUZ, P.; JOUANY, C. Water and phosphorus stresses: contrasting effects on root functional traits and between grass functional types. **Congress International Society of Root Research**. (Não publicado).

GARBOUT, A. et al. The use of PET/CT scanning technique for 3D visualization and quantification of real-time soil/plant interactions. **Plant and Soil**, The Hague, v. 352, n. 1-2, p. 113-127, 2012.

GARNIER, E. et al. A standardized protocol for the determination of specific leaf area and leaf dry matter content. **Functional Ecology**, Oxford, v. 15, n. 5, p. 688–695, 2001a.

GARNIER, E. et al. Consistency of species ranking based on functional leaf traits. **New Phytologist**, Cambridge, v. 152, n. 1, p. 69–83, 2001b.

GIRARDI-DEIRO, A.M.; GONÇALVES, J.O.N. Estrutura de um campo natural submetido a três cargas animais na região sudoeste do Rio Grande do Sul. Bagé, RS: EMBRAPA-CNPO, 1985. p. 33-62. v. 1 (Documentos, n. 3).

GRIME, J. P. The role of plasticity in exploiting environmental heterogeneity. In: CALDWELL, M. M.; PEARCY, R.W. Exploiting environmental heterogeneity by plants: Ecophysiological process (Above and belowground). Oxford: Academic Express, 1994. p. 1-19.

GRIME, J. P. et al. Integrated screening validates primary axes of specialization in plants. **Oikos**, Copenhagen, v. 79, n. 2, p. 259-281, 1997.

Hartnett, D. C.; Wilson, G. W. T. The role of mycorrhizas in plant community structure and dynamics: lessons from grasslands. **Plant and Soil**, The Hague, v. 244, n. 1-2, p. 319–331, 2002.

HERNÁNDEZ, E. I. et al. Morphological traits and water use strategies in seedlings of Mediterranean coexisting species. **Plant Ecology**, Dordrecht, v. 207, n. 2, p. 233–244, 2010.

HILL, J. O. et al. Morphology and response of roots of pasture species to phosphorus and nitrogen nutrition. **Plant and Soil**, The Hague, v. 286, n. 1-2, p. 7–19, 2006.

HODGSON, J. G. et al. Is leaf dry matter content a better predictor of soil fertility than specific leaf area? **Annals of Botany**, London, v. 108, n. 7, p. 1337–1345, 2011.

*ImageJ para Windows. Versão 1.44, [software na internet]. Maryland, USA:

National Institute of Mental Health. Disponível em: <<http://rsb.info.nih.gov/ij/index.html>>. Acesso em: 02 out. 2012.

KHALED, R. A. H. et al. Using Leaf Traits to Rank Native Grasses According to Their Nutritive Value. **Rangeland Ecology & Management**, Denver, v. 59, n. 6, p. 648-654, 2006.

KHALED, R. A. H. et al. Variation in leaf traits through seasons and N-availability levels and its consequences for ranking grassland species. **Journal of Vegetation Science**, Knivsta, v. 16, n. 4, p. 391-398, 2005.

KEMBEL, S. W.; CAHILL, J. F. Independent evolution of leaf and root traits within and among temperate grassland plant communities. **Plos One**, v. 6, n. 6, p. 1-10, 2011.

LAVRES, J. R. J.; MONTEIRO, F. A. Perfilamento, área foliar e sistema radicular do Capim-Mombaca submetido a combinações de doses de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 5, p. 1068-1075, 2003.

LEVA, P. E.; AGUIAR, M. R.; OESTERHELD, M. Underground ecology in a Patagonian steppe: Root traits permit identification of graminoid species and classification into functional types. **Journal of Arid Environments**, London, v. 73, n. 4-5, p. 428-434, 2009.

LIANCOURT, P.; CORCKET, E.; MICHALET, R. Stress tolerance abilities and competitive responses in a watering and fertilization field experiment. **Journal of Vegetation Science**, Knivsta, v. 16, n. 6, p. 713-722, 2005.

LIU, G. et al. Coordinated variation in leaf and root traits across multiple spatial scales in Chinese semi-arid and arid ecosystems. **New Phytologist**, Cambridge, v. 188, n. 2, p. 543-553, 2010.

MAIRE, V. et al. Trade-off between root nitrogen acquisition and shoot nitrogen utilization across 13 co-occurring pasture grass species. **Functional Ecology**, Oxford, v. 23, n. 4, p. 668-679, 2009.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Mapa de Solos do RS**. Disponível em: <<http://www.agritempo.gov.br/modules.php?name=Mapas&estado=RS>>. Acesso em: 17 dez. 2013.

MISLEVY, P.; SINCLAIR, T.R.; RAY, J.D. Extended daylength to increase fall/winter yields of warm-season perennial grasses. In: INTERNACIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, Piracicaba. **Proceedings...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p.256-257.

MOHAMMADI, K. et al. A Review: Beneficial Effects of the Mycorrhizal Fungi for

Plant Growth. **Journal of applied environmental and biological Sciences**, v. 1, n. 9, p. 310-319, 2011.

NABINGER, C.; MORAES, A.; MARASCHIN, G. E. Campos in Southern Brazil. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A. et al (Eds) **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**. Wallingford: CABI Publishing, p. 355-376. 2000.

NICOTRA, A. B.; BABICKA, N.; WESTOBY, M. Seedling root anatomy and morphology: an examination of ecological differentiation with rainfall using phylogenetically independent contrasts. **Oecologia**, Berlin, v. 130, n. 1, p. 136-145, 2002.

PEARCE, R. B.; FISSEL, G.; CARLSON, G. E. Carbon Uptake and Distribution Before and After Defoliation of Alfafa. **Crop Science**, v. 9, p. 756-759, 1969.

PICON-COCHARD, C. et al. Effect of species, root branching order and season on the root traits of 13 perennial grass species. **Plant and Soil**, The Hague, v. 353, n. 1-2, p. 47-57, 2012.

PINTO, C. E. et al. Comportamento ingestivo de novilhos em pastagem nativa no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 2, p. 319-327, 2007.

PONTES, L. S. et al. The role of plant traits and their plasticity in the response of pasture grasses to nutrients and cutting frequency. **Annals of Botany**, London, v. 105, n. 6, p. 957-965, 2010.

PONTES, L. S. et al. Leaf traits affect the above-ground productivity and quality of pasture grasses. **Functional Ecology**, Oxford, v. 21, n. 5, p. 844-853, 2007.

REICH, P. B.; BUSCHENA, C.; TJOELKER, M. G. Variation in growth rate and ecophysiology among 34 grassland and savanna species under contrasting N supply: a test of functional group differences. **New Phytologist**, Cambridge, v. 157, n. 3, p. 617-631, 2003a.

REICH, P. B.; WRIGHT, I.; CAVENDER-BARES, J. The evolution of plant functional variation: traits, spectra and strategies. **International Journal of Plant Sciences**, Chicago, v. 164, n. 3, p. 143-164, 2003b.

REICH, P. B.; WALTERS, M. B. Leaf life-span in relation to leaf, plant, and stand characteristics among diverse ecosystems. **Ecological Monographs**, Lawrence, v. 62, n. 3, p. 365-392, 1992.

RYSER, P.; LAMBERS, H. Root and leaf attributes accounting for the performance of fast- and slow-growing grasses at different nutrient supply. **Plant and Soil**, The Hague, v. 170, n. 2, p. 251-265, 1995.

SCHIPPERS, P.; OLFF, H. Biomass partitioning, architecture and turnover of

six herbaceous species from habitats with different nutrient supply. **Plant Ecology**, Dordrecht, v. 149, n. 2, p. 219–231, 2000.

SCP/DEPLAN. Provincias Geomorfológicas. **Atlas socioeconômico do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: SCP, 1998.

SILVA, A. A.; DELATORRE, C. A. Alterações na arquitetura de raiz em resposta a disponibilidade de fósforo e nitrogênio. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 8, n. 2, p. 152-163, 2009.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Regional Sul. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: Evangraf, 2004. 400 p.

SORIANO, A. Rio de La Plata Grasslands. In: COUPLAND, R. T. (Ed.) **Natural grasslands: Introduction and western Hemisphere**. Amsterdam, p.367-407, 1991.

STEINER, M. G. **Caracterização agronômica, molecular e morfológica de acessos de Paspalum notatum Flugge e Paspalum guenoarum Arech**. 2005. 137 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

STEVENS C. J. T. et al. Nitrogen deposition threatens species richness of grassland across Europe. **Environmental Pollution**, Barking, v. 158, n. 9, p. 2940–2945, 2010.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. The water balance. Publications in Climatology, New Jersey, Drexel Institute of Technology, 1995. 104p.

TILMAN, D. Mechanisms of plant competition. In: CRAWLEY, M.J. **Plant ecology**. 2nd edition. Oxford: Blackwell Science, 1997. p. 239-261.

TILMAN, D. Constraints and trade-offs: towards a predictive theory of competition and succession. **Oikos**, Copenhagen, v. 58, n. 1, p. 3-15, 1990.

TJOELKER, M. G. et al. Linking leaf and root trait syndromes among 39 grassland and savannah species. **New Phytologist**, Cambridge, v. 167, n. 2, p. 493–508, 2005.

TOWNSEND, C. R. **Características produtivas de gramíneas do gênero Paspalum, em resposta à disponibilidade de nitrogênio**. 2008. 267 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

TRUBAT, R.; CORTINA, J.; VILAGROSA, A. Plant morphology and root hydraulics are altered by nutrient deficiency in *Pistacia lentiscus* (L.). **Trees**, Santa Monica, v. 20, n. 3, p. 334–339, 2006.

VIOLLE, C. et al. Let the concept of trait be functional! **Oikos**, Copenhagen, v.

116, n. 5, p. 882-892, 2007.

WAHL, S.; RYSER, P. Root tissue structure is linked to ecological strategies of grasses. **New Phytologist**, Cambridge, v. 148, n. 3, p. 459–471, 2000.

WILLIAMSON, L. C. et al. Phosphate availability regulates root system architecture in arabidopsis. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 126, n. 2, p. 875-882, 2001.

9. APÊNDICES

APÊNDICE 1. DADOS ORIGINAIS

TRAT	DATA	rep	SUBAM	AFE	CER	TMS
1	1	1	1	19,8	5,9	329,4
1	1	1	2	21,2	8,2	342,3
1	1	1	3	20,4	5,3	329,0
1	1	2	1	14,9	7,1	370,5
1	1	2	2	25,0	7,2	368,5
1	1	2	3	18,4	6,0	348,6
1	1	3	1	19,6	9,2	299,3
1	1	3	2	12,1	8,2	305,8
1	1	3	3	15,8	9,0	313,7
1	2	1	1	16,6	5,3	177,1
1	2	1	2	16,1	7,0	325,1
1	2	1	3			
1	2	2	1	18,4	5,9	309,8
1	2	2	2	20,9	6,8	294,5
1	2	2	3			
1	2	3	1	19,7	8,1	301,3
1	2	3	2	18,4	7,2	359,7
1	2	3	3			
1	3	1	1	26,7	11,8	
1	3	1	2	27,6	11,9	
1	3	1	3			
1	3	2	1	25,1	7,7	
1	3	2	2	25,3	7,1	
1	3	2	3			
1	3	3	1	26,7	6,9	
1	3	3	2	26,7	7,0	
1	3	3	3			
2	1	1	1	22,5	4,1	309,0
2	1	1	2	23,2	9,5	304,5
2	1	1	3	22,9	6,1	284,5
2	1	2	1	19,5	6,3	310,7
2	1	2	2	21,0	2,9	296,4
2	1	2	3	22,2	3,8	305,4
2	1	3	1	25,0	6,4	281,0
2	1	3	2	23,7	6,9	278,0
2	1	3	3	21,7	5,1	301,2
2	2	1	1	22,1	6,4	288,4
2	2	1	2	20,1	6,1	284,8
2	2	1	3	20,5	6,3	243,3
2	2	2	1	19,6	5,9	270,8
2	2	2	2	22,3	5,0	275,9

2	2	2	3	22,6	4,9	308,8
2	2	3	1	23,0	5,6	266,3
2	2	3	2	22,9	5,2	312,5
2	2	3	3	21,6	6,8	322,2
2	3	1	1	25,3	7,6	
2	3	1	2	27,6	8,7	
2	3	1	3			
2	3	2	1	25,9	9,1	
2	3	2	2	28,1	7,7	
2	3	2	3			
2	3	3	1	26,8	9,3	
2	3	3	2	28,3	9,8	
2	3	3	3			
3	1	1	1	27,0	6,1	272,3
3	1	1	2	25,0	5,5	286,3
3	1	1	3	27,0	7,2	291,9
3	1	2	1	22,8	5,7	291,4
3	1	2	2	26,0	6,0	276,2
3	1	2	3	27,4	6,0	268,7
3	1	3	1	22,4	5,7	307,5
3	1	3	2	23,9	5,5	266,3
3	1	3	3	23,9	5,7	303,5
3	2	1	1	22,3	5,2	516,2
3	2	1	2	21,9	5,8	277,9
3	2	1	3			
3	2	2	1	20,9	6,2	419,9
3	2	2	2	25,2	8,5	262,4
3	2	2	3			
3	2	3	1	21,2	5,0	293,3
3	2	3	2	24,4	7,4	278,3
3	2	3	3			
3	3	1	1	26,6	10,4	
3	3	1	2	27,0	11,1	
3	3	1	3			
3	3	2	1	27,4	12,4	
3	3	2	2	27,8	11,5	
3	3	2	3			
3	3	3	1	29,0	8,9	
3	3	3	2	27,5	9,2	
3	3	3	3			

APÊNDICE 2. DADOS METEOROLÓGICOS

Mês/Ano	Decêndio	Temperatura do Ar (°C)			Chuva (mm)	Rg (cal.cm ⁻² .dia ⁻¹)	ETo (mm)
		Média	Máxima	Mínima			
nov/12	1	22,4	30,3	14,8	0,0	584,0	50,1
	2	21,3	27,3	15,9	27,0	515,4	44,7
	3	22,6	29,4	15,8	24,7	561,3	49,3
dez/12	1	24,6	31,7	17,8	16,7	553,7	48,8
	2	24,2	30,4	19,4	59,7	523,0	45,8
	3	23,6	29,0	18,4	138,0	495,9	46,9
jan/13	1	22,5	28,0	17,1	79,6	395,3	32,8
	2	22,8	28,2	17,6	9,3	602,6	51,9
	3	23,1	30,9	16,0	8,3	638,5	61,0
fev/13	1	23,3	29,3	18,2	16,7	487,3	42,9
	2	24,8	31,1	20,6	79,3	426,3	35,5
	3	22,2	28,5	16,1	1,6	526,0	35,5
mar/13	1	22,0	27,9	16,7	51,0	393,1	31,6
	2	19,4	23,1	15,7	47,2	276,1	22,1
	3	21,2	27,2	15,3	1,6	465,9	42,4
abr/13	1	23,3	27,2	19,5	43,0	379,3	36,3
	2	18,0	24,3	11,7	45,0	307,4	33,3
	3	20,6	27,5	13,7	13,4	277,9	31,1
mai/13	1	17,1	23,7	10,4	5,0	316,7	25,0
	2	15,7	20,7	10,7	30,6	302,4	16,6
	3	15,6	20,6	10,6	22,6	246,7	19,3
jun/13	1	14,1	20,3	8,0	24,4	258,8	15,9
	2	15,0	18,5	11,6	5,4	160,9	11,1
	3	14,1	18,5	9,7	49,4	226,6	16,1
jul/13	1	15,2	21,3	9,1	73,6	171,5	18,0
	2	13,7	18,8	8,7	52,6	255,5	16,3
	3	10,7	16,8	4,5	9,6	235,0	24,3
ago/13	1	14,7	19,7	9,8	29,0	255,4	17,6
	2	12,4	18,3	6,5	38,0	271,2	23,5
	3	13,8	17,9	9,6	155,6	269,2	19,7
set/13	1	18,3	24,7	11,8	6,4	309,4	31,8
	2	18,5	24,1	12,8	32,4	244,4	34,9
	3	15,5	18,9	12,1	82,4	390,5	22,4
out/13	1	17,5	23,4	11,7	20,6	495,3	42,5
	2	20,8	26,0	15,6	46,2	429,3	38,5
	3	19,5	23,9	15,2	115,9	443,1	44,1

APÊNDICE 3. CROQUI DA ÁREA EXPERIMENTAL

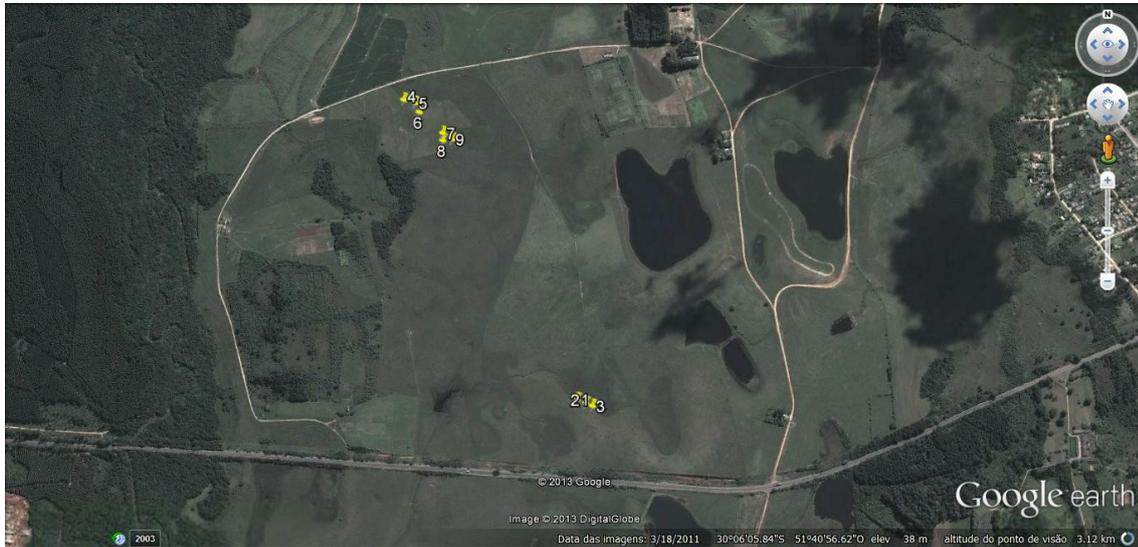


Figura 9. Imagem aérea das unidades experimentais na Estação Experimental da UFRGS, Eldorado do Sul – RS (Fonte: Google Earth).

Unidade experimental: Solo Nativo (SN)

1. 30° 06'19.00"S - 51°40'56.48"O
2. 30° 06'19.37"S - 51°40'55.46"O
3. 30° 06'19.66"S - 51°40'54.69"O

Unidade experimental: Sono Nativo Corrigido (SNC)

4. 30° 05'48.54"S - 51°41'16.88"O
5. 30° 05'48.87"S - 51°41'15.57"O
6. 30° 05'49.80"S - 51°41'15.07"O

Unidade experimental: Solo Nativo Corrigido Nitrogenado (SNCN)

7. 30° 05'51.93"S - 51°41'12.31"O
8. 30° 05'52.68"S - 51°41'12.30"O
9. 30° 05'52.55"S - 51°41'11.24"O

APÊNDICE 3. CROQUI DA ÁREA EXPERIMENTAL

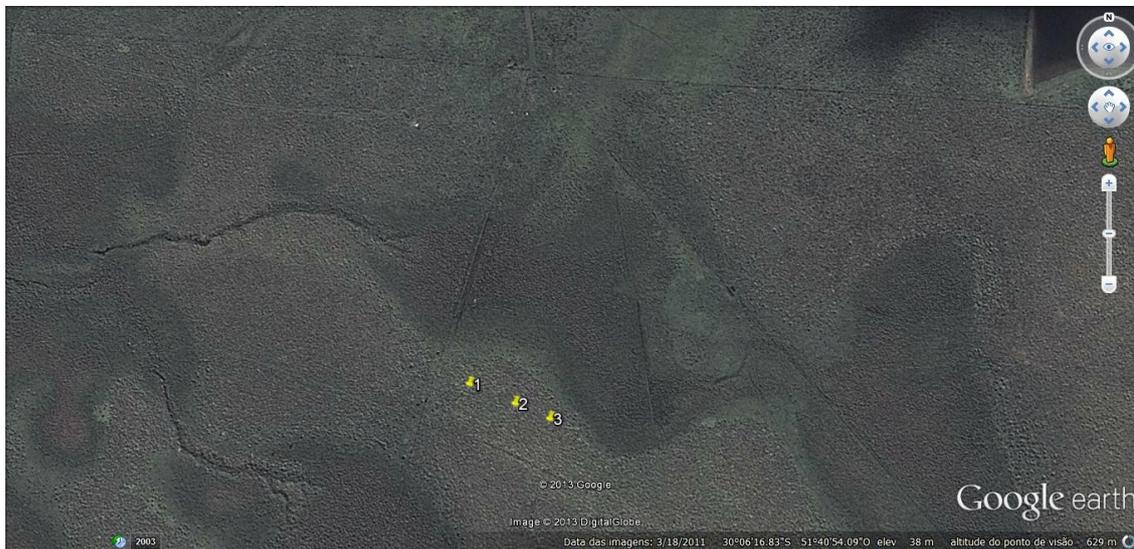


Figura 10. Imagem aérea em detalhe das unidades experimentais 1, 2 e 3 (Fonte: Google Earth).



Figura 11. Imagem aérea em detalhe das unidades experimentais 4, 5, 6, 7, 8 e 9 (Fonte: Google Earth).

APÊNDICE 4. LAUDO DE ANÁLISE DO SOLO DAS UNIDADES EXPERIMENTAIS

26/12/13

Laudo de Análise de Solo



FACULDADE DE AGRONOMIA - DEPTO. SOLOS
LABORATÓRIO DE ANÁLISES

40 anos
Serviço à Agricultura

Laudo de Análise de Solo

NOME: Prof. Carlos Nabinger/Rogério
MUNICÍPIO: ELDORADO DO SÚL
ESTADO: RS

DATA DO RECEBIMENTO: 05/12/2013
DATA DA EXPEDIÇÃO:
LOCALIDADE:

NUM	REGISTRO	ARGILA %	pH H ₂ O	Índice SMP	P mg/dm ³	K mg/dm ³	M.O. %	Al troo. cmol _c /dm ³	Ca troo. cmol _c /dm ³	Mg troo. cmol _c /dm ³
1	13719/9	13	4,9	5,9	3,9	63	2,5	0,5	1,0	0,5
2	13719/10	17	4,4	5,8	3,5	49	2,7	1,1	1,2	0,6
3	13719/11	13	4,8	5,7	5,8	45	2,1	0,7	0,9	0,5
4	13719/12	13	5,1	6,4	29	144	2,9	0,2	1,7	0,8
5	13719/13	14	5,3	6,1	35	117	3,2	0,2	2,5	1,1

Argila determinada pelo método do densímetro; pH em água 1:1; P e K determinados pelo método Mehlich 1; M.O. por digestão úmida; Ca, Mg, Al, Mn e Na troáveis extraídos com HCl 1 mol L⁻¹; S-ISO₂ extraído com CaHPO₄ 980 mg L⁻¹ de P; Zn e Cu extraídos com HCl 0,1 mol L⁻¹; B extraído com água quente.

NUM	Al+H cmol _c /dm ³	CTC cmol _c /dm ³	%SAT da CTC		RELAÇÕES		
			BASES	Al	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K
1	4,9	6,64	25	22,3	2	6	3,1
2	5,5	7,52	26	35,2	2	10	4,8
3	6,2	7,78	19	30,6	1,8	8	4,3
4	2,8	5,72	50	6,4	2,1	5	2,2
5	3,9	7,86	50	4,8	2,3	8	3,7

CTC a pH 7,0. Necessidade de cálcio para atingir pH 6,0 - calculada pela média dos métodos SMP e Al-HCl. Sugestão válida no caso de indicar sido feita calagem/integral nos últimos 3 anos e sob sistema de cultivo convencional. No sistema plantio direto, consultar um agrônomo.

NUM	S mg/dm ³	Zn mg/dm ³	Cu mg/dm ³	B mg/dm ³	Mn mg/dm ³	Fe g/dm ³	Na mg/dm ³	OUTRAS DETERMINAÇÕES
1	7,1	5,9	1,1	0,3	46	-	-	-
2	8,3	4,0	1,3	0,1	54	-	-	-
3	5,6	2,0	0,9	0,2	38	-	-	-
4	6,3	3,2	0,6	0,3	30	-	-	-
5	5,0	4,6	0,6	0,3	37	-	-	-

Consulte um agrônomo para obter as recomendações de adubação

NUM	IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA
1	D1
2	D2
3	D3
4	D4
5	D5

Clelio Gianello
Eng^o Agr^o CREA 8^o Reg 25.642
Chefe do Laboratório de Análises

Laboratório de Análises de Solo - Av. Bento Gonçalves, 7712 - Porto Alegre - RS - CEP 91540-000
Fone/Fax: (051)3308-8023 - 3308-7457 - 3308-7459 - E-mail: labanal@bol.com.br



FACULDADE DE AGRONOMIA - DEPTO. SOLOS
LABORATÓRIO DE ANÁLISES

40 anos
Serviço à Agricultura

Laudo de Análise de Solo

29/12/13

Laudo de Análise de Solo

NOME: Prof. Carlos Nabinger/Rogério
MUNICÍPIO: ELDORADO DO SUL
ESTADO: RS

DATA DO RECEBIMENTO: 06/12/2013
DATA DA EXPEDIÇÃO:
LOCALIDADE:

NUM	REGISTRO	ARGILA %	pH H ₂ O	Índice SMP	P mg/dm ³	K mg/dm ³	M.O. %	Al troo. cmol _c /dm ³	Ca troo. cmol _c /dm ³	Mg troo. cmol _c /dm ³
6	13719/14	13	5.2	6.4	20	112	3.3	0.1	2.7	1.4
7	13719/15	11	5.2	6.0	10.0	91	3.7	0.2	2.7	1.2
8	13719/16	13	5.3	6.4	13	74	4.0	0.2	3.6	1.6
9	13719/17	13	5.2	5.7	9.9	67	3.5	0.2	2.9	1.4

Argila determinada pelo método do densímetro; pH em água 1:1; P e K determinados pelo método Mehlich; MO por digestão úmida; Ca, Mg, Al, Mn e Na troáveis extraídos com KCl 1 mol L⁻¹; S-80₂ extraído com CaH₂PO₄ 500 mg L⁻¹ de P; Zn e Cu extraídos com HCl 0,1 mol L⁻¹; S extraído com água quente.

NUM	Al+H cmol _c /dm ³	CTC cmol _c /dm ³	%SAT da CTC		RELAÇÕES		
			BASES	Al	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K
6	2.8	7.24	61	2.2	1.9	9	4.9
7	4.4	8.57	48	4.6	2.3	12	5
8	2.8	8.22	66	3.6	2.3	19	8
9	6.2	10.7	42	4.2	2.1	17	8

CTC a pH 7,0. Necessidade de cálcio para atingir pH 6,0 - calculada pela média dos métodos SMP e Al+H. Sugestão válida no caso de não ter sido feita calagem integral nos últimos 3 anos e sob sistema de cultivo convencional. No sistema plantio direto, consultar um agrônomo.

NUM	S mg/dm ³	Zn mg/dm ³	Cu mg/dm ³	B mg/dm ³	Mn mg/dm ³	Fe g/dm ³	Na mg/dm ³	OUTRAS DETERMINAÇÕES
6	5.1	4.1	0.7	0.4	33	-	-	-
7	7.2	2.9	0.6	0.4	23	-	-	-
8	7.9	2.9	0.6	0.3	17	-	-	-
9	5.8	2.7	0.6	0.4	29	-	-	-

Consulte um agrônomo para obter as recomendações de adubação

NUM	IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA
6	05
7	07
8	08
9	09

Clelio Gianello
Eng^o Agr^o CREA 8^o Reg 25.642
Chefe do Laboratório de Análises

Laboratório de Análises de Solo - Av. Bento Gonçalves, 7712 - Porto Alegre - RS - CEP 91540-000
Fone/Fax: (0xx51)3308-6023 - 3308-7457 - 3308-7459 - Email: labcelos@bol.com.br

APÊNDICE 5. ANÁLISE ESTATÍSTICA COMPLETA DO SOFTWARE SAS

The SAS System

182

15:02 Friday, November 19, 2013

The MEANS Procedure

Variable	Mean	Minimum	Maximum	Coeff of Variation	Std Dev
TRAT	2.0000000	1.0000000	3.0000000	41.6025147	0.8320503
DATA	2.0000000	1.0000000	3.0000000	41.6025147	0.8320503
rep	2.0000000	1.0000000	3.0000000	41.6025147	0.8320503
SLA	23.2851852	15.8000000	28.3000000	14.9897619	3.4903938
SRL	7.3148148	4.4000000	11.9000000	26.3093289	1.9244787

Variable	Std Error
TRAT	0.1601282
DATA	0.1601282
rep	0.1601282
SLA	0.6717266
SRL	0.3703661

The SAS System

183

15:02 Friday, November 19, 2013

The UNIVARIATE Procedure

Variable: SLA

Moments

N	27	Sum Weights	27
Mean	23.2851852	Sum Observations	628.7
Std Deviation	3.49039382	Variance	12.182849
Skewness	-0.4347775	Kurtosis	-0.5798364
Uncorrected SS	14956.15	Corrected SS	316.754074
Coeff Variation	14.9897619	Std Error Mean	0.6717266

Basic Statistical Measures

Location		Variability	
Mean	23.28519	Std Deviation	3.49039
Median	23.00000	Variance	12.18285
Mode	20.90000	Range	12.50000
		Interquartile Range	5.80000

Tests for Location: Mu0=0

Test	-Statistic-	-----p Value-----
Student's t	t 34.66468	Pr > t <.0001
Sign	M 13.5	Pr >= M <.0001
Signed Rank	S 189	Pr >= S <.0001

Tests for Normality

Test	--Statistic---	-----p Value-----
Shapiro-Wilk	W 0.944527	Pr < W 0.1575
Kolmogorov-Smirnov	D 0.13947	Pr > D >0.1500
Cramer-von Mises	W-Sq 0.06516	Pr > W-Sq >0.2500
Anderson-Darling	A-Sq 0.472299	Pr > A-Sq 0.2315

Quantiles (Definition 5)

Quantile	Estimate
100% Max	28.3
99%	28.3
95%	27.6
90%	27.5
75% Q3	26.7
50% Median	23.0
25% Q1	20.9

The SAS System

184

15:02 Friday, November 19, 2013

The UNIVARIATE Procedure
Variable: SLA

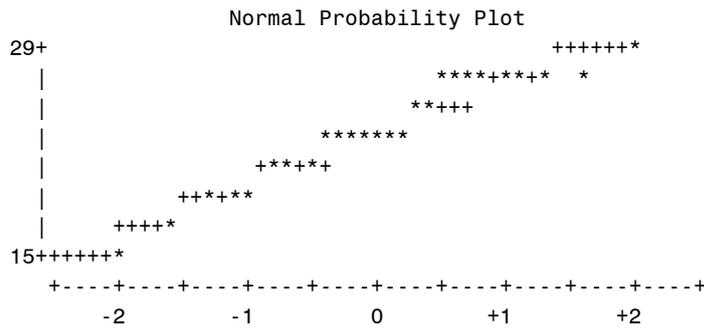
Quantiles (Definition 5)

Quantile	Estimate
10%	19.1
5%	16.3
1%	15.8
0% Min	15.8

Extreme Observations

----Lowest----		----Highest---	
Value	Obs	Value	Obs
15.8	3	27.0	17
16.3	4	27.2	7
19.1	6	27.5	18
19.4	2	27.6	26
19.7	5	28.3	27

Stem Leaf	#	Boxplot
28 3	1	
26 34780256	8	+-----+
24 24	2	
22 1589045	7	*--+--*
20 5995	4	+-----+
18 147	3	
16 3	1	
14 8	1	
-----+		



The SAS System

185

15:02 Friday, November 19, 2013

The UNIVARIATE Procedure
Variable: SRL

Moments

N	27	Sum Weights	27
Mean	7.31481481	Sum Observations	197.5
Std Deviation	1.92447869	Variance	3.70361823
Skewness	1.09525905	Kurtosis	0.65993015
Uncorrected SS	1540.97	Corrected SS	96.2940741
Coeff Variation	26.3093289	Std Error Mean	0.3703661

Basic Statistical Measures

Location		Variability	
Mean	7.314815	Std Deviation	1.92448
Median	6.500000	Variance	3.70362
Mode	5.900000	Range	7.50000
		Interquartile Range	2.30000

NOTE: The mode displayed is the smallest of 4 modes with a count of 2.

Tests for Location: Mu0=0

Test	-Statistic-	-----p Value-----	
Student's t	t 19.75023	Pr > t	<.0001
Sign	M 13.5	Pr >= M	<.0001
Signed Rank	S 189	Pr >= S	<.0001

Tests for Normality

Test	--Statistic---	-----p Value-----	
Shapiro-Wilk	W 0.89407	Pr < W	0.0098
Kolmogorov-Smirnov	D 0.182515	Pr > D	0.0210
Cramer-von Mises	W-Sq 0.188316	Pr > W-Sq	0.0070
Anderson-Darling	A-Sq 1.095015	Pr > A-Sq	0.0062

Quantiles (Definition 5)

Quantile	Estimate
100% Max	11.9
99%	11.9
95%	11.8
90%	10.7
75% Q3	8.4

The SAS System

186

15:02 Friday, November 19, 2013

The UNIVARIATE Procedure
Variable: SRL

Quantiles (Definition 5)

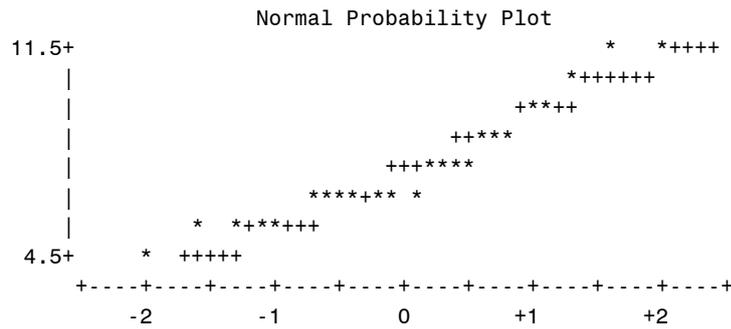
Quantile	Estimate
50% Median	6.5
25% Q1	6.1
10%	5.5
5%	5.3
1%	4.4
0% Min	4.4

Extreme Observations

----Lowest----		----Highest---	
Value	Obs	Value	Obs
4.4	11	9.1	27
5.3	14	9.5	18
5.5	22	10.7	25
5.6	21	11.8	7
5.9	20	11.9	26

Stem Leaf	#	Boxplot
11 89	2	0
10 7	1	
9 15	2	
8 148	3	+-----+
7 0347	4	+
6 112334558	9	*-----*
5 35699	5	
4 4	1	

-----+-----+-----+-----+



The SAS System

187

15:02 Friday, November 19, 2013

The UNIVARIATE Procedure

Variable: SRLtransf

Moments

N	27	Sum Weights	27
Mean	1.95968748	Sum Observations	52.911562
Std Deviation	0.24543261	Variance	0.06023717
Skewness	0.57471606	Kurtosis	-0.0120546
Uncorrected SS	105.256292	Corrected SS	1.56616637
Coeff Variation	12.5240691	Std Error Mean	0.04723353

Basic Statistical Measures

Location		Variability	
Mean	1.959687	Std Deviation	0.24543
Median	1.871802	Variance	0.06024
Mode	1.774952	Range	0.99493
		Interquartile Range	0.31994

NOTE: The mode displayed is the smallest of 4 modes with a count of 2.

Tests for Location: Mu0=0

Test	-Statistic-	-----p Value-----	
Student's t	t 41.48933	Pr > t	<.0001
Sign	M 13.5	Pr >= M	<.0001
Signed Rank	S 189	Pr >= S	<.0001

Tests for Normality

Test	--Statistic---	-----p Value-----	
Shapiro-Wilk	W 0.950778	Pr < W	0.2239
Kolmogorov-Smirnov	D 0.158378	Pr > D	0.0814
Cramer-von Mises	W-Sq 0.100723	Pr > W-Sq	0.1054
Anderson-Darling	A-Sq 0.573098	Pr > A-Sq	0.1287

Quantiles (Definition 5)

Quantile	Estimate
100% Max	2.47654
99%	2.47654
95%	2.46810
90%	2.37024
75% Q3	2.12823

The SAS System

188

15:02 Friday, November 19, 2013

The UNIVARIATE Procedure

Variable: SRLtransf

Quantiles (Definition 5)

Quantile	Estimate
50% Median	1.87180
25% Q1	1.80829
10%	1.70475
5%	1.66771
1%	1.48160
0% Min	1.48160

Extreme Observations

-----Lowest-----		-----Highest-----	
Value	Obs	Value	Obs
1.48160	11	2.20827	27
1.66771	14	2.25129	18
1.70475	22	2.37024	25
1.72277	21	2.46810	7
1.77495	20	2.47654	26

Stem Leaf	#	Boxplot
24 78	2	
23 7	1	
22 15	2	
21 37	2	+-----+
20 049	3	
19 259	3	+
18 11244677	8	*-----*
17 0277	4	
16 7	1	
15		
14 8	1	

-----+-----+-----+-----+

Multiply Stem.Leaf by 10**⁻¹

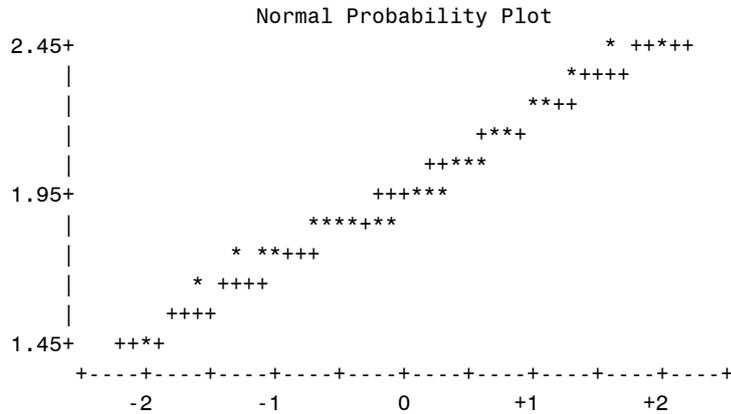
The SAS System

189

15:02 Friday, November 19, 2013

The UNIVARIATE Procedure

Variable: SRLtransf



The SAS System

190

15:02 Friday, November 19, 2013

The Mixed Procedure

Model Information

Data Set	WORK.A1
Dependent Variable	SLA
Covariance Structures	Variance Components, Compound Symmetry
Estimation Method	REML
Residual Variance Method	Profile
Fixed Effects SE Method	Model-Based

Degrees of Freedom Method Containment

Class Level Information

Class	Levels	Values
TRAT	3	1 2 3
DATA	3	1 2 3
rep	3	1 2 3

Dimensions

Covariance Parameters	3
Columns in X	16
Columns in Z	3
Subjects	1
Max Obs Per Subject	27
Observations Used	27
Observations Not Used	0
Total Observations	27

Iteration History

Iteration	Evaluations	-2 Res Log Like	Criterion
0	1	71.57166628	
1	1	71.57166628	0.00000000

Convergence criteria met but final hessian is not positive definite.

The SAS System

191

15:02 Friday, November 19, 2013

The Mixed Procedure

Covariance Parameter
Estimates

Cov Parm	Estimate
rep	0
CS	1.2069
Residual	0.5953

Fit Statistics

-2 Res Log Likelihood	71.6
AIC (smaller is better)	75.6
AICC (smaller is better)	76.4

BIC (smaller is better) 73.8

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRAT	2	16	20.33	<.0001
DATA	2	16	52.37	<.0001
TRAT*DATA	4	16	3.09	0.0460

Least Squares Means

Effect	TRAT	DATA	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
TRAT	1		21.1000	0.4475	16	47.15	<.0001
TRAT	2		23.6778	0.4475	16	52.91	<.0001
TRAT	3		25.0778	0.4475	16	56.04	<.0001
DATA		1	22.0111	0.4475	16	49.19	<.0001
DATA		2	20.8778	0.4475	16	46.66	<.0001
DATA		3	26.9667	0.4475	16	60.26	<.0001
TRAT*DATA	1	1	18.5667	0.7751	16	23.95	<.0001
TRAT*DATA	1	2	18.3667	0.7751	16	23.70	<.0001
TRAT*DATA	1	3	26.3667	0.7751	16	34.02	<.0001
TRAT*DATA	2	1	22.4333	0.7751	16	28.94	<.0001
TRAT*DATA	2	2	21.6333	0.7751	16	27.91	<.0001
TRAT*DATA	2	3	26.9667	0.7751	16	34.79	<.0001
TRAT*DATA	3	1	25.0333	0.7751	16	32.30	<.0001
TRAT*DATA	3	2	22.6333	0.7751	16	29.20	<.0001
TRAT*DATA	3	3	27.5667	0.7751	16	35.57	<.0001

The SAS System

192

15:02 Friday, November 19, 2013

The Mixed Procedure

Differences of Least Squares Means

Effect	TRAT	DATA	_TRAT	_DATA	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
TRAT	1		2		-2.5778	0.6328	16	-4.07	0.0009
TRAT	1		3		-3.9778	0.6328	16	-6.29	<.0001
TRAT	2		3		-1.4000	0.6328	16	-2.21	0.0418
DATA		1		2	1.1333	0.6328	16	1.79	0.0923
DATA		1		3	-4.9556	0.6328	16	-7.83	<.0001
DATA		2		3	-6.0889	0.6328	16	-9.62	<.0001
TRAT*DATA	1	1	1	2	0.2000	1.0961	16	0.18	0.8575
TRAT*DATA	1	1	1	3	-7.8000	1.0961	16	-7.12	<.0001
TRAT*DATA	1	1	2	1	-3.8667	1.0961	16	-3.53	0.0028
TRAT*DATA	1	1	2	2	-3.0667	1.0961	16	-2.80	0.0129
TRAT*DATA	1	1	2	3	-8.4000	1.0961	16	-7.66	<.0001
TRAT*DATA	1	1	3	1	-6.4667	1.0961	16	-5.90	<.0001
TRAT*DATA	1	1	3	2	-4.0667	1.0961	16	-3.71	0.0019

TRAT*DATA	1	1	3	3	-9.0000	1.0961	16	-8.21	<.0001
TRAT*DATA	1	2	1	3	-8.0000	1.0961	16	-7.30	<.0001
TRAT*DATA	1	2	2	1	-4.0667	1.0961	16	-3.71	0.0019
TRAT*DATA	1	2	2	2	-3.2667	1.0961	16	-2.98	0.0088
TRAT*DATA	1	2	2	3	-8.6000	1.0961	16	-7.85	<.0001
TRAT*DATA	1	2	3	1	-6.6667	1.0961	16	-6.08	<.0001
TRAT*DATA	1	2	3	2	-4.2667	1.0961	16	-3.89	0.0013
TRAT*DATA	1	2	3	3	-9.2000	1.0961	16	-8.39	<.0001
TRAT*DATA	1	3	2	1	3.9333	1.0961	16	3.59	0.0025
TRAT*DATA	1	3	2	2	4.7333	1.0961	16	4.32	0.0005
TRAT*DATA	1	3	2	3	-0.6000	1.0961	16	-0.55	0.5917
TRAT*DATA	1	3	3	1	1.3333	1.0961	16	1.22	0.2415
TRAT*DATA	1	3	3	2	3.7333	1.0961	16	3.41	0.0036
TRAT*DATA	1	3	3	3	-1.2000	1.0961	16	-1.09	0.2898
TRAT*DATA	2	1	2	2	0.8000	1.0961	16	0.73	0.4760
TRAT*DATA	2	1	2	3	-4.5333	1.0961	16	-4.14	0.0008
TRAT*DATA	2	1	3	1	-2.6000	1.0961	16	-2.37	0.0306
TRAT*DATA	2	1	3	2	-0.2000	1.0961	16	-0.18	0.8575
TRAT*DATA	2	1	3	3	-5.1333	1.0961	16	-4.68	0.0002
TRAT*DATA	2	2	2	3	-5.3333	1.0961	16	-4.87	0.0002
TRAT*DATA	2	2	3	1	-3.4000	1.0961	16	-3.10	0.0069
TRAT*DATA	2	2	3	2	-1.0000	1.0961	16	-0.91	0.3751
TRAT*DATA	2	2	3	3	-5.9333	1.0961	16	-5.41	<.0001
TRAT*DATA	2	3	3	1	1.9333	1.0961	16	1.76	0.0968
TRAT*DATA	2	3	3	2	4.3333	1.0961	16	3.95	0.0011
TRAT*DATA	2	3	3	3	-0.6000	1.0961	16	-0.55	0.5917
TRAT*DATA	3	1	3	2	2.4000	1.0961	16	2.19	0.0437
TRAT*DATA	3	1	3	3	-2.5333	1.0961	16	-2.31	0.0345
TRAT*DATA	3	2	3	3	-4.9333	1.0961	16	-4.50	0.0004

The SAS System

193

15:02 Friday, November 19, 2013

The Mixed Procedure

Differences of Least Squares Means

Effect	TRAT	DATA	_TRAT	_DATA	Adjustment	Adj P
TRAT	1		2		Tukey	0.0024
TRAT	1		3		Tukey	<.0001
TRAT	2		3		Tukey	0.0994
DATA		1		2	Tukey	0.2042
DATA		1		3	Tukey	<.0001
DATA		2		3	Tukey	<.0001
TRAT*DATA	1	1	1	2	Tukey	1.0000
TRAT*DATA	1	1	1	3	Tukey	<.0001
TRAT*DATA	1	1	2	1	Tukey	0.0529
TRAT*DATA	1	1	2	2	Tukey	0.1901
TRAT*DATA	1	1	2	3	Tukey	<.0001
TRAT*DATA	1	1	3	1	Tukey	0.0006
TRAT*DATA	1	1	3	2	Tukey	0.0376
TRAT*DATA	1	1	3	3	Tukey	<.0001
TRAT*DATA	1	2	1	3	Tukey	<.0001
TRAT*DATA	1	2	2	1	Tukey	0.0376

TRAT*DATA	1	2	2	2	Tukey	0.1405
TRAT*DATA	1	2	2	3	Tukey	<.0001
TRAT*DATA	1	2	3	1	Tukey	0.0004
TRAT*DATA	1	2	3	2	Tukey	0.0266
TRAT*DATA	1	2	3	3	Tukey	<.0001
TRAT*DATA	1	3	2	1	Tukey	0.0472
TRAT*DATA	1	3	2	2	Tukey	0.0117
TRAT*DATA	1	3	2	3	Tukey	0.9997
TRAT*DATA	1	3	3	1	Tukey	0.9411
TRAT*DATA	1	3	3	2	Tukey	0.0661
TRAT*DATA	1	3	3	3	Tukey	0.9668
TRAT*DATA	2	1	2	2	Tukey	0.9974
TRAT*DATA	2	1	2	3	Tukey	0.0167
TRAT*DATA	2	1	3	1	Tukey	0.3593
TRAT*DATA	2	1	3	2	Tukey	1.0000
TRAT*DATA	2	1	3	3	Tukey	0.0058
TRAT*DATA	2	2	2	3	Tukey	0.0041
TRAT*DATA	2	2	3	1	Tukey	0.1139
TRAT*DATA	2	2	3	2	Tukey	0.9888
TRAT*DATA	2	2	3	3	Tukey	0.0014
TRAT*DATA	2	3	3	1	Tukey	0.7028
TRAT*DATA	2	3	3	2	Tukey	0.0236
TRAT*DATA	2	3	3	3	Tukey	0.9997
TRAT*DATA	3	1	3	2	Tukey	0.4546
TRAT*DATA	3	1	3	3	Tukey	0.3897
TRAT*DATA	3	2	3	3	Tukey	0.0082

The SAS System

194

15:02 Friday, November 19, 2013

----- Effect=TRAT Method=Tukey(P<0.05) Set=1 -----

Obs	TRAT	DATA	Estimate	Standard Error	Letter Group
1	3	—	25.0778	0.4475	A
2	2	—	23.6778	0.4475	A
3	1	—	21.1000	0.4475	B

----- Effect=DATA Method=Tukey(P<0.05) Set=2 -----

Obs	TRAT	DATA	Estimate	Standard Error	Letter Group
4	—	3	26.9667	0.4475	A
5	—	1	22.0111	0.4475	B
6	—	2	20.8778	0.4475	B

----- Effect=TRAT*DATA Method=Tukey(P<0.05) Set=3 -----

Obs	TRAT	DATA	Estimate	Standard Error	Letter Group
7	3	3	27.5667	0.7751	A
8	2	3	26.9667	0.7751	A

9	1	3	26.3667	0.7751	AB
10	3	1	25.0333	0.7751	ABC
11	3	2	22.6333	0.7751	BC
12	2	1	22.4333	0.7751	CD
13	2	2	21.6333	0.7751	CDE
14	1	1	18.5667	0.7751	DE
15	1	2	18.3667	0.7751	E

The SAS System

195

15:02 Friday, November 19, 2013

----- Effect=TRAT Method=Tukey(P<0.05) Set=1 -----

Obs	TRAT	DATA	Estimate	Standard Error	Letter Group
1	3	—	25.0778	0.4475	A
2	2	—	23.6778	0.4475	A
3	1	—	21.1000	0.4475	B

----- Effect=DATA Method=Tukey(P<0.05) Set=2 -----

Obs	TRAT	DATA	Estimate	Standard Error	Letter Group
4	—	3	26.9667	0.4475	A
5	—	1	22.0111	0.4475	B
6	—	2	20.8778	0.4475	B

----- Effect=TRAT*DATA Method=Tukey(P<0.05) Set=3 -----

Obs	TRAT	DATA	Estimate	Standard Error	Letter Group
7	1	3	26.3667	0.7751	A
8	1	1	18.5667	0.7751	B
9	1	2	18.3667	0.7751	B

----- Effect=TRAT*DATA Method=Tukey(P<0.05) Set=4 -----

Obs	TRAT	DATA	Estimate	Standard Error	Letter Group
10	2	3	26.9667	0.7751	A
11	2	1	22.4333	0.7751	B
12	2	2	21.6333	0.7751	B

----- Effect=TRAT*DATA Method=Tukey(P<0.05) Set=5 -----

Obs	TRAT	DATA	Estimate	Standard Error	Letter Group
13	3	3	27.5667	0.7751	A

14	3	1	25.0333	0.7751	AB
15	3	2	22.6333	0.7751	B

The SAS System

196

15:02 Friday, November 19, 2013

----- Effect=TRAT Method=Tukey(P<0.05) Set=1 -----

Obs	TRAT	DATA	Estimate	Standard Error	Letter Group
1	3	—	25.0778	0.4475	A
2	2	—	23.6778	0.4475	A
3	1	—	21.1000	0.4475	B

----- Effect=DATA Method=Tukey(P<0.05) Set=2 -----

Obs	TRAT	DATA	Estimate	Standard Error	Letter Group
4	—	3	26.9667	0.4475	A
5	—	1	22.0111	0.4475	B
6	—	2	20.8778	0.4475	B

----- Effect=TRAT*DATA Method=Tukey(P<0.05) Set=3 -----

Obs	TRAT	DATA	Estimate	Standard Error	Letter Group
7	3	1	25.0333	0.7751	A
8	2	1	22.4333	0.7751	AB
9	1	1	18.5667	0.7751	B

----- Effect=TRAT*DATA Method=Tukey(P<0.05) Set=4 -----

Obs	TRAT	DATA	Estimate	Standard Error	Letter Group
10	3	2	22.6333	0.7751	A
11	2	2	21.6333	0.7751	AB
12	1	2	18.3667	0.7751	B

----- Effect=TRAT*DATA Method=Tukey(P<0.05) Set=5 -----

Obs	TRAT	DATA	Estimate	Standard Error	Letter Group
13	3	3	27.5667	0.7751	A
14	2	3	26.9667	0.7751	A
15	1	3	26.3667	0.7751	A

The SAS System

197

15:02 Friday, November 19, 2013

The Mixed Procedure

Model Information

Data Set	WORK.A2
Dependent Variable	SRLtransf
Covariance Structures	Variance Components, Compound Symmetry
Estimation Method	REML
Residual Variance Method	Profile
Fixed Effects SE Method	Model-Based
Degrees of Freedom Method	Containment

Class Level Information

Class	Levels	Values
TRAT	3	1 2 3
DATA	3	1 2 3
rep	3	1 2 3

Dimensions

Covariance Parameters	3
Columns in X	16
Columns in Z	3
Subjects	1
Max Obs Per Subject	27
Observations Used	27
Observations Not Used	0
Total Observations	27

Iteration History

Iteration	Evaluations	-2 Res Log Like	Criterion
0	1	-5.47444216	
1	1	-5.47444216	0.00000000

Convergence criteria met but final hessian is not positive
definite.

The SAS System

198

15:02 Friday, November 19, 2013

The Mixed Procedure

Covariance Parameter

Estimates

Cov Parm	Estimate
rep	0
CS	0.000650
Residual	0.02429

Fit Statistics

-2 Res Log Likelihood	-5.5
AIC (smaller is better)	-1.5
AICC (smaller is better)	-0.7
BIC (smaller is better)	-3.3

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRAT	2	16	1.77	0.2020
DATA	2	16	17.75	<.0001
TRAT*DATA	4	16	1.44	0.2667

Least Squares Means

Effect	TRAT	DATA	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
TRAT	1		2.0094	0.05264	16	38.17	<.0001
TRAT	2		1.8796	0.05264	16	35.71	<.0001
TRAT	3		1.9901	0.05264	16	37.80	<.0001
DATA		1	1.8293	0.05264	16	34.75	<.0001
DATA		2	1.8340	0.05264	16	34.84	<.0001
DATA		3	2.2158	0.05264	16	42.09	<.0001
TRAT*DATA	1	1	1.9878	0.09118	16	21.80	<.0001
TRAT*DATA	1	2	1.9019	0.09118	16	20.86	<.0001
TRAT*DATA	1	3	2.1385	0.09118	16	23.45	<.0001
TRAT*DATA	2	1	1.7206	0.09118	16	18.87	<.0001
TRAT*DATA	2	2	1.7611	0.09118	16	19.32	<.0001
TRAT*DATA	2	3	2.1571	0.09118	16	23.66	<.0001
TRAT*DATA	3	1	1.7794	0.09118	16	19.52	<.0001
TRAT*DATA	3	2	1.8391	0.09118	16	20.17	<.0001
TRAT*DATA	3	3	2.3517	0.09118	16	25.79	<.0001

The SAS System

199

15:02 Friday, November 19, 2013

The Mixed Procedure

Differences of Least Squares Means

Effect	TRAT	DATA	_TRAT	_DATA	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
--------	------	------	-------	-------	----------	-------------------	----	---------	---------

TRAT	1		2	0.1298	0.07444	16	1.74	0.1003
TRAT	1		3	0.01936	0.07444	16	0.26	0.7981
TRAT	2		3	-0.1105	0.07444	16	-1.48	0.1573
DATA		1	2	-0.00475	0.07444	16	-0.06	0.9499
DATA		1	3	-0.3865	0.07444	16	-5.19	<.0001
DATA		2	3	-0.3817	0.07444	16	-5.13	0.0001
TRAT*DATA	1	1	2	0.08589	0.1289	16	0.67	0.5148
TRAT*DATA	1	1	3	-0.1507	0.1289	16	-1.17	0.2597
TRAT*DATA	1	1	2	0.2673	0.1289	16	2.07	0.0547
TRAT*DATA	1	1	2	0.2268	0.1289	16	1.76	0.0978
TRAT*DATA	1	1	2	-0.1693	0.1289	16	-1.31	0.2077
TRAT*DATA	1	1	3	0.2084	0.1289	16	1.62	0.1256
TRAT*DATA	1	1	3	0.1488	0.1289	16	1.15	0.2655
TRAT*DATA	1	1	3	-0.3639	0.1289	16	-2.82	0.0123
TRAT*DATA	1	2	1	-0.2366	0.1289	16	-1.83	0.0852
TRAT*DATA	1	2	2	0.1814	0.1289	16	1.41	0.1787
TRAT*DATA	1	2	2	0.1409	0.1289	16	1.09	0.2908
TRAT*DATA	1	2	2	-0.2552	0.1289	16	-1.98	0.0653
TRAT*DATA	1	2	3	0.1225	0.1289	16	0.95	0.3562
TRAT*DATA	1	2	3	0.06288	0.1289	16	0.49	0.6324
TRAT*DATA	1	2	3	-0.4497	0.1289	16	-3.49	0.0030
TRAT*DATA	1	3	2	0.4179	0.1289	16	3.24	0.0051
TRAT*DATA	1	3	2	0.3774	0.1289	16	2.93	0.0099
TRAT*DATA	1	3	2	-0.01863	0.1289	16	-0.14	0.8869
TRAT*DATA	1	3	3	0.3591	0.1289	16	2.78	0.0133
TRAT*DATA	1	3	3	0.2994	0.1289	16	2.32	0.0337
TRAT*DATA	1	3	3	-0.2132	0.1289	16	-1.65	0.1177
TRAT*DATA	2	1	2	-0.04050	0.1289	16	-0.31	0.7575
TRAT*DATA	2	1	2	-0.4366	0.1289	16	-3.39	0.0038
TRAT*DATA	2	1	3	-0.05886	0.1289	16	-0.46	0.6542
TRAT*DATA	2	1	3	-0.1185	0.1289	16	-0.92	0.3718
TRAT*DATA	2	1	3	-0.6311	0.1289	16	-4.89	0.0002
TRAT*DATA	2	2	2	-0.3961	0.1289	16	-3.07	0.0073
TRAT*DATA	2	2	3	-0.01835	0.1289	16	-0.14	0.8886
TRAT*DATA	2	2	3	-0.07799	0.1289	16	-0.60	0.5538
TRAT*DATA	2	2	3	-0.5906	0.1289	16	-4.58	0.0003
TRAT*DATA	2	3	3	0.3777	0.1289	16	2.93	0.0098
TRAT*DATA	2	3	3	0.3181	0.1289	16	2.47	0.0253
TRAT*DATA	2	3	3	-0.1946	0.1289	16	-1.51	0.1508
TRAT*DATA	3	1	3	-0.05963	0.1289	16	-0.46	0.6500
TRAT*DATA	3	1	3	-0.5723	0.1289	16	-4.44	0.0004
TRAT*DATA	3	2	3	-0.5126	0.1289	16	-3.98	0.0011

The SAS System

200

15:02 Friday, November 19, 2013

The Mixed Procedure

Differences of Least Squares Means

Effect	TRAT	DATA	_TRAT	_DATA	Adjustment	Adj P
TRAT	1		2		Tukey	0.2199
TRAT	1		3		Tukey	0.9635

TRAT	2		3		Tukey	0.3245
DATA		1		2	Tukey	0.9978
DATA		1		3	Tukey	0.0002
DATA		2		3	Tukey	0.0003
TRAT*DATA	1	1	1	2	Tukey	0.9986
TRAT*DATA	1	1	1	3	Tukey	0.9524
TRAT*DATA	1	1	2	1	Tukey	0.5210
TRAT*DATA	1	1	2	2	Tukey	0.7058
TRAT*DATA	1	1	2	3	Tukey	0.9132
TRAT*DATA	1	1	3	1	Tukey	0.7837
TRAT*DATA	1	1	3	2	Tukey	0.9556
TRAT*DATA	1	1	3	3	Tukey	0.1828
TRAT*DATA	1	2	1	3	Tukey	0.6617
TRAT*DATA	1	2	2	1	Tukey	0.8797
TRAT*DATA	1	2	2	2	Tukey	0.9672
TRAT*DATA	1	2	2	3	Tukey	0.5761
TRAT*DATA	1	2	3	1	Tukey	0.9856
TRAT*DATA	1	2	3	2	Tukey	0.9999
TRAT*DATA	1	2	3	3	Tukey	0.0569
TRAT*DATA	1	3	2	1	Tukey	0.0891
TRAT*DATA	1	3	2	2	Tukey	0.1536
TRAT*DATA	1	3	2	3	Tukey	1.0000
TRAT*DATA	1	3	3	1	Tukey	0.1941
TRAT*DATA	1	3	3	2	Tukey	0.3841
TRAT*DATA	1	3	3	3	Tukey	0.7641
TRAT*DATA	2	1	2	2	Tukey	1.0000
TRAT*DATA	2	1	2	3	Tukey	0.0686
TRAT*DATA	2	1	3	1	Tukey	0.9999
TRAT*DATA	2	1	3	2	Tukey	0.9883
TRAT*DATA	2	1	3	3	Tukey	0.0038
TRAT*DATA	2	2	2	3	Tukey	0.1201
TRAT*DATA	2	2	3	1	Tukey	1.0000
TRAT*DATA	2	2	3	2	Tukey	0.9993
TRAT*DATA	2	2	3	3	Tukey	0.0070
TRAT*DATA	2	3	3	1	Tukey	0.1531
TRAT*DATA	2	3	3	2	Tukey	0.3149
TRAT*DATA	2	3	3	3	Tukey	0.8362
TRAT*DATA	3	1	3	2	Tukey	0.9999
TRAT*DATA	3	1	3	3	Tukey	0.0093
TRAT*DATA	3	2	3	3	Tukey	0.0227

The SAS System

201

15:02 Friday, November 19, 2013

----- Effect=TRAT Method=Tukey(P<0.05) Set=1 -----

Obs	TRAT	DATA	Estimate	Standard Error	Letter Group
1	1	—	2.0094	0.05264	A
2	3	—	1.9901	0.05264	A
3	2	—	1.8796	0.05264	A

----- Effect=DATA Method=Tukey(P<0.05) Set=2 -----

Standard Letter

Obs	TRAT	DATA	Estimate	Error	Group
4	—	3	2.2158	0.05264	A
5	—	2	1.8340	0.05264	B
6	—	1	1.8293	0.05264	B

----- Effect=TRAT*DATA Method=Tukey(P<0.05) Set=3 -----

Obs	TRAT	DATA	Estimate	Standard Error	Letter Group
7	3	3	2.3517	0.09118	A
8	2	3	2.1571	0.09118	AB
9	1	3	2.1385	0.09118	AB
10	1	1	1.9878	0.09118	AB
11	1	2	1.9019	0.09118	AB
12	3	2	1.8391	0.09118	B
13	3	1	1.7794	0.09118	B
14	2	2	1.7611	0.09118	B
15	2	1	1.7206	0.09118	B

The SAS System

202

15:02 Friday, November 19, 2013

----- Effect=TRAT Method=Tukey(P<0.05) Set=1 -----

Obs	TRAT	DATA	Estimate	Standard Error	Letter Group
1	1	—	2.0094	0.05264	A
2	3	—	1.9901	0.05264	A
3	2	—	1.8796	0.05264	A

----- Effect=DATA Method=Tukey(P<0.05) Set=2 -----

Obs	TRAT	DATA	Estimate	Standard Error	Letter Group
4	—	3	2.2158	0.05264	A
5	—	2	1.8340	0.05264	B
6	—	1	1.8293	0.05264	B

----- Effect=TRAT*DATA Method=Tukey(P<0.05) Set=3 -----

Obs	TRAT	DATA	Estimate	Standard Error	Letter Group
7	1	3	2.1385	0.09118	A
8	1	1	1.9878	0.09118	A
9	1	2	1.9019	0.09118	A

----- Effect=TRAT*DATA Method=Tukey(P<0.05) Set=4 -----

Obs	TRAT	DATA	Estimate	Standard Error	Letter Group
10	2	3	2.1571	0.09118	A
11	2	2	1.7611	0.09118	A
12	2	1	1.7206	0.09118	A

----- Effect=TRAT*DATA Method=Tukey(P<0.05) Set=5 -----

Obs	TRAT	DATA	Estimate	Standard Error	Letter Group
13	3	3	2.3517	0.09118	A
14	3	2	1.8391	0.09118	B
15	3	1	1.7794	0.09118	B

The SAS System

203

15:02 Friday, November 19, 2013

----- Effect=TRAT Method=Tukey(P<0.05) Set=1 -----

Obs	TRAT	DATA	Estimate	Standard Error	Letter Group
1	1	—	2.0094	0.05264	A
2	3	—	1.9901	0.05264	A
3	2	—	1.8796	0.05264	A

----- Effect=DATA Method=Tukey(P<0.05) Set=2 -----

Obs	TRAT	DATA	Estimate	Standard Error	Letter Group
4	—	3	2.2158	0.05264	A
5	—	2	1.8340	0.05264	B
6	—	1	1.8293	0.05264	B

----- Effect=TRAT*DATA Method=Tukey(P<0.05) Set=3 -----

Obs	TRAT	DATA	Estimate	Standard Error	Letter Group
7	1	1	1.9878	0.09118	A
8	3	1	1.7794	0.09118	A
9	2	1	1.7206	0.09118	A

----- Effect=TRAT*DATA Method=Tukey(P<0.05) Set=4 -----

Obs	TRAT	DATA	Estimate	Standard Error	Letter Group
10	1	2	1.9019	0.09118	A
11	3	2	1.8391	0.09118	A

Mean	306.2667	Std Deviation	35.12263
Median	299.8000	Variance	1234
Mode	.	Range	145.90000
		Interquartile Range	45.30000

Tests for Location: Mu0=0

Test	-Statistic-	-----p Value-----	
Student's t	t 36.99551	Pr > t	<.0001
Sign	M 9	Pr >= M	<.0001
Signed Rank	S 85.5	Pr >= S	<.0001

Tests for Normality

Test	--Statistic--	-----p Value-----	
Shapiro-Wilk	W 0.912706	Pr < W	0.0960
Kolmogorov-Smirnov	D 0.221844	Pr > D	0.0197
Cramer-von Mises	W-Sq 0.129001	Pr > W-Sq	0.0425
Anderson-Darling	A-Sq 0.690066	Pr > A-Sq	0.0617

Quantiles (Definition 5)

Quantile	Estimate
100% Max	397.0
99%	397.0
95%	397.0
90%	362.6
75% Q3	330.5
50% Median	299.8
25% Q1	285.2

The SAS System

206

15:02 Friday, November 19, 2013

The UNIVARIATE Procedure
Variable: LDMC

Quantiles (Definition 5)

Quantile	Estimate
10%	272.2
5%	251.1
1%	251.1
0% Min	251.1

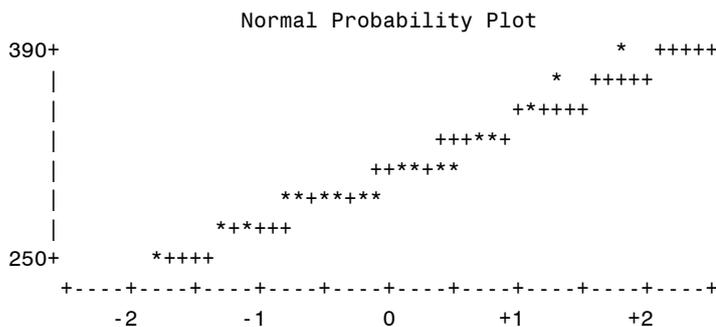
Extreme Observations

-----Lowest----- -----Highest-----

Value	Obs	Value	Obs
251.1	4	330.5	6
272.2	10	333.6	1
278.8	14	341.1	17
283.5	13	362.6	2
285.2	11	397.0	16

```

Stem Leaf          #          Boxplot
 38 7              1          |
 36 3              1          |
 34 1              1          |
 32 04            2          +-----+
 30 0246          4          *---*
 28 456729        6          +-----+
 26 29            2          |
 24 1              1          |
-----+-----+-----+-----+
Multiply Stem.Leaf by 10**+1
    
```



The SAS System 207
15:02 Friday, November 19, 2013

The Mixed Procedure

Model Information

Data Set	WORK.A1
Dependent Variable	LDMC
Covariance Structures	Variance Components, Compound Symmetry
Estimation Method	REML
Residual Variance Method	Profile
Fixed Effects SE Method	Model-Based
Degrees of Freedom Method	Containment

Class Level Information

Class	Levels	Values
-------	--------	--------

TRAT	3	1 2 3
DATA	2	1 2
rep	3	1 2 3

Dimensions

Covariance Parameters	3
Columns in X	12
Columns in Z	3
Subjects	1
Max Obs Per Subject	18
Observations Used	18
Observations Not Used	0
Total Observations	18

Iteration History

Iteration	Evaluations	-2 Res Log Like	Criterion
0	1	123.19526474	
1	1	123.19526474	0.00000000

Convergence criteria met but final hessian is not positive definite.

The SAS System

208

15:02 Friday, November 19, 2013

The Mixed Procedure

Covariance Parameter
Estimates

Cov Parm	Estimate
rep	0
CS	970.88
Residual	0.8645

Fit Statistics

-2 Res Log Likelihood	123.2
AIC (smaller is better)	127.2
AICC (smaller is better)	128.5
BIC (smaller is better)	125.4

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
--------	-----------	-----------	---------	--------

TRAT	2	10	1.04	0.3896
DATA	1	10	0.02	0.8956
TRAT*DATA	2	10	3.74	0.0611

Least Squares Means

Effect	TRAT	DATA	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
TRAT	1		314.37	12.7262	10	24.70	<.0001
TRAT	2		291.32	12.7262	10	22.89	<.0001
TRAT	3		313.12	12.7262	10	24.60	<.0001
DATA		1	305.28	10.3909	10	29.38	<.0001
DATA		2	307.26	10.3909	10	29.57	<.0001
TRAT*DATA	1	1	334.17	17.9976	10	18.57	<.0001
TRAT*DATA	1	2	294.57	17.9976	10	16.37	<.0001
TRAT*DATA	2	1	296.73	17.9976	10	16.49	<.0001
TRAT*DATA	2	2	285.90	17.9976	10	15.89	<.0001
TRAT*DATA	3	1	284.93	17.9976	10	15.83	<.0001
TRAT*DATA	3	2	341.30	17.9976	10	18.96	<.0001

The SAS System

209

15:02 Friday, November 19, 2013

The Mixed Procedure

Differences of Least Squares Means

Effect	TRAT	DATA	_TRAT	_DATA	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
TRAT	1		2		23.0500	17.9976	10	1.28	0.2292
TRAT	1		3		1.2500	17.9976	10	0.07	0.9460
TRAT	2		3		-21.8000	17.9976	10	-1.21	0.2536
DATA		1		2	-1.9778	14.6950	10	-0.13	0.8956
TRAT*DATA	1	1	1	2	39.6000	25.4524	10	1.56	0.1508
TRAT*DATA	1	1	2	1	37.4333	25.4524	10	1.47	0.1721
TRAT*DATA	1	1	2	2	48.2667	25.4524	10	1.90	0.0871
TRAT*DATA	1	1	3	1	49.2333	25.4524	10	1.93	0.0818
TRAT*DATA	1	1	3	2	-7.1333	25.4524	10	-0.28	0.7850
TRAT*DATA	1	2	2	1	-2.1667	25.4524	10	-0.09	0.9338
TRAT*DATA	1	2	2	2	8.6667	25.4524	10	0.34	0.7405
TRAT*DATA	1	2	3	1	9.6333	25.4524	10	0.38	0.7130
TRAT*DATA	1	2	3	2	-46.7333	25.4524	10	-1.84	0.0962
TRAT*DATA	2	1	2	2	10.8333	25.4524	10	0.43	0.6794
TRAT*DATA	2	1	3	1	11.8000	25.4524	10	0.46	0.6529
TRAT*DATA	2	1	3	2	-44.5667	25.4524	10	-1.75	0.1105
TRAT*DATA	2	2	3	1	0.9667	25.4524	10	0.04	0.9705
TRAT*DATA	2	2	3	2	-55.4000	25.4524	10	-2.18	0.0546
TRAT*DATA	3	1	3	2	-56.3667	25.4524	10	-2.21	0.0512

Differences of Least Squares Means

Effect	TRAT	DATA	_TRAT	_DATA	Adjustment	Adj P
TRAT	1		2		Tukey	0.4367
TRAT	1		3		Tukey	0.9973
TRAT	2		3		Tukey	0.4735
DATA		1		2	Tukey	0.8956
TRAT*DATA	1	1	1	2	Tukey	0.6409
TRAT*DATA	1	1	2	1	Tukey	0.6883
TRAT*DATA	1	1	2	2	Tukey	0.4554
TRAT*DATA	1	1	3	1	Tukey	0.4362
TRAT*DATA	1	1	3	2	Tukey	0.9997
TRAT*DATA	1	2	2	1	Tukey	1.0000
TRAT*DATA	1	2	2	2	Tukey	0.9992
TRAT*DATA	1	2	3	1	Tukey	0.9987
TRAT*DATA	1	2	3	2	Tukey	0.4867
TRAT*DATA	2	1	2	2	Tukey	0.9976
TRAT*DATA	2	1	3	1	Tukey	0.9965
TRAT*DATA	2	1	3	2	Tukey	0.5323
TRAT*DATA	2	2	3	1	Tukey	1.0000
TRAT*DATA	2	2	3	2	Tukey	0.3253
TRAT*DATA	3	1	3	2	Tukey	0.3099

The SAS System

210

15:02 Friday, November 19, 2013

----- Effect=TRAT Method=Tukey(P<0.05) Set=1 -----

Obs	TRAT	DATA	Estimate	Standard Error	Letter Group
1	1	—	314.37	12.7262	A
2	3	—	313.12	12.7262	A
3	2	—	291.32	12.7262	A

----- Effect=DATA Method=Tukey(P<0.05) Set=2 -----

Obs	TRAT	DATA	Estimate	Standard Error	Letter Group
4	—	2	307.26	10.3909	A
5	—	1	305.28	10.3909	A

----- Effect=TRAT*DATA Method=Tukey(P<0.05) Set=3 -----

Obs	TRAT	DATA	Estimate	Standard Error	Letter Group
6	3	2	341.30	17.9976	A
7	1	1	334.17	17.9976	A
8	2	1	296.73	17.9976	A
9	1	2	294.57	17.9976	A
10	2	2	285.90	17.9976	A
11	3	1	284.93	17.9976	A

The SAS System

211

15:02 Friday, November 19, 2013

----- Effect=TRAT Method=Tukey(P<0.05) Set=1 -----

Obs	TRAT	DATA	Estimate	Standard Error	Letter Group
1	1	—	314.37	12.7262	A
2	3	—	313.12	12.7262	A
3	2	—	291.32	12.7262	A

----- Effect=DATA Method=Tukey(P<0.05) Set=2 -----

Obs	TRAT	DATA	Estimate	Standard Error	Letter Group
4	—	2	307.26	10.3909	A
5	—	1	305.28	10.3909	A

----- Effect=TRAT*DATA Method=Tukey(P<0.05) Set=3 -----

Obs	TRAT	DATA	Estimate	Standard Error	Letter Group
6	1	1	334.17	17.9976	A
7	1	2	294.57	17.9976	A

----- Effect=TRAT*DATA Method=Tukey(P<0.05) Set=4 -----

Obs	TRAT	DATA	Estimate	Standard Error	Letter Group
8	2	1	296.73	17.9976	A
9	2	2	285.90	17.9976	A

----- Effect=TRAT*DATA Method=Tukey(P<0.05) Set=5 -----

Obs	TRAT	DATA	Estimate	Standard Error	Letter Group
10	3	2	341.30	17.9976	A
11	3	1	284.93	17.9976	A

The SAS System

212

15:02 Friday, November 19, 2013

----- Effect=TRAT Method=Tukey(P<0.05) Set=1 -----

Obs	TRAT	DATA	Estimate	Standard Error	Letter Group
-----	------	------	----------	----------------	--------------

1	1	—	314.37	12.7262	A
2	3	—	313.12	12.7262	A
3	2	—	291.32	12.7262	A

----- Effect=DATA Method=Tukey(P<0.05) Set=2 -----

Obs	TRAT	DATA	Estimate	Standard Error	Letter Group
4	—	2	307.26	10.3909	A
5	—	1	305.28	10.3909	A

----- Effect=TRAT*DATA Method=Tukey(P<0.05) Set=3 -----

Obs	TRAT	DATA	Estimate	Standard Error	Letter Group
6	1	1	334.17	17.9976	A
7	2	1	296.73	17.9976	A
8	3	1	284.93	17.9976	A

----- Effect=TRAT*DATA Method=Tukey(P<0.05) Set=4 -----

Obs	TRAT	DATA	Estimate	Standard Error	Letter Group
9	3	2	341.30	17.9976	A
10	1	2	294.57	17.9976	A
11	2	2	285.90	17.9976	A

6, 2013 21

The SAS System

13:16 Monday, December

The CORR Procedure

4 Variables: SRL SLA TRAT DATA

Simple Statistics

Variable	N	Mean	Std Dev	Sum	Minimum
Maximum					
SRL	27	7.31481	1.92448	197.50000	4.40000
11.90000					
SLA	27	23.28519	3.49039	628.70000	15.80000
28.30000					
TRAT	27	2.00000	0.83205	54.00000	1.00000
3.00000					
DATA	27	2.00000	0.83205	54.00000	1.00000
3.00000					

Pearson Correlation Coefficients, N = 27
 Prob > |r| under H0: Rho=0

	SRL	SLA	TRAT	DATA
SRL	1.00000	0.49732 0.0083	0.00000 1.0000	0.64853 0.0003
SLA	0.49732 0.0083	1.00000	0.47412 0.0125	0.59066 0.0012
TRAT	0.00000 1.0000	0.47412 0.0125	1.00000	0.00000 1.0000
DATA	0.64853 0.0003	0.59066 0.0012	0.00000 1.0000	1.00000

10. VITA

Rogério Chimanski da Fontoura, nasceu em Porto Alegre – RS, em 02 de abril de 1985, filho de José Galdino Farias da Fontoura e Maria Helena Chimanski.

Iniciou seus estudos na Escola de 1^o grau São Paulo (Porto Alegre-RS) em 1991 e concluiu o ensino fundamental em 1998. O ensino médio foi realizado na Escola Estadual de Ensino Médio Dom João Becker entre os anos de 1999 e 2001.

Em março de 2006 ingressou na Faculdade de Agronomia da UFRGS, onde obteve o grau de Engenheiro Agrônomo em fevereiro de 2011. Durante este período atuou como bolsista de iniciação científica no Departamento de Solos nas áreas de Química do Solo, sob orientação do professor Dr. Carlos Alberto Bissani, e Microbiologia do Solo, sob orientação do professor Dr. Enilson Saccol de Sá. O estágio curricular obrigatório foi realizado no município de Guarapuava (PR), na propriedade Chácara Bela Vista, onde foi feita, sob orientação do professor Dr. Paulo Carvalho (UFRGS-Zootecnia), uma avaliação do sistema produtivo da propriedade focado na integração lavoura-pecuária e terminação de gado de corte em confinamento.

Em abril de 2012 ingressou como mestrando no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFRGS, sob orientação do professor Dr. Carlos Nabinger, na área de concentração de plantas forrageiras.