

**UFRRJ
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

DISSERTAÇÃO

**Estoque de massa seca de raiz em pastos de Capim-Florido
manejados sob intensidades de pastejo**

ANA CAROLINA CARVALHO DE BARROS

2014



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**ESTOQUE DE MASSA SECA DE RAÍZ EM PASTOS DE CAPIM-
FLORICO MANEJADOS SOB INTENSIDADES DE PASTEJO**

ANA CAROLINA CARVALHO DE BARROS

Sob orientação do professor
João Carlos de Carvalho Almeida

e Coorientação do professor
Carlos Augusto Brandão de Carvalho

e pesquisador
Sérgio Trabali Camargo Filho

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências** no Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal

Seropédica, RJ
Setembro, 2014

636.0
845 Barros, Ana Carolina Carvalho
B277e de, 1987-
T Estoque de massa seca de
raíz em pastos de capim-florico
manejados sob intensidades de
pastejo / Ana Carolina Carvalho de
Barros - 2014.
64 f.: il.

 Orientador: João Carlos de
Carvalho Almeida.

 Dissertação (mestrado) -
Universidade Federal Rural do Rio
de Janeiro, Curso de Pós-Graduação
em Zootecnia.

 Bibliografia: f. 40-45.

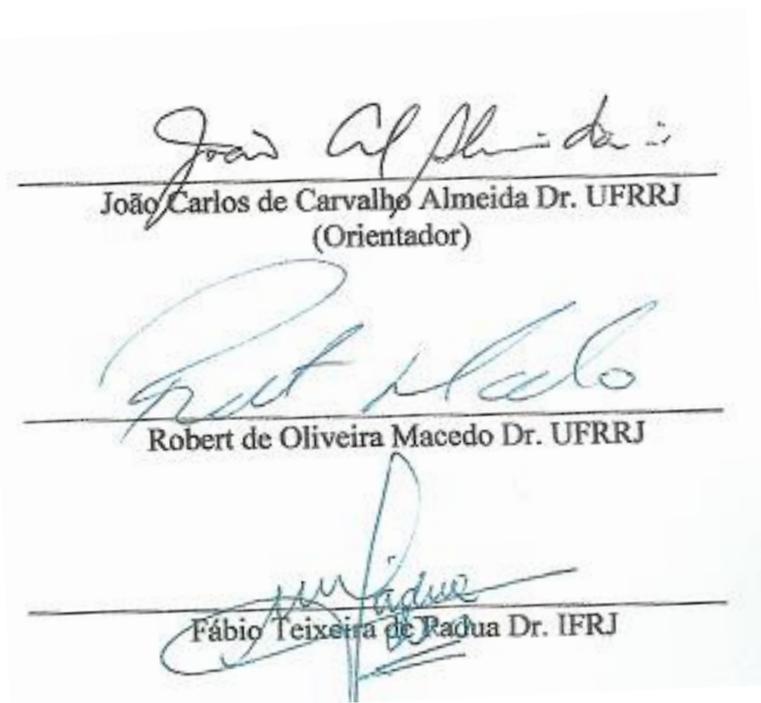
 1. Pastagens - Manejo -
Teses. 2. Forragem - Teses. 3.
Ecossistemas - Teses. 4. Zootecnia
- Teses. I. Almeida, João Carlos de
Carvalho, 1956-. II. Universidade
Federal Rural do Rio de Janeiro.
Curso de Pós-Graduação em
Zootecnia. III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

ANA CAROLINA CARVALHO DE BARROS

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.

TESE APROVADA EM, 22/09/2014



João Carlos de Carvalho Almeida Dr. UFRRJ
(Orientador)

Robert de Oliveira Macedo Dr. UFRRJ

Fábio Teixeira de Rada Dr. IFRJ

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, José Ronaldo de Barros e Luzia Carvalho de Barros. Ao meu irmão William. Aos meus companheiros de quatro patas Moah Madeira e Nino José. Àqueles que torceram e acreditaram em mim, e a todos que contribuíram para que este trabalho pudesse ser realizado.

"Construí amigos, enfrentei derrotas, venci obstáculos,
bati na porta da vida e disse-lhe: Não tenho medo de
vivê-la."

Augusto Cury

AGRADECIMENTOS

À Deus, por nunca me abandonar.

Aos meus pais Jose Ronaldo e Luzia, por dedicarem suas vidas incondicionalmente para mim e meu irmão, pelo amor tão puro e intenso e por sempre acreditarem em mim. Obrigada por serem exemplos de ser humano, batalhadores e guerreiros, mostrando que todas as barreiras e dificuldades se esvaem perante o amor que temos um pelo outro. É sem sombra de dúvidas vocês são as pessoas que eu mais admiro neste mundo.

Ao meu irmão William, por todo amor, carinho e amizade, Eu amo você!!!

À minha segunda mãe Niete Ananias, por cada oração e por cada vibração em minhas conquistas.

À minha avó Valdete pelo carinho e ajuda direcionadas a mim. Aos meus tios e tias, pelo amor e apoio que sempre me deram. Aos meus primos pela torcida.

À todos os familiares, que sempre se fizeram presentes, mesmo a distância, compartilho com vocês esta alegria!

A minha amiga e irmã de coração, Priscila Barroso, pelos 15 ou mais anos de amizade e companheirismo, “Você é amigo mais certo nas horas incertas!

Aos amigos do CPII e Estácio de Sá, mesmo com toda minha ausência vocês nunca deixaram de acreditar e torcer pela minha vitória.

Ao meu orientador, professor João Carlos de Carvalho Almeida, pelas oportunidades, pela confiança.

Ao meu co-orientador, professor Carlos Augusto Brandão de Carvalho, pelo ensinamentos.

Ao meu co-orientador, pesquisador da PESAGRO-RIO, Sérgio Trabali Camargo Filho, por todo apoio, ensinamento, oportunidade, me dando total suporte para desenvolver o experimento.

Aos meus afilhados, Luiza, Fernanda e Rogério, por estarem sempre torcendo por mim, me desculpem a ausência.

À amiga Ludmilla Campana, pelo carinho, amizade, por toda a ajuda e principalmente por ter tornado os meus dias mais felizes durante esses anos.

Ao companheiro de experimento Pablo Zanella, por todo auxílio nas coletas.

Aos amigos, Rafael Gonçalves, Leonardo Fiusa e Jéssica D’ávilla, pela amizade e incentivo, essencial durante a execução deste trabalho, principalmente na abertura de trincheiras.

Aos estagiários, Frida Sparaciari, Wagner Martins, Gustavo Sant’anna, Ronan Carvalho e Raul Rossi pela ajuda fundamental na extração das amostras de solo no experimento.

Às amigas e colegas de orientação, Ludmila Campana, Camila Almeida, Aline Gama e Thaís Moreira, pela colaboração e lavagem de raízes e por serem a equipe pronta para tudo.

Ao professor Robert Macedo, pela amizade e conselhos.

Aos funcionários da PESAGRO-RIO muito obrigado por dedicarem seu tempo em me ajudar.

À CAPES pela bolsa concedida.

À todos aqueles que diretamente ou indiretamente auxiliaram para que eu lograsse com êxito.

Muito Obrigada!!!

BIOGRAFIA

Ana Carolina Carvalho de Barros, filha de José Ronaldo de Barros e Luzia Carvalho de Barros, nascida em 19 de outubro de 1987 na cidade do Rio de Janeiro – RJ. Em 2007, ingressou no ensino superior no curso de Bacharelado em Zootecnia na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ – Seropédica), com conclusão no ano de 2012. Durante a graduação, estagiou no Departamento de Nutrição Animal e Pastagens (DNAP/IZ/UFRRJ) sob a orientação do Dr. Augusto Vidal da Costa Gomes; foi monitora na disciplina de Suinocultura (IZ - 216) sob a orientação do Msc. Jose Francisco Crespi Coll. No segundo semestre de 2012 ingressou no curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFRRJ com bolsa da CAPES e desenvolveu pesquisa na área de forragicultura e pastagens.

RESUMO

BARROS, Ana Carolina Carvalho. **Estoque de massa seca de raiz em pastos de capim-Florico manejados sob intensidades de pastejo**. 2014. 49p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2014.

Objetivou-se avaliar o estoque de massa seca de raiz em pastos de capim Florico manejados sob dois níveis de interceptação luminosa (90 e 95 %) e duas alturas de resíduo pós-pastejo (0,2 e 0,3 m), os quais deram origem a quatro tratamentos de intensidades de pastejo (90IL 0,2m RPP; 90IL 0,3m RPP; 95IL 0,2m RPP; 95IL 0,3m RPP). O rebaixamento da vegetação foi realizado pela técnica “mob grazing”, simulando a condição de pastejo intermitente. Na parte aérea foram relacionados massa (MFF e MF) e a taxa de acúmulo de forragem (TAMFF e TAF) com variáveis do sistema radicular, utilizando a técnica de escavação de trincheiras de 0,5x0,4x0,6 m e retirada de blocos prismáticos por monólitos de 0,05x0,2x0,1 m, até a profundidade de 0,4 m para o estoque radicular e distribuição fracional (DF), além da relação raiz/parte aérea e fitomassa total (FT). O experimento foi conduzido na PESAGRO-RIO, em Seropédica, Rio de Janeiro, de julho de 2012 a julho de 2013, durante quatro estações do ano. A massa fresca de forragem variou com tratamento, estação do ano e com a interação entre eles ($p < 0,01$), apresentando maiores valores no verão com $908,1 \pm 73,8 \text{ g m}^{-2}$ (médias dos quatro tratamentos de pastejo), comparado com as demais estações que foram semelhantes entre si. Devido a variação existente entre os ciclos de pastejos, em dias, foi calculado a taxa de acúmulo de forragem de massa seca de forragem, com menor valor obtido no inverno ($10,8 \pm 5,1 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$), quando comparado ao período chuvoso ($28,7 \pm 13,1 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$). Maior taxa de acúmulo de forragem massa fresca de forragem foi obtida para o tratamento (90IL 0,2m RPP) de maior intensidade de pastejo ($26,6 \pm 15,8 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) e, menor valor, para aquele (95IL 0,3m RPP) de menor intensidade ($13,6 \pm 4,1 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$). A massa seca de forragem não variou ($p > 0,05$) entre as estações para o tratamento 90IL 0,3m RPP, enquanto que, o tratamento 95IL 0,3RPP, na primavera e verão, apresentou maior massa, ($219,8$ e $192,2 \text{ g m}^{-2} \text{ ciclo}^{-1}$), enquanto o tratamento 90IL 0,3RPP foi mais produtivo que o 95IL 0,3RPP no outono. A produção de massa seca radicular (MSR) do inverno foi inferior aquelas das demais estações. Na primavera, os maiores estoques de MSR foi de: $639,3 \pm 246,8$ e $667,2 \pm 225,7 \text{ g } 400\text{dm}^3$ de solo, respectivamente, para 90IL 0,3m RPP e 95IL 0,3m RPP; enquanto que o tratamento 90IL 0,2m RPP apresentou maiores estoques de MSR: $591,8 \pm 168,2$ e $655,1 \pm 252,7 \text{ g } 400\text{dm}^3$ de solo⁻¹, respectivamente no verão e outono e o tratamento 95IL 0,2m RPP estocou maiores quantidades de MSR no outono ($647,8 \pm 68,4 \text{ g } 400\text{dm}^3$ de solo⁻¹). Quanto a distribuição das raízes no perfil, houve diferença do estoque de MSR entre tratamentos na primavera e, as equações do verão e outono não diferiram entre si. A distribuição fracional do sistema radicular variou ($p < 0,05$) entre todas as estações, porém no outono, houve semelhança entre os tratamentos. A produção de fitomassa total variou ($p < 0,05$) entre os tratamentos, com a menor produção no inverno, para os tratamentos. A relação raiz: parte aérea variou ($p < 0,05$) com tratamento e estação. Para 95IL 0,2m RPP, maior valor foi obtido no outono. O capim Florico foi sensível às condições climáticas apresentando variações quanto ao acúmulo de forragem e estoque radicular, evidenciando a existência de plasticidade fenotípica para as variáveis avaliadas.

Palavras-chave: Distribuição de massa de raízes no perfil, Distribuição fracional, Fitomassa total, Relação raiz: parte aérea

ABSTRACT

BARROS, Ana Carolina Carvalho. **Stock of the dry mass matter stock in Florico grass pastures managed at grazing intensities.** 2014. 49p. Dissertation (Master in Animal Science). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2014.

This study was carried out for evaluating the dynamics of the root dry matter stock in Florico grass pastures managed at two light interception levels (90 and 95%) and two post-grazing residue heights (0.2 and 0.3 m) (90IL 0,2m RPP; 90IL 0,3m RPP; 95IL 0,2m RPP; 95IL 0,3m RPP). The lowering of vegetation was performed by the technique "mob grazing", simulating the condition of intermittent grazing. In shoot mass were related (MFF and MF) and the rate of herbage accumulation (TAMFF and TAF) with varying root system, using the technique of digging trenches 0,5x0,4x0,6 me withdraw prismáticos blocks per monoliths 0,05x0,2x0,1 m up to 0.4 m profundida for root stock and fractional distribution (DF), and the root / shoot ratio, and total biomass (FT). The experiment was performed at PESAGRO-RIO, in Seropédica municipality, Rio de Janeiro state, from July, 2012 to July, 2013, covering the four seasons. Shoots fresh matter yield was effective for treatment, season, and repeated measures interaction, with total production in the summer of 2013 for the four grazing intensities ($908.1 \pm 73.8 \text{ g/m}^2$), compared to other seasons where treatments were similar. In the season of different days between cycles, shoots fresh matter yield was estimated where the winter, presented the lowest yield ($10.8 \pm 5.1 \text{ g/m}^2 \text{ day}^{-1}$), when compared to the rainy season ($28.7 \pm 13.1 \text{ g/m}^2 \text{ day}^{-1}$), as well as, between the treatments, the highest grazing intensity presented the greatest yield ($26.6 \pm 15.8 \text{ g/m}^2 \text{ day}^{-1}$) while the lowest one presented the smallest yields ($13.6 \pm 4.1 \text{ g/m}^2 \text{ day}^{-1}$). Shoots dry matter yield indicated high significant effects for treatments, season, and interaction for repeated measurements over time between treatments the 90IL 0,3RPP treatment presented no difference in relation to shoot dry matter among seasons, whereas 95IL 0,3RPP treatment presented greater shoot dry matter quantity in the spring ($219.8 \text{ g/m}^2 \text{ cycle}^{-1}$), followed by summer ($192.2 \text{ g/m}^2 \text{ cycle}^{-1}$), as well as, in the autumn 90IL 0,3RPP treatment was more productive than 95IL 0,3RPP one. Shoot dry matter yield was lower in all the treatments in the winter when compared to the other seasons, the greatest roots dry matter (RDM) were: 639.3 ± 246.8 and $667.2 \pm 225.7 \text{ g 400dm}^3 \text{ soil}$ in the spring, for 90IL 0,3RPP and 95IL 0.3 RPP, respectively and 591.8 ± 168.2 and $655.1 \pm 252.7 \text{ g 400 dm}^3 \text{ soil}$ in the summer and autumn, for 90IL 0.2RPP respectively $647.8 \pm 68.4 \text{ g 400 dm}^3 \text{ soil}$ in the autumn for 95IL 0,2RPP treatment. In regarding to the roots distribution profile there was no difference between RDM stock treatments between grazing intensities evaluated, summer and autumn equations did not differ either. In fractional root distribution all the seasons presented significant results, being autumn the single one no differing between treatments on the present study. Total phytomass presented significant effect for the treatments, where the winter was the season presenting the lowest yield in all the treatments, when compared to other stations. Root:shoot ratio was no effect for treatment and season, as well as, the autumn highlighted with the greatest RDM:SDM ratio in 95IL 0,2RPP treatment, when compared to the other seasons. It might be concluded that The Florico grass was sensitive to variations in weather conditions presenting to the accumulation of forage and root stock, showing the existence of phenotypic plasticity for the evaluated variables.

Key words: Profile roots mass distribution, Fractional distribution, Total phytomass, Root:shoot ratio.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fenologia do <i>Cynodon nlemfuensi</i> ; (A) Inflorescência, (B) material senescente, (C) parte aérea e (D) estolões.....	9
Figura 2. Vista parcial da área experimental.....	10
Figura 3. Temperaturas máxima e mínima (°C) anuais durante o período de junho de 2012 a junho de 2013.....	11
Figura 4. Precipitação pluviométrica mensal (mm mês ⁻¹) do período experimental (junho/2012 a junho/2013) e média da precipitação pluviométrica dos últimos 15 anos (1997-2011). 12	
Figura 5. Precipitação pluviométrica registrada em quatro intensidades de desfolha de quatro ciclos de pastejos.	13
Figura 6. Número de dias sem chuva em quatro intensidades de desfolha de quatro ciclos de pastejos.....	14
Figura 7. Número de dias consecutivos sem chuva em quatro intensidades de desfolha de quatro ciclos de pastejos.	15
Figura 8. Número de dias com precipitação pluviométrica superior a 9,9 mm dia ⁻¹ em quatro intensidades de desfolha de quatro ciclos de pastejos.	15
Figura 9. Balanço hídrico anual durante o período de julho de 2012 a junho de 2013, segundo Thornthwaite & Mather (1955) - Fonte: Banco de dados do site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).....	16
Figura 10. Croqui da área experimental.	17
Figura 11. Croqui esquemático da delimitação da parcela (linha contínua), bordadura (linha pontilhada), localização das trincheiras e dimensões das trincheiras, nas unidades experimentais.	18
Figura 12. Rebaixamento da vegetação realizado por novilhas mestiças.	20
Figura 13. Localização aproximada das trincheiras por estação do ano.	22
Figura 14. Abertura de trincheira e coleta de amostras. A – trincheira; B - extração de amostra de solo e raízes; C – remoção do monolito ; D – volume de solo e raízes.	23
Figura 15. Lavagem e separação de raízes. A – Lavagem de raízes e B – Peneiramento de raízes em malhas de 4,0; 2,0 e 1,0 mm.	24
Figura 16. Pesagem e secagem das raízes. A – pesagem das raízes após lavagem e B - acondicionamento das raízes em estufa com circulação forçada.....	24
Figura 17. Massa radicular (g 400dm ³ de solo) do capim Florico em quatro estações do ano.	29
Figura 18. Estoque radicular (g 100dm ³ de solo) do capim Florico, em quatro profundidades (0 a 0,1; 0,1 a 0,2; 0,2 a 0,3 e 0,3 a 0,4 m), em quatro estações do ano e intensidades de pastejo. A = inverno/2012, B = primavera/2012 e C = verão/outono de 2013.....	31
Figura 19. Distribuição fracional radicular do capim Florico no inverno dos tratamentos 95IL 0,2RPP e 95IL 0,3RPP.....	32
Figura 20. Distribuição fracional radicular do capim Florico na primavera. A-90IL 0,3RPP versus 95IL 0,3RPP e B-95IL 0,2RPP versus 95IL 0,3RPP.....	33
Figura 21. Distribuição fracional radicular do capim Florico no verão dos tratamentos 90IL 0,2RPP versus 95IL 0,3RPP.	35
Figura 22. Fitomassa total (g m ⁻²) do capim Florico em quatro intensidades de pastejo em quatro estações do ano.	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Número de dias com temperaturas do ar entre 15,1 e 17,0 °C e abaixo de 15,1 °C durante o período experimental.	11
Tabela 2. Simbologia referente à constituição dos tratamentos.	19
Tabela 3. Estação do ano, data de amostragem, duração do ciclo/número de ciclos (dias) e condição climática predominante do período em quatro intensidades de pastejo.	19
Tabela 4. Fracionamento das profundidades de coleta do monólito.	21
Tabela 5. Acúmulo de massa fresca de forragem ($\text{g m}^{-2} \text{ ciclo}^{-1}$) do capim Florico em quatro estações do ano e intensidades de pastejo.	26
Tabela 6. Taxa de acúmulo massa fresca de forragem ($\text{g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) do capim Florico em quatro estações do ano e intensidades de pastejo.	27
Tabela 7. Acúmulo de massa seca de forragem ($\text{g m}^{-2} \text{ ciclo}^{-1}$) do capim Florico em quatro estações do ano e intensidades de pastejo.	27
Tabela 8. Taxa de acúmulo massa seca de forragem ($\text{g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) do capim Florico em quatro estações do ano e intensidades de pastejo.	28
Tabela 9. Parâmetros para estimar a massa seca radicular do capim Florico (Span; constante (-k) e platô) até a profundidade de 0,4 m, no inverno/2012, primavera/2012, verão/outono de 2013, em diferentes intensidades de pastejo.	30
Tabela 10. Parâmetros para estimar distribuição fracional radicular do capim Florico (Span, constante (-k) e platô) até a profundidade de 0,4 m, no inverno de 2012.	32
Tabela 11. Parâmetros para estimar distribuição fracional radicular do capim Florico (Span, constante (-k) e platô) até a profundidade de 0,4 m, na primavera de 2012.	33
Tabela 12. Parâmetros para estimar distribuição fracional radicular do capim Florico (Span; constante (-k) e platô) até a profundidade de 0,4 m, no verão de 2013.	34
Tabela 13. Parâmetros para estimar distribuição fracional radicular do capim Florico (Span; constante (-k) e platô) até a profundidade de 0,4 m, no outono de 2013.	35
Tabela 14. Relação de massa radicular: massa seca de forragem, do capim Florico, nas quatro estações do ano e intensidades de pastejo.	38
Tabela 15. Análise química de terra referente a fase inicial do experimento, coletada em Dezembro de 2011.	46
Tabela 16. Análise química de terra referente a fase final do experimento, coletada em Abril de 2013.	47
Tabela 17. Massa seca radicular ($\text{g } 400\text{dm}^{-3}$ de solo) no inverno de 2012 em quatro intensidades de pastejo.	48
Tabela 18. Massa seca radicular ($\text{g } 400\text{dm}^{-3}$ de solo) na primavera de 2012 em quatro intensidades de pastejo.	48
Tabela 19. Massa seca radicular ($\text{g } 400\text{dm}^{-3}$ de solo) no verão de 2013 em quatro intensidades de pastejo.	48
Tabela 20. Massa seca radicular ($\text{g } 400\text{dm}^{-3}$ de solo) no outono de 2013 em quatro intensidades de pastejo.	48
Tabela 21. Fitomassa total (g m^{-2}) no inverno de 2012 em quatro intensidades de pastejo.	49
Tabela 22. Fitomassa total (g m^{-2}) na primavera de 2012 em quatro intensidades de pastejo.	49
Tabela 23. Fitomassa total (g m^{-2}) no verão de 2013 em quatro intensidades de pastejo.	49
Tabela 24. Fitomassa total (g m^{-2}) no outono de 2013 em quatro intensidades de pastejo.	49

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Características físicas e químicas do horizonte Bt do solo cultivado com quatro gramíneas forrageiras, em duas épocas de amostragem.	46
Anexo B. Massa seca radicular (g 400dm ³ de solo) do capim Florico em quatro estações do ano: inverno e primavera de 2012 e verão e outono de 2013.	48
Anexo C. Fitomassa total (g m ²) do capim Florico em quatro estações do ano: inverno e primavera de 2012 e verão e outono de 2013.	49

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

DF = distribuição fracional

DNAP = Departamento de Nutrição Animal e Pastagem

FT = fitomassa total

IAF = índice de área foliar

IL = interceptação luminosa

MFF = massa fresca de forragem

MF = massa seca de forragem

MSR = massa seca radicular

RPP = resíduo pós-pastejo

TAMFF = taxa de acúmulo massa fresca de forragem

TAF = taxa de acúmulo massa seca de forragem

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1	Os Ecossistemas Pastoris	2
2.2	Plasticidade Fenotípica e Alocação de Recursos	3
2.3	Manejo de Pastagens.....	3
2.3.1	Método de pastejo: lotação intermitente.....	3
2.3.2	Uso da interceptação luminosa e altura de resíduo como critério de manejo.....	4
2.4	O Equilíbrio Funcional: Relação Raiz: Parte Aérea	5
2.5	Sistemas Radiculares	6
2.6	Cynodon spp	7
2.6.1	Origem e introdução no Brasil	7
2.6.2	Cynodon nlemfuensis.	8
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	10
3.1	Localização da Área Experimental	10
3.2	Dados Climáticos.....	10
3.3	Histórico da Área.....	16
3.4	Instalação do Experimento	16
3.5	Fertilização	18
3.6	Delineamento Experimental	18
3.7	Monitoramento das Condições Experimentais	19
3.8	Manejo do Pastejo.....	20
3.9	Variáveis Avaliadas	20
3.9.1	Parte aérea.....	20
3.9.2	Sistema radicular	21
3.9.3	Fitomassa total.....	21
3.10	Procedimentos Experimentais	21
3.10.1	Massa fresca e seca de forragem	21
3.10.2	Procedimentos para estudo do sistema radicular.....	22
3.11	Análises Estatísticas.....	25
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1	Acúmulo de Forragem	26
4.1.1	Massa fresca de forragem.....	26
4.1.2	Massa seca de forragem.....	27
4.2	Fitomassa Radicular: Acúmulo por Unidade de Superfície e Distribuição no Perfil... ..	29
4.2.1	Estoque radicular	29
4.2.2	Distribuição fracional	31
4.3	Fitomassa total	36
4.4	Relação Massa Seca de Raiz: Massa Seca de Forragem	37
5	CONCLUSÕES	39
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
7	ANEXOS	46

1 INTRODUÇÃO

A superfície terrestre tem aproximadamente 36% da sua área ocupada pelas pastagens, que engloba a soma das áreas cobertas por florestas mais áreas de cultivos anuais (LEMAIRE, 2007). As pastagens constituem ecossistemas bastante complexos e dinâmicos (SBRISSIA & SILVA, 2001) onde a vegetação dominante é composta por espécies herbáceas, maiores membros da família *Poaceae* (ex *Gramineae*), nativas ou exóticas (HADLEY, 1993, KELLOG, 2001, LEMAIRE, 2007).

O ecossistema de pastagens pelo ponto de vista funcional é caracterizado pelos seus fluxos distintos de energia e matéria, circulando entre os seus diversos compartimentos.

Segundo dados do CEPEA (2012) o agronegócio brasileiro participa expressivamente da economia nacional e, a participação do agronegócio no PIB brasileiro em 2011 foi de 22,15% (R\$ 917,654 bilhões), e destes, 28,8% foram referentes à pecuária.

O Brasil possui 340 milhões de hectares com terras disponíveis para produção, das quais 50% estão disponíveis para forragem. Dentre esses 170 milhões de hectares, 100 milhões são formados por forrageiras introduzidas e 70 milhões por forrageiras nativas (FONSECA et al., 2010).

A maior parte do rebanho brasileiro é criada em sistema de pastagem, caracterizado por ser econômico e prático. Os fatores climáticos exercem grande impacto sobre as variações no ritmo de crescimento das plantas. A análise histórica e o acompanhamento das variáveis agroclimáticas são, portanto, uma ferramenta preciosa na introdução de um sistema de pastejo, em virtude do ciclo estacional na produção de forrageiras, é de grande importância a seleção e introdução de espécies forrageiras bem adaptadas às regiões, com bom valor nutritivo e boa produtividade.

Inúmeras pesquisas indicam que as respostas das plantas pastejadas variam em função do regime de desfolhação, época do ano e do estágio da planta no momento da desfolhação (LORETTI, 2003; PEDREIRA et al., 2007; SILVA & NASCIMENTO JÚNIOR, 2007).

No manejo das pastagens as práticas adotadas em um sistema de produção animal a pasto devem ser determinadas mediante um estudo de características morfológicas e fisiológicas das plantas. A compactação, gerada por práticas de manejo como a utilização de maquinários e pisoteio de animais em área de pastejo, irá ocasionar um aumento na densidade do solo, estes quando compactados oferecem resistência mecânica ao desenvolvimento do sistema radicular, causando mudanças na sua morfologia, afetando seu diâmetro, comprimento e ramificações, criando um ambiente desfavorável para o crescimento e desenvolvimento das plantas (KERBER, 2005).

Dentre as forrageiras, aquelas do gênero *Cynodon* possui bom potencial de produção, vigor de rebrota e bom valor nutricional da forragem (RODRIGUES FILHO et al., 2000.), sendo assim, recomendadas para sistemas de produção animal em pastagens (ALVIM et al., 2003).

O sistema radicular das plantas é um órgão vital; Segundo Gregory (1994), o sistema radicular de plantas terrestres tem como principais funções a aquisição de nutrientes e água do solo, já a sustentação dada à parte aérea, o armazenamento de nutrientes, a síntese de reguladores do crescimento e a propagação são vistas como funções secundárias (FITTER, 1991).

No Brasil, nos últimos anos, se realizou simpósios internacionais sobre ecofisiologia e ecologia de pastagens, pode se observar que nestes eventos, poucos trabalhos foram dedicados exclusivamente ao estudo do sistema radicular. Refletindo assim a necessidade de estudos

sobre o tema. Scurlock e Hall (1998) observaram que menos de 10% dos estudos mundiais sobre pastagens são relativos a sistemas radiculares.

Em condições de campo, as raízes das plantas apresentam grande variabilidade no seu desenvolvimento e isto se deve tanto às características ambientais quanto às características morfológicas. De acordo com resultados experimentais obtidos em condições de clima temperado, sabe-se que quando a produção forrageira diminui sensivelmente, a planta já reduziu drasticamente o seu sistema radicular (RICHARDS, 1984). Devido à importância do potencial de rebrota dos capins para a otimização no uso de recursos forrageiros, as considerações sobre o papel das raízes está ligada à perturbações nas relações fonte-dreno associadas à desfolha e à recuperação pós-pastejo.

A morfologia radicular das gramíneas forrageiras permite o estabelecimento de associações simbióticas com microrganismos do solo assim como a penetração de horizontes subsuperficiais, o que irá facilitar a captura e reciclagem de nutrientes em profundidade. Esses aspectos ligados, as práticas de manejo da pastagem e do pastejo com a sustentabilidade do ecossistema, evidenciam a importância que podem ter informações simples, como a profundidade de enraizamento e a distribuição de raízes no perfil do solo (COELHO et al, 2002).

Diante destes fatos, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a dinâmica do estoque de raiz e sua distribuição fracional no capim Florico quando manejados sob intensidades de pastejo, através do estudo da densidade radicular até 0,4m de profundidade.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Os Ecossistemas Pastoris

A vegetação de pastagens ocorre naturalmente em todos os continentes, exceto na Antártida, e em muitas áreas, substitui a vegetação natural, devido à intervenção humana (LEMAIRE, 2007; VENDRAMINI et al., 2007).

No Brasil devido sua dimensão continental e a grande variação geomorfológica e climática, abriga sete biomas, dezenas de ecorregiões e incalculáveis ecossistemas (ARRUDA, 2000; COUTINHO, 2006). De acordo com Coutinho (2006) ecossistema é uma unidade ecológica, estrutural e funcional, composta pelos meios bióticos e abióticos ou de outra forma, são interações dinâmicas entre plantas, animais e microorganismos e o seu ambiente abiótico, trabalhando juntos como uma unidade funcional (LARCHER, 2000).

Num ecossistema pastoril deve-se ter a capacidade de compreensão da forma como um conjunto de fatores associados ao acúmulo de forragem e consumo animal se correlacionam, permitindo ou não a máxima manifestação do potencial de produção de uma planta inserida num determinado sistema de produção.

Os herbívoros, as plantas e as condições edafoclimáticas que ocorrem numa determinada área constituem um sistema complexo e interdependente: o ecossistema. Os processos que ocorrem neste sistema ecológico são bastante dinâmicos e decorrem das inter-relações existentes entre a planta, o animal, o solo e o clima, onde cada componente é afetado pelos outros componentes. Os fatores ecológicos estão envolvidos no crescimento e utilização das plantas, tais como, os fatores climáticos ou do meio ambiente, as plantas, os animais e os organismos decompositores. O conhecimento dos efeitos e inter-relações de cada fator é essencial para o uso eficiente dos recursos naturais (ANTÔNIO, 1997).

O ecossistema de pastagens é caracterizado pelos seus fluxos distintos de energia e matéria na planta, circulando entre os diversos compartimentos, nutrientes e água absorvidos pelas raízes enquanto que os fotoassimilados sintetizados pela parte aérea são distribuídos

pela planta. Além de partes senescente estarem mobilizando reservar para as partes vegetativas. (LARCHER, 2000; DEREGIBUS et al., 2001).

2.2 Plasticidade Fenotípica e Alocação de Recursos

A plasticidade fenotípica pode ser definida como uma mudança progressiva e reversível nas características fenotípicas de plantas individuais (LEMAIRE e AGNUSDEI, 1999). Esse fenômeno, chamado de “plasticidade fenotípica”, possui uma importante função na adaptação de espécies forrageiras à desfolhação e intensidades de pastejo. Nesses termos pastagens podem ser consideradas como sistemas altamente regulados onde qualquer mudança estrutural determina respostas na morfogênese de plantas que, por sua vez, modificam a estrutura do pasto. (VALLADARES et al., 2007).

De acordo com Sultan (2000), muitos estudos têm demonstrado que as plantas são plásticas para numerosos atributos de natureza morfológica, fisiológica e anatômica, incluindo também características de desenvolvimento e reprodução, ou seja, ao manejo a que é submetida.

Alocação, um termo que designa a distribuição regulada de fotossintatos com fins de armazenagem, utilização e/ou transporte (TAIZ & ZEIGER, 2004). Carboidratos não estruturais acumulados nos caules e raízes que são translocação para as folhas, possibilita que as plantas equilibrem balanços negativos de carbono, impostos por altos níveis de sombreamento ou herbivoria (RICHARDS, 1993; THORNTON & MILLARD, 1996; GAUTIER et al., 1999).

As reservas orgânicas são definidas como compostos constituídos por carbono e nitrogênio, elaborados e armazenados pela planta em órgãos, principalmente aqueles remanescentes à desfolha, usados como substrato nos processos de manutenção durante períodos de estresse e formação de novos tecidos para a recuperação após desfolha e senescência. (SHEARD, 1973).

Muitos fatores internos e ecológicos podem influenciar a capacidade das plantas para responder aos variados cenários ambientais (VALLADARES et al., 2007). Nos ecossistemas de pastagens, de acordo com Sbrissia & Silva (2001), a seca, o fogo e o pastejo(consumo e pisoteio) são os três principais agentes de perturbação, promovendo pressão de seleção para alta taxa de renovação da parte aérea, localização das estruturas de perenização próximas da superfície do solo e uma grande proporção de biomassa e atividade funcional na sua parte subterrânea.

2.3 Manejo de Pastagens

2.3.1 Método de pastejo: lotação intermitente

O manejo do pastejo implica um grau de controle tanto sobre o animal como sobre o pasto. Um sistema de pastejo deve proporcionar a máxima produção animal, porém, não deve afetar o crescimento e manutenção das plantas forrageiras (RODRIGUES e REIS, 1997). Diante disso, é necessária a escolha de um sistema de pastejo que irá se adequar ao sistema de produção, considerando-se o sistema clima-solo-planta-animal.

A lotação intermitente é caracterizada pela subdivisão das pastagens e utilização por períodos de tempo limitado, seguido de um período de descanso do pasto. Uma das características da lotação intermitente é que, por permitir melhor controle da intensidade de desfolha e do período de rebrota da planta, favorece a uniformidade do pastejo e melhora a eficiência de uso da forragem. Estas vantagens ocorrem sob maiores taxas de lotação em resposta ao aumento da produção de forragem, conseguido pela maior eficiência no uso de insumos durante o período chuvoso (GOMIDE et al., 2007).

Durante o período de descanso do pasto, ocorre a rebrota da planta forrageira e, no período de ocupação do pasto, a utilização do pasto pelos animais, em ambos os períodos ocorre o processo de crescimento das plantas forrageiras (MARTHA JÚNIOR et al. 2003).

Numerosos estudos sobre a morfofisiologia de plantas forrageiras afirmam que a recuperação das plantas após a desfolha, é influenciada por suas características morfológicas, isto é, pelo número de pontos de crescimento dos quais a rebrota poderá ocorrer, pelos teores de carboidratos não estruturais armazenados e pela área foliar remanescente após a desfolha (CORSI & NASCIMENTO JUNIOR, 1994).

As forrageiras recuperam-se dos efeitos de desfolha e pisoteio através de mecanismos de ajuste fisiológico que estimulam mudanças compensatórias no funcionamento de diversos órgãos. Dentre essas mudanças estão: a reativação da taxa fotossintética nos resíduos pós pastejo, redistribuição de substâncias orgânicas na planta (carboidratos não estruturais), estruturais, estímulos à produção de hormônios que controlam as atividades meristemáticas e a redução da fixação de nitrogênio nas raízes. Somado a matéria orgânica o desenvolvimento de um vigoroso sistema radicular irá contribuir para a persistência da forrageira na pastagem.

2.3.2 Uso da interceptação luminosa e altura de resíduo como critério de manejo

O crescimento vegetal consiste na captação de água e nutrientes, onde na clorofila através da energia luminosa, transforma-os em tecidos vegetais, o principal processo fisiológico associado a essa etapa de produção é a fotossíntese, e essa é regida pela disponibilidade e qualidade de luz, temperatura, água e nutrientes (HODGSON, 1990). Diante disso, as pastagens podem ser consideradas como sistemas dinâmicos e complexos, onde alterações na morfogênese da planta provocam modificações na estrutura do dossel, resultando em alterações no seu índice de área foliar (IAF) e na quantidade de luz interceptada (IL) por ele, alterando assim os processos fotossintéticos da pastagem (FERLIN et al., 2006).

Estratégias de pastejo afetam as características da planta forrageira, e a utilização da interceptação luminosa como referência de acompanhamento do processo de rebrotação permite que as forrageiras sejam colhidas (por corte ou pastejo) sempre numa próxima condição fisiológica (PEDREIRA et al, 2007).

Tem-se buscado estabelecer um ponto “ótimo” de colheita da forragem produzida, condição esta que, de acordo com Silva et al. (2001), é quando ocorre maior acúmulo líquido de forragem, antes da intensificação do processo de alongamento de colmos e de perdas pelo processo de senescência. Desta forma, ressalta-se a importância de acertar o manejo do pastejo. Mas não é somente a frequência com que o animal realiza o pastejo que define o padrão de crescimento das plantas, mas também a intensidade com que este é realizado, pois a recuperação da superfície fotossintética sofre influência do índice e área foliar residual, interferindo diretamente no acúmulo de forragem, deve-se considerar também a estacionalidade da forrageira (LEMAIRE & CHAPMAN, 1996).

Assim, o uso do critério de 95% de interceptação luminosa para corte e/ou pastejo tem sido reconhecido como fundamental para a perenidade dos ecossistemas pastoris, uma vez que, ao interceptar 95% da radiação incidente, os processos de senescência e alongamento do colmo ainda estão incipientes e a taxa de acúmulo de folhas elevada. A partir desse ponto, as folhas inferiores passam a ser totalmente sombreadas, diminuindo suas atividades fotossintéticas, entrando em ponto de compensação, onde as taxas de fotossíntese e respiração do dossel tornam-se muito próximas (PARSONS et al., 1988), porém essas informações tem sido considerada para forragens de crescimento ereto e ao se tratar de *Cynodon* que apresenta um crescimento prostrado e estolonífero, estudos realizados na mesma área e com o mesmo capim tem mostrado que o processo de alongamento de colmos tem ocorrido antes de atingir 95% de interceptação luminosa sendo assim avaliou-se também 90% de interceptação luminosa.

A altura do resíduo pós-pastejo influencia a quantidade e qualidade de tecido fotossintético remanescente que, por sua vez, afetam o maior ou menor uso de reservas orgânicas armazenadas. Para *Cynodon* preconiza a utilização de altura de resíduo de 40 e 60% da altura média do pasto no momento de entrada dos animais, em trabalhos recentes a altura média registrada foi de 0,5 m, logo em nosso trabalho ficou estabelecido as alturas para resíduo pós pastejo de 0,2 e 0,3 m. Se a altura de resíduo pós-pastejo favorecer a manutenção de um IAF adequado, ocorre adequada interceptação de energia luminosa, favorecendo o crescimento inicial (rebrotar) das plantas.

2.4 O Equilíbrio Funcional: Relação Raiz: Parte Aérea

O crescimento das plantas é conduzido por dois processos básicos: a síntese de material orgânico pela parte aérea (produção de fotoassimilados) e a absorção de água e nutrientes pelas raízes (SCHUURMAM e GOEDEWAAGEN, 1991). Isto significa que cada um desses compartimentos da planta associados irá fornecer materiais essenciais ao crescimento do outro. Dessa forma, uma redução funcional em um dos compartimentos resulta geralmente numa redução correlata na taxa de crescimento do outro, se todos os outros fatores permanecem constantes (ZAK et al., 1994; VAN NOORDWIJK e VAN DE GEIJN, 1996).

Essa interdependência entre os compartimentos aéreo e subterrâneo das plantas está fundamentada na função chamada “teoria do equilíbrio funcional” (KLEPPER, 1991) e, o equilíbrio funcional pode ser expresso de várias formas, dependendo dos processos que sejam focalizados.

A capacidade para adquirir os recursos acima do solo, está associada com a área foliar, e a capacidade para a aquisição de recursos subterrâneos está associada com o comprimento das raízes (RYSER e EEK, 2000).

De acordo com Silva e Nascimento Jr. (2007) na medida em que a desfolha implica em uma redução temporária da capacidade autotrófica da planta forrageira, os mecanismos de compensação atuam no sentido de restituir as perdas de tecido fotossintético. Isto provoca uma alocação preferencial de recursos à parte aérea. Esses recursos são drenados das raízes e da base do colmo, que atuam como fontes de reserva de carboidratos não estruturais e compostos nitrogenados (VOLONEC et al., 1996; CARVALHO et al., 2001). No caso de *Cynodon nlemfuensis* a presença de estolões se torna importante por vários motivos (pastejo, IL, altura, rebrotar) e aquisição de CHO, e sua tolerância com resposta a adubação por ser uma planta de alta exigência em fertilidade.

Para plantas anuais, o crescimento das raízes tem prioridade, durante a germinação e crescimento inicial das plântulas, a relação raiz/parte aérea decresce durante a estação do crescimento por causa de um maior crescimento da parte aérea, especialmente na fase reprodutiva, quando grande parte dos fotoassimilados é alocada em sementes e frutos (KLEPPER, 1991; FISHER et al., 1984).

Em pastagens de clima temperado, os padrões sazonais de crescimento radicular seguem aqueles da parte aérea, com picos de produção bem diferenciados, no outono e na primavera (PARSONS et al., 1988). Em climas com estacionalidade hídrica mais acentuada alternância de estação seca e chuvosa, várias pesquisas têm mostrado que no início da estação chuvosa, quantidades significativas de nutrientes são liberadas ao solo, a partir da decomposição da liteira e raízes mortas (LEMAIRE, 2007). As condições quentes e úmidas propiciam então, a rebrotar das plantas forrageiras, com o aumento da ciclagem de nutrientes (BODDEY et al., 1993).

Ainda que, cada espécie vegetal tenha um padrão característico de crescimento, existe uma tendência de manutenção da relação raiz: parte aérea. O conhecimento das respostas das espécies forrageiras à desfolhação é um aspecto importante no estabelecimento de práticas de

manejo da pastagem que assegurem a longevidade e sustentabilidade do ecossistema pastoril (DAVIES et al., 1993).

2.5 Sistemas Radiculares

O sistema radicular no seu conjunto compreende segmentos radiculares produzidos durante diferentes períodos de crescimento. Segundo Gregory (1994), o sistema radicular de plantas terrestres tem como principais funções a aquisição de nutrientes e água do solo, além de promover a sustentação da parte aérea, o armazenamento de nutrientes, a síntese de reguladores do crescimento e a propagação são vistas como funções secundárias (FITTER, 1991).

Tradicionalmente, as técnicas destrutivas de solos + raiz, mediante abertura de trincheiras e escavação do sistema radicular com uso do trado, anel volumétrico (soil core), monolito, anéis de crescimento (in-growth cores), têm sido as mais utilizadas no estudo da morfologia radicular (BOHM, 1979, VOGT et al., 1998; OLIVEIRA et al., 2000; BRASIL et al., 2002). A escolha do método está condicionada a adaptação ao objetivo da pesquisa.

O método do monolito consiste na retirada de um volume conhecido de solo, na forma de um "bloco" de volume conhecido, no qual as raízes são separadas por meio de lavagem com água corrente e peneiras, visando à avaliação da densidade de raízes. (NOORDWIJK & FLORIS, 1979) Muitos erros podem ocorrer no procedimento de extração de amostras, então a melhor solução possível para minimizar esses erros associados à recuperação e limpeza das raízes, consiste na rigorosa padronização de todas as fases e emprego de uma mesma equipe de pessoas treinadas no uso dos mesmos critérios de trabalho (OLIVEIRA et al., 2000).

Apesar dos avanços tecnológicos, pouco tem se estudado quanto à dinâmica radicular, devido à alta complexibilidade do sistema, além da limitação metodológica (BENGOUGH et al., 2000). No entanto, o estudo do sistema radicular é importante para se entender o resultado da dinâmica "fonte:dreno" que ocorre entre e dentro dos compartimentos aéreo e subterrâneo das forrageiras após o pastejo, dentre outras informações.

Dois principais impactos são provocados na planta pelo pastejo, um negativo, onde ele reduz a área foliar e remove os meristemas apicais, reduzindo as reservas de nutrientes da planta, promovendo mudanças na alocação de energia e nutrientes da raiz para a parte aérea a fim de compensar as perdas de tecido fotossintético. Inversamente, o pastejo beneficia as plantas pelo aumento da penetração da luz dentro do dossel, alterando a proporção de folhas novas, mais ativas fotossinteticamente, pela remoção de folhas velhas e ativação dos meristemas dormentes na base do caule e rizomas (KEPHART et al., 1995). Sendo assim, o efeito mais profundo do pastejo é sobre o estoque radicular (DAVIDSON e MILTHORPE, 1966). Entretanto, de acordo com Humphreys (1991), desfolhas severas causam paralisação do crescimento radicular e diminuição da massa de raízes.

Harris (1978), estudando severidade de desfolha e absorção de nutrientes, inferiu que poderia haver uma relação negativa entre os dois aspectos, reduzindo a reposição de folhas, devido a: (a) redução do sistema radicular em decorrência da desfolha, limitando a exploração de água e nutrientes do solo; (b) redução da transpiração; (c) restrição do fluxo de fotoassimilados e conseqüentemente de substratos para a respiração das raízes, limitando a absorção ativa de nutrientes. Outros autores ratificaram a ideia, na medida em que o corte ou pastejo da parte aérea minimiza a fotossíntese evitando surgimento de novas raízes e perfilhos, para que haja recomposição da área foliar remanescente (DONAGHY e FULKERSON, 1998; CORSI et al., 2001). As desfolhas sucessivas causam redução no crescimento das raízes e diminuição na sua massa, pois ocorre a remobilização do C e N para a parte aérea para recompor o aparelho fotossintético (FRANKOW-LINDBERG, 1997; LEMAIRE e CHAPMAN, 1996), afetando a absorção de nutrientes (BRISKE e RICHARDS, 1995; THORNTON e MILLARD, 1997).

A paralisação temporária ou a redução no ritmo de crescimento do sistema radicular pode ocorrer devido à utilização do mecanismo de fonte:dreno, mobilizando as reservas radiculares para recuperação da parte aérea (TAYLOR, 1981; CECATO et al, 2004). Sendo assim, a redução no crescimento radicular após a desfolha pode ser considerada como um mecanismo desejável de adaptação, o qual colabora para um restabelecimento mais rápido da área foliar e a eventual restauração do equilíbrio entre crescimento radicular e de parte aérea (RICHARDS, 1984).

De acordo com Moraes (1991), que estudou o comportamento da massa radicular do capim-Pangola (*Digitaria decumbens*), houve redução de 50% desta na condição de baixa oferta de forragem (3,5% PV) em relação alta oferta (10,5% PV). Isto explica o fato de que, dependendo do nível de desfolhação, o crescimento radicular é reduzido, cessa ou até mesmo pode ocorrer morte de raízes como consequência da falta de energia proveniente da fotossíntese (BRISKE, 1991).

O pastejo é processo pelo qual os animais consomem forrageiras para adquirir energia e nutrientes, entretanto deve assegurar a manutenção da área foliar remanescente suficiente para permitir a interceptação eficaz da luz incidente, permitindo a formação constante de novas folhas e perfilhos, bem como estimular o alongamento das folhas que ainda apresentam-se em crescimento, conhecido como rebrota.

É conhecido que a remoção da parte aérea, por meio do pastejo de forma muito intensa e frequente, leva ao declínio da produção das plantas (CORSI & NASCIMENTO JR., 1994; CECATO et al., 2001 e SCHEFFER-BASSO et al., 2002).

2.6 Cynodon spp

2.6.1 Origem e introdução no Brasil

O gênero *Cynodon* é o mais amplamente distribuído da tribo *Chorideae*, que engloba oito espécies divididas em quatro grupos: a) sul da Ásia e Oceano Índico-sul das Ilhas do Pacífico: *Cynodon arcuatus* e *Cynodon barberi*; b) leste da África: *Cynodon plectostachyus*, *Cynodon aethiopicus* e *Cynodon nlemfuensis*; c) sul da África: *Cynodon incompletus* e *Cynodon transvalensis*; d) cosmopolita com variedades endêmicas: *Cynodon dactylon* (EVANGELISTA e ROCHA, 2004).

As gramíneas do gênero *Cynodon* começaram a ser utilizadas a partir da década de 1960, em menor escala que as brachiárias e os panicuns, devido à maior exigência em adubação e também à forma de propagação vegetativa (mudas). De acordo com Pedreira (2010), os capins desse gênero são uma boa alternativa para produção de ruminantes, pois produzem grande quantidade de forragem de elevado valor nutricional quando comparadas às demais gramíneas forrageiras de clima tropical, e podem ser utilizadas tanto para pastejo quanto para a produção de forragem conservada (feno e silagem). Segundo Alvim et al. (1996), esses capins apresentam elevado acúmulo de forragem, boa relação folha : colmo e excelente valor nutritivo. Além disso, esse gênero tem grande capacidade de adaptação a diferentes ambientes e a diversas condições de clima e solo, o que possibilita também maior resistência às variações no manejo que lhe são impostas (VILELA, 2005).

No Brasil, não existe registro de quando foi introduzido o gênero *Cynodon*, mas sabe-se que, entre as gramas bermudas, os cultivares mais difundidos são: Tifton68 que apresenta alta digestibilidade, por conta disso foi utilizado em cruzamento para obtenção do Tifton85, que tem boas características para corte e pastejo; Coastcross surpreende pelo potencial em termos de capacidade de suporte e qualidade da pastagem para vacas de leite; e, Florakirk apresenta boa relação folha: colmo. Dentre as gramas bermudas, há um destaque para a cultivar Florico, com alta digestibilidade, e Florona que se diferencia pela persistência e produção sob déficit hídrico, sendo mais tolerantes a geadas fortes (VILELA e ALVIM, 1998)

2.6.2 *Cynodon nlemfuensis*.

Cynodon nlemfuensis, é originária do Leste e Centro Oeste da África, atualmente cultivada nos países de clima tropical e subtropical de todo o mundo (NASCIMENTO e RENVOIZE, 2001). Ainda segundo esses autores, a espécie apresenta tolerância a períodos não muito prolongados de inundação e encharcamento, porém desenvolve-se melhor em solos úmidos, bem drenados e férteis.

O *Cynodon nlemfuensis* foi introduzido no Brasil na década de 60 do século passado, como capim-Estrela Porto Rico, porém, desde a década de 1990 vem sendo chamado de “Florico” (*Cynodon nlemfuensis* cv Florico), após a introdução e adaptação de mudas levadas de Porto Rico para a Flórida (EUA) em 1972 (AZAR,2007).

O Florico é perene, de estação quente, estolonífero, apresenta colmos eretos e não possui rizomas, tem cor verde-escura, é pubescente e de alta produtividade, adaptado a muitos solos tropicais. Responde bem a altos níveis de adubação e um programa adequado de fertilização deve ser seguido para obtenção da máxima resposta do cultivar (MISLEVY et al., 1993; PEDREIRA, 2010). É uma das forrageiras adaptada às condições edafoclimáticas da região das Baixadas Litorâneas do Estado do Rio de Janeiro sendo uma das alternativas para a melhoria das pastagens existentes em Seropédica-RJ (SILVA et al., 2011).

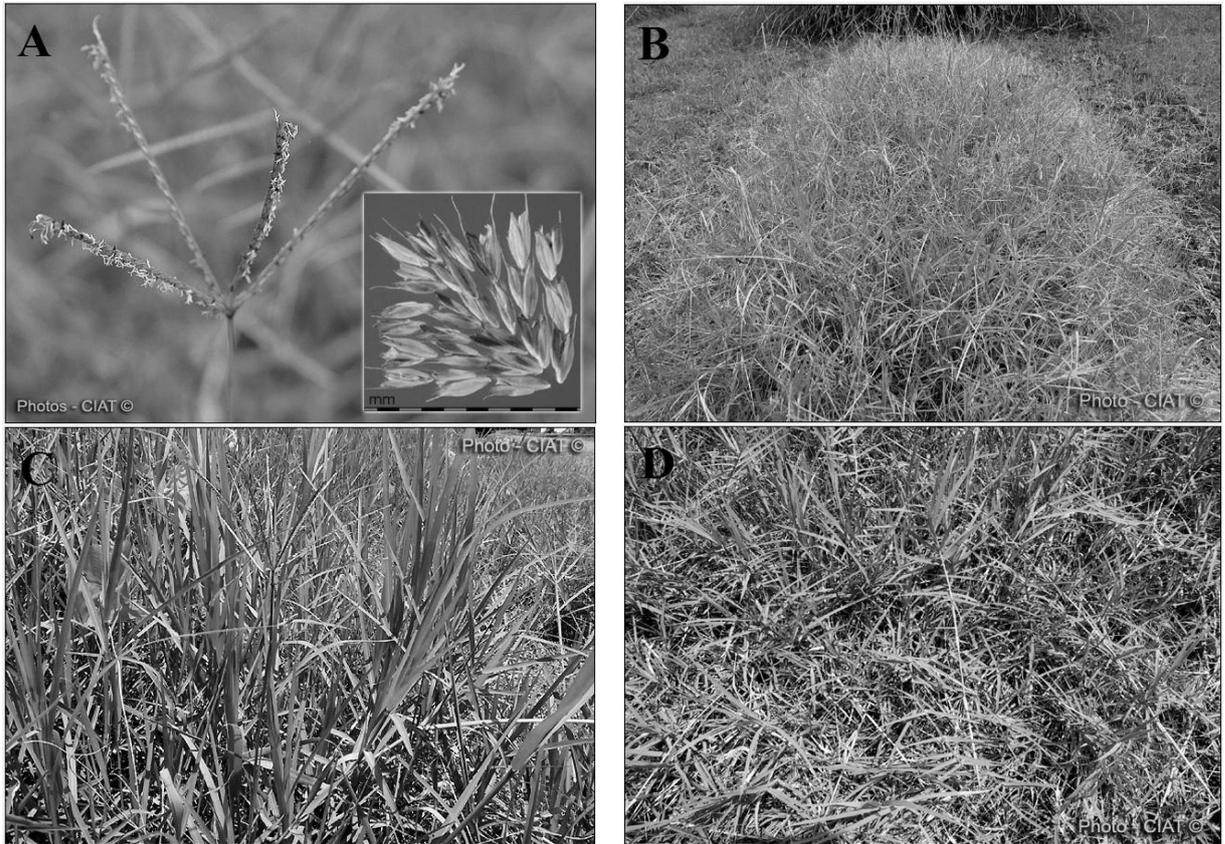


Figura 1. Fenologia do *Cynodon nlemfuensis*; (A) Inflorescência, (B) material senescente, (C) parte aérea e (D) estolões.
Fonte: www.tropicalforages.info

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização da Área Experimental

O experimento foi conduzido no Campo Experimental do Centro Estadual de Pesquisa em Agricultura Orgânica (CEPAO) da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (PESAGRO-RIO), no local conhecido como “Granja Leiteira” situado no km 09 da rodovia BR-465, município de Seropédica – RJ (Latitude 22° 45’S, Longitude 43° 40’W e 41 metros de altitude) (Figura 2), no período compreendido entre julho de 2012 a junho de 2013, abrangendo as quatro estações do ano. O clima da região é do tipo AW (Köppen), com uma estação seca que se estende de abril a setembro e outra quente e chuvosa, de outubro a março. O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo (EMBRAPA, 2006).



Figura 2. Vista parcial da área experimental.

Fonte: imagem cedida por Pablo Zanella

3.2 Dados Climáticos

Os dados de Temperatura do ar (°C) máxima (T.Max.) e mínima (T.Min.) e de chuva recolhida (mm mês⁻¹), foram coletados durante o período experimental, na Estação Meteorológica do INMET/Ecologia Agrícola (Seropédica – RJ). Os dados relativos à média mensal de temperatura do ar (°C) encontram-se na Figura 3 e informações do número de dias com temperaturas do ar abaixo de 15,1 e entre 15,1 e 17,0°C na **Tabela 1**. Os dados de

precipitação pluviométrica (chuva recolhida - mm mês⁻¹) do período experimental e a média dos últimos 15 anos (1997 a 2011) é indicado na Figura 4.

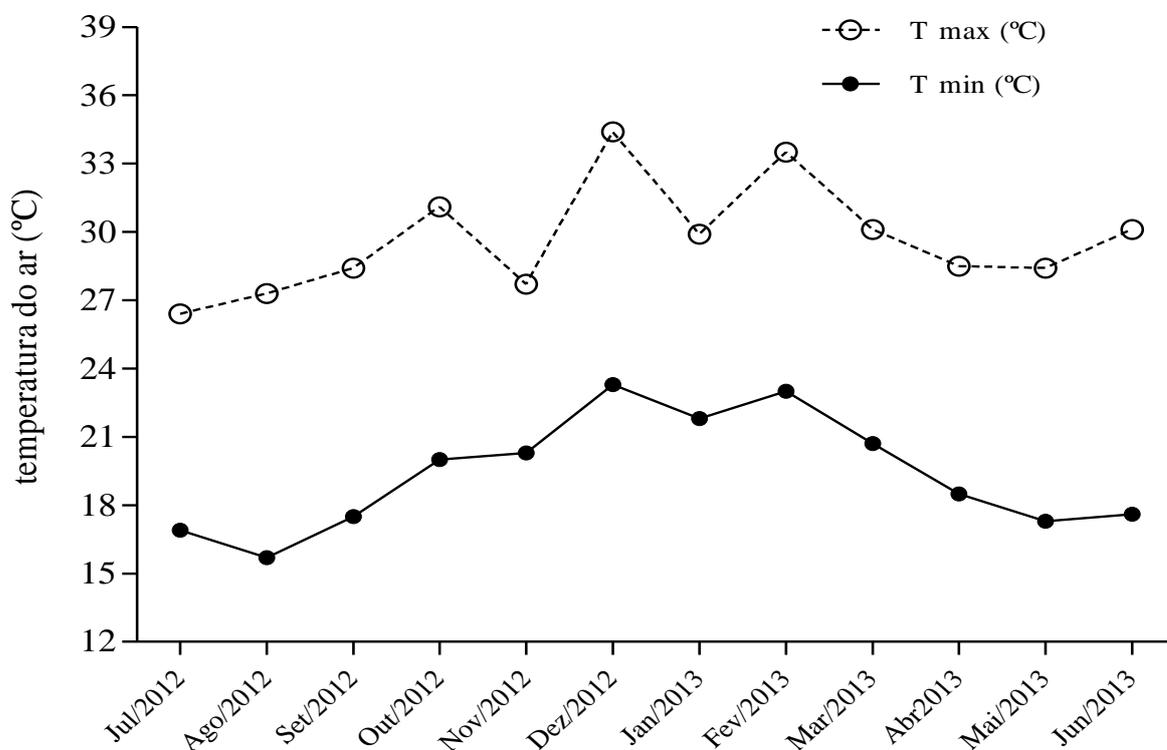


Figura 3. Temperaturas máxima e mínima (°C) anuais durante o período de junho de 2012 a junho de 2013.

Tabela 1. Número de dias com temperaturas do ar entre 15,1 e 17,0 °C e abaixo de 15,1 °C durante o período experimental.

Mês/ano	Número de dias com temperatura do ar entre 15,1 e 17,0 °C	Número de dias com temperatura do ar abaixo de 15,1 °C
Junho/2012	7	1
Julho/2012	11	4
Agosto/2012	21	4
Setembro/2012	5	8
Outubro/2012	2	2
Novembro/2012	0	0
Dezembro/2012	0	0
Janeiro/2013	0	0
Fevereiro/2013	0	0
Março/2013	0	0
Abril/2013	11	0
Mai/2013	7	3
Junho/2013	7	0

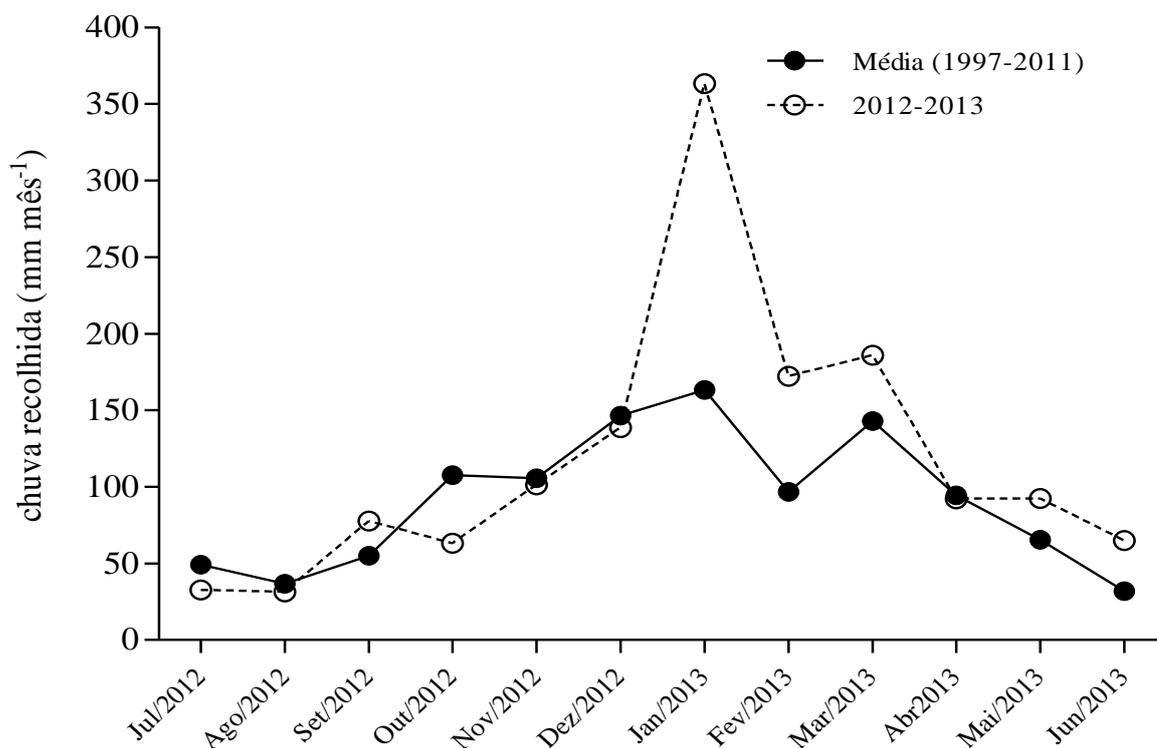


Figura 4. Precipitação pluviométrica mensal (mm mês⁻¹) do período experimental (junho/2012 a junho/2013) e média da precipitação pluviométrica dos últimos 15 anos (1997-2011).

A precipitação pluviométrica mensal, obtida na Estação Ecologia Agrícola–Inmet de junho de 2012 a junho de 2013 foi de 1536 mm. Na Figura 4, o mês de junho representa a média dos dois anos 64,9 (mm mês⁻¹), pois a chuva recolhida em de junho de 2012 e 2013 foi de 103,0 e 26,8 (mm mês⁻¹), respectivamente.

Nos ciclos de pastejo avaliados a distribuição das chuvas, mostrou um pico de máxima concentração no verão, dentro da estação chuvosa (Figura 5), exceto para o tratamento 90IL 0,3RPP, com chuvas médias de 11,27; 9,55 e 11,27 mm dia⁻¹ ciclo⁻¹, respectivamente para os tratamentos 90IL 0,2RPP; 95IL 0,2RPP; e 95IL 0,3RPP.

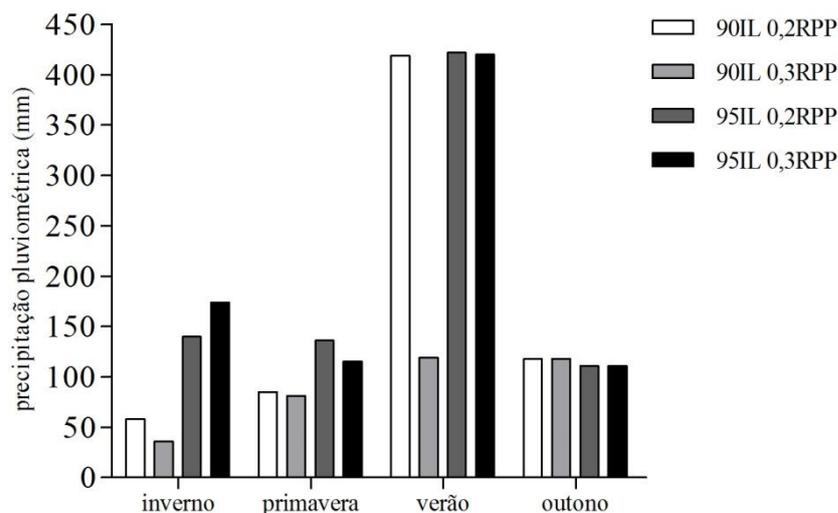


Figura 5. Precipitação pluviométrica registrada em quatro intensidades de desfolha de quatro ciclos de pastejos.

IL = interceptação luminosa; RPP = resíduo pós-pastejo

Fonte: Estação Ecologia Agrícola – Pesagro-Rio – Seropédica – RJ.

As menores precipitações ocorreram nos tratamentos com 90IL no inverno e primavera de 2012, com mínimas entre 36 e 85 mm, (Figura 5), respectivamente, ou seja, 0,98 no inverno e 2,74 mm dia⁻¹. ciclo⁻¹ na primavera. No outono de 2013 durante o ciclo de pastejo avaliado a precipitação pluviométrica foi de 115, 115, 109 e 109 mm dia⁻¹. ciclo⁻¹, com médias diárias de 2,40; 2,21; 2,22 e 2,18 mm dia⁻¹, respectivamente para os tratamentos 90IL 0,2RPP; 90IL 0,3RPP; 95IL 0,2RPP e 95IL 0,3RPP.

Devido a metodologia utilizada, o uso da IL de 90 e 95% como critério de entrada dos animais para pastejo, a frequência de desfolha foi prolongada (Tabela 3, página 19), notadamente nos tratamentos de 95IL no inverno, com 90 e 99 dias e primavera de 2012, com 51 e 49 dias de intervalo entre os pastejos, respectivamente para 0,2 e 0,3RPP. Nestes períodos observaram-se maiores números de dias sem chuva entre os pastejos nos tratamentos de 95IL (Figura 6), entretanto, o número de dias consecutivos sem chuvas (estiagem) foram semelhantes (Figura 7).

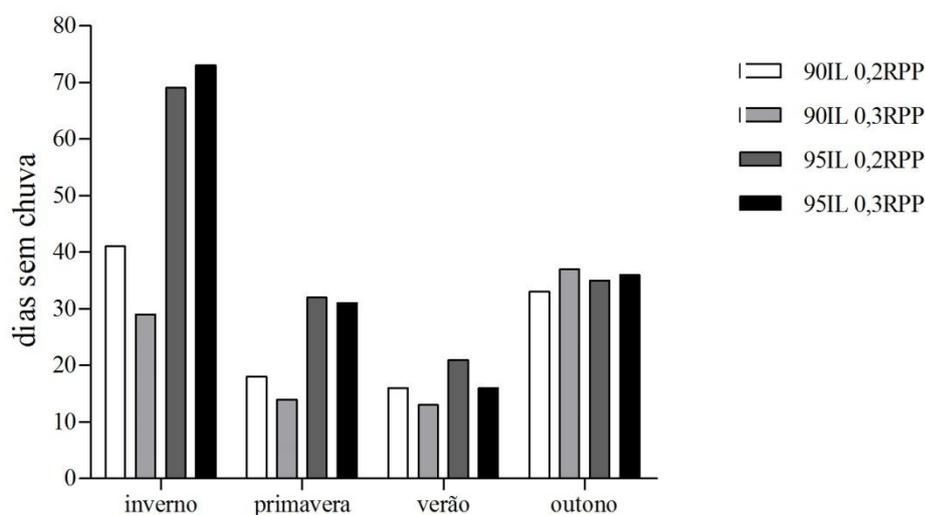


Figura 6. Número de dias sem chuva em quatro intensidades de desfolha de quatro ciclos de pastejos.

IL = interceptação luminosa; RPP = resíduo pós-pastejo

Fonte: Estação Ecologia Agrícola – Pesagro-Rio – Seropédica – RJ.

Verificou-se no inverno e na primavera de 2012 maiores números de dias sem chuva para os tratamentos com 95IL, com 41, 29, 69 e 73 dias sem chuva no inverno e 18, 14, 32 e 31 na primavera, respectivamente para os tratamentos 90IL 0,2RPP; 90IL 0,3RPP; 95IL 0,2RPP e 95IL 0,3RPP, enquanto que no verão e outono de 2013 o número de dias sem chuvas foram similares, com 16, 13, 21 e 16 dias no verão e 34, 38, 35 e 33 dias no outono, respectivamente para os tratamentos 90IL 0,2RPP; 90IL 0,3RPP; 95IL 0,2RPP e 95IL 0,3RPP (Figura 6). Além dos tratamentos experimentais, que previa elevada interceptação luminosa pelo dossel forrageiro, o número de dias sem chuvas possivelmente influenciou para aumentar o intervalo entre os pastejos.

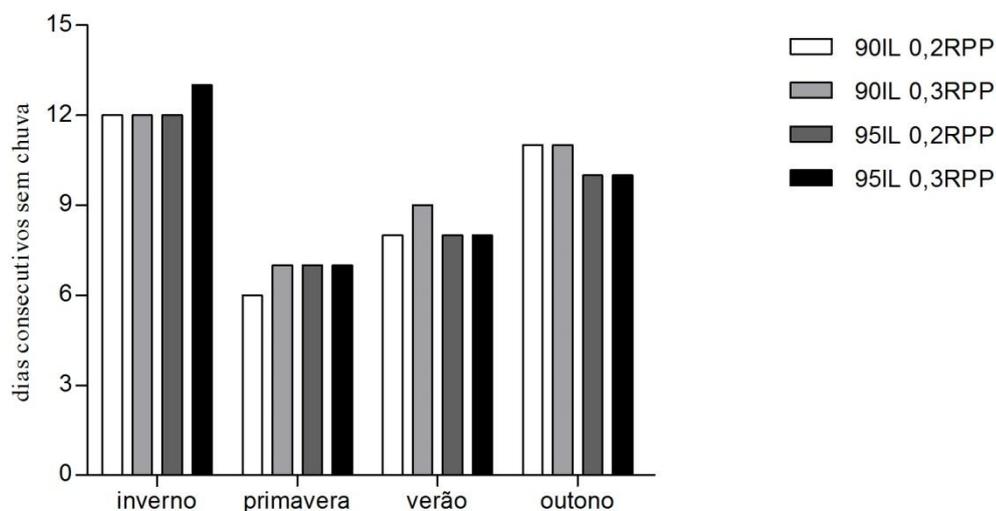


Figura 7. Número de dias consecutivos sem chuva em quatro intensidades de desfolha de quatro ciclos de pastejos.

IL = interceptação luminosa; RPP = resíduo pós-pastejo

Fonte: Estação Ecologia Agrícola – Pesagro-Rio – Seropédica – RJ.

O número de dias consecutivos sem chuvas foi semelhante entre os tratamentos dentro dos períodos avaliados. Já o número de dias que a precipitação pluviométrica foi de 10 mm dia⁻¹ ou maior foi desigual entre os tratamentos (Figura 8).

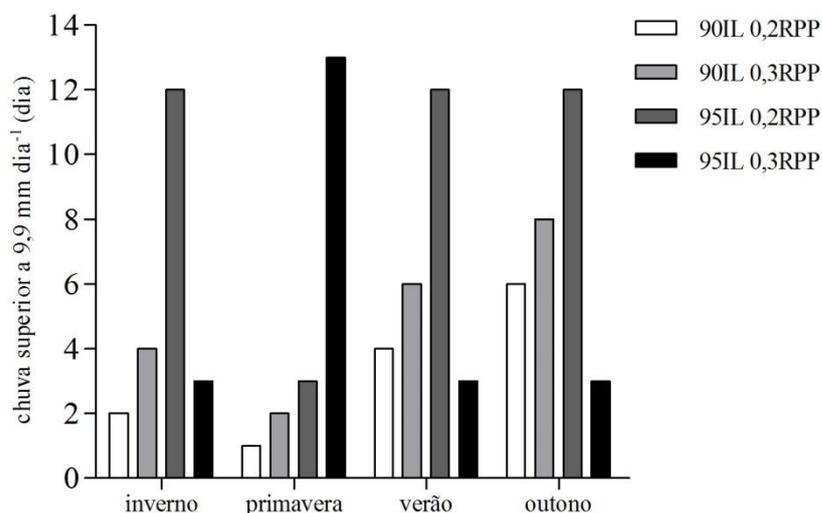


Figura 8. Número de dias com precipitação pluviométrica superior a 9,9 mm dia⁻¹ em quatro intensidades de desfolha de quatro ciclos de pastejos.

IL = interceptação luminosa; RPP = resíduo pós-pastejo

Fonte: Estação Ecologia Agrícola – Pesagro-Rio – Seropédica – RJ.

Verificou-se com base nos dados climáticos que a principal limitação climática ao crescimento das plantas foi primariamente, a distribuição irregular das chuvas, com períodos secos relativamente extensos (Figura 6) e, pelo número de dias com temperaturas noturnas abaixo de 17 e 15°C (Tabela 1, página 11).

Nos ciclos de pastejo avaliados a distribuição das chuvas, mostrou um pico de máxima concentração no verão, dentro da estação chuvosa (Figura 5), exceto para o tratamento 90IL 0,3RPP, com chuvas médias de 11,27; 9,55 e 11,27 mm dia⁻¹ ciclo⁻¹, respectivamente para os tratamentos 90IL 0,2RPP; 95IL 0,2RPP; e 95IL 0,3RPP.

O balanço hídrico durante o período experimental é mostrado na Figura 9.

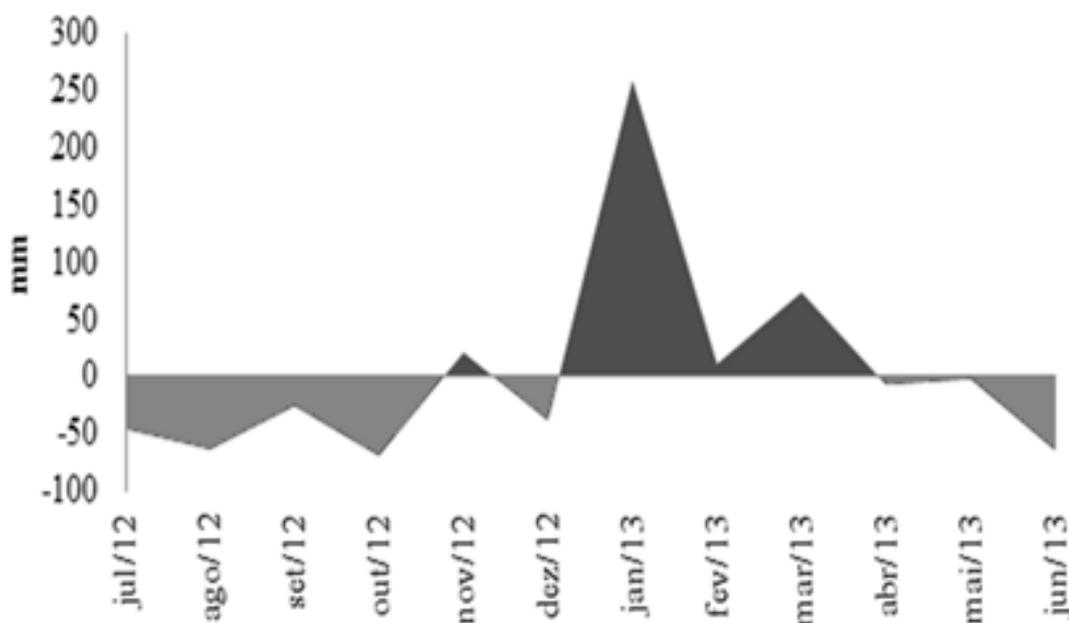


Figura 9. Balanço hídrico anual durante o período de julho de 2012 a junho de 2013, segundo Thornthwaite & Mather (1955).

Fonte: Banco de dados do site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Estação Ecologia Agrícola – Seropédica–RJ.

O crescimento do pasto é regulado, em grande parte, pelas condições ambientais, portanto, considerou-se necessário iniciar este capítulo apresentando os valores das variáveis climáticas vigentes durante o período experimental.

3.3 Histórico da Área

O pasto de capim Florico (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico), foi implantado no início de 2009. A área foi arada e gradeada e o solo corrigido via calagem, seguido do plantio das mudas e a aplicação de 400 e 120 kg ha⁻¹ de superfosfato simples e de cloreto de potássio, respectivamente, segundo indicações contidas no manual de adubação para o Estado do Rio de Janeiro (ALMEIDA et al., 1988). Foram realizadas aplicações de fertilizante nitrogenado nos meses de março, junho, outubro e dezembro de 2009, em doses equivalentes a 100 kg ha⁻¹ de N na área de forragem para cada aplicação. Em outubro de 2010, parte da área experimental foi utilizada para condução de um estudo com doses crescentes de adubação nitrogenada (0, 200, 400 e 600 kg ha⁻¹ de N), perdurando até junho de 2011.

3.4 Instalação do Experimento

O experimento foi instalado em janeiro de 2012, a partir das parcelas experimentais estabelecidas em 2008. Para tal, procedeu-se a delimitação de 16 parcelas com dimensões de 15 x 20 m (300 m²). As parcelas foram delimitadas por meio de cerca eletrificada, sendo

alocadas oito parcelas de cada lado de um corredor de manejo com 2,0 m de largura (Figura 10).

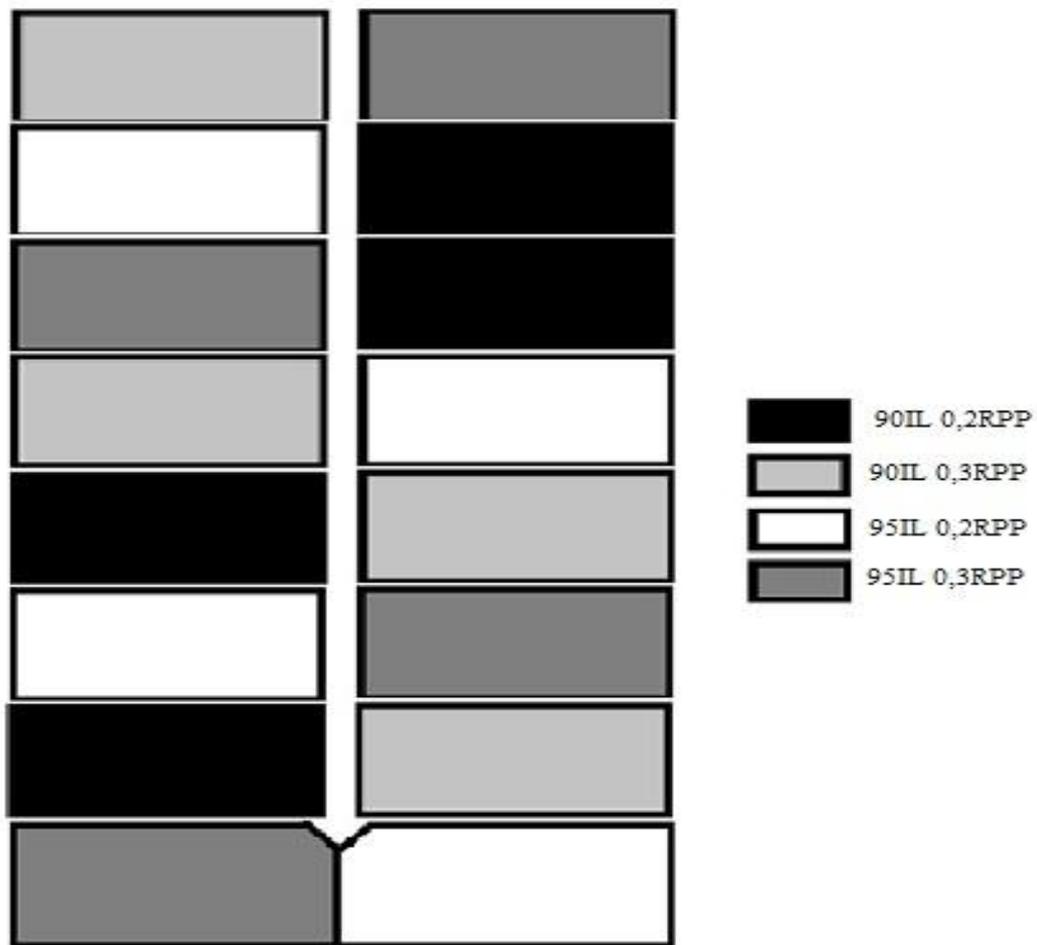


Figura 10. Croqui da área experimental.

Em cada parcela teve delimitada uma faixa imaginária de 0,5 m nos quatro lados que serviu como bordadura, onde não foram feitas observações experimentais do capim Florico, portanto, a área útil experimental foi de 14 x 19 m (266 m²) (Figura 11).

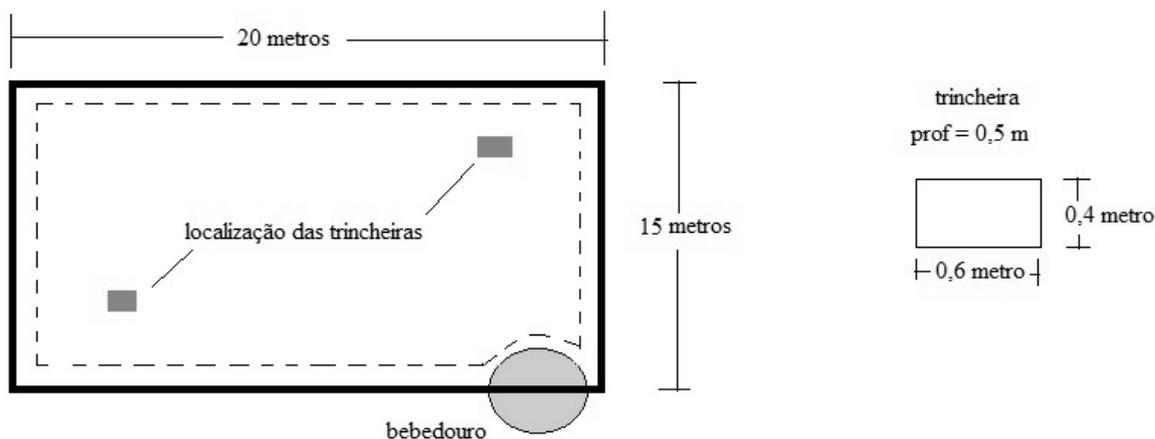


Figura 11. Croqui esquemático da delimitação da parcela (linha contínua), bordadura (linha pontilhada), localização das trincheiras e dimensões das trincheiras, nas unidades experimentais.

No limite entre duas parcelas foi instalado um bebedouro (Figura 11).

3.5 Fertilização

Em dezembro de 2011 foi realizada uma amostragem e análise química do solo (Tabela 15) e, com base nesses resultados, e dos objetivos do estudo, foi realizada adubação de cobertura, com aplicação em dose única de 300 kg ha^{-1} de superfosfato simples, e 100 e 400 kg ha^{-1} de cloreto de potássio e de uréia, respectivamente, fracionados em quatro aplicações (parcelas) durante o ano, uma no outono/inverno (julho) e três na primavera/verão (outubro, dezembro e fevereiro). Foi realizada outra amostragem de solo, em Abril/2013, para avaliar a análise química de solo no final da fase experimental (Tabela 16).

3.6 Delineamento Experimental

O experimento consistiu na combinação de quatro tratamentos num fatorial 2×2 com duas interceptações luminosas e dois resíduos pós-pastejo em quatro épocas de amostragem; uma por estação do ano. Os intervalos entre pastejos corresponderam ao período de tempo necessário para que o dossel forrageiro atingisse 90 ou 95% de interceptação da luz incidente (IL) durante a rebrotação. As severidades de desfolha corresponderam às alturas de resíduo de 0,20 e 0,30 m, sendo que, os tratamentos foram constituídos pela combinação das duas frequências (90 e 95% de interceptação luminosa - IL em pré pastejo) e das duas severidades de desfolhação (0,20 e 0,30 m de altura pós pastejo - altura de resíduo), dispostos em um delineamento de blocos completos casualizados, em arranjo fatorial 2×2 , com quatro repetições. Dessa forma, as combinações (tratamentos) foram: 90/0,2, 90% de IL no pré-pastejo e 0,20 m de resíduo pós-pastejo; 90/0,3, 90% de IL no pré-pastejo e 0,30 m de resíduo pós-pastejo; 95/0,2, 95% de IL no pré-pastejo e 0,20 m de resíduo pós-pastejo; 95/0,3, 95% de IL no pré-pastejo e 0,30 m de resíduo pós-pastejo (Tabela 2).

Tabela 2. Simbologia referente à constituição dos tratamentos.

Tratamentos	IL (%)	RPP (m)	Símbolos
1	90	0,2	90IL 0,2RPP
2	90	0,3	90IL 0,3RPP
3	95	0,2	95IL 0,2RPP
4	95	0,3	95IL 0,3RPP

Cada tratamento foi alocado em quatro parcelas (repetições), portanto nas análises estatísticas foram utilizados os valores médios das quatro repetições de parte aérea e do sistema radicular, feitas sempre ao final de cada um dos quatro ciclos de pastejo, os quais foram tipificados como seco ou chuvoso, segundo a condição climática predominante (**Tabela 3**):

Tabela 3. Estação do ano, data de amostragem, duração do ciclo/número de ciclos (dias) e condição climática predominante do período em quatro intensidades de pastejo.

Tratamento	Estação	Data	Duração do ciclo/nº de pastejos	Condição climática
90-0,2	Inverno	02/07/12 a 21/08/12	50/2	Período seco
	Primavera	12/11/12 a 12/12/12	30/2	Período seco
	Verão	12/12/12 a 17/01/13	36/3	Período chuvoso
	Outono	22/04/13 a 08/06/13	47/2	Período seco
90-0,3	Inverno	30/07/12 a 05/09/12	37/1	Período seco
	Primavera	05/12/12 a 26/12/12	21/2	Período seco
	Verão	30/01/12 a 18/02/13	19/4	Período chuvoso
	Outono	19/04/13 a 09/06/13	51/2	Período seco
95-0,2	Inverno	17/07/12 a 15/10/12	90/1	Período seco
	Primavera	15/10/12 a 05/12/12	51/2	Período seco
	Verão	05/12/12 a 17/01/13	53/3	Período chuvoso
	Outono	08/05/13 a 25/06/13	48/2	Período seco
95-0,3	Inverno	17/07/12 a 24/10/12	99/1	Período seco
	Primavera	24/10/12 a 12/12/12	49/2	Período seco
	Verão	12/12/12 a 17/01/13	36/3	Período chuvoso
	Outono	08/05/13 a 26/06/13	49/2	Período seco

3.7 Monitoramento das Condições Experimentais

O monitoramento da IL do dossel forrageiro foi realizado a partir da medição de 20 pontos arranjados em quatro linhas de cada unidade experimental. Foi utilizado o aparelho analisador de dossel AccuPAR Linear PAR/LAI *ceptometer*, modelo LP-80. O monitoramento foi realizado em intervalos semanais até que se atingisse um valor de 5% abaixo das metas estipuladas, a partir desse valor as medições eram realizadas em menores intervalos, assegurando que as metas de 90% e 95%IL fossem alcançadas com maior critério.

A altura do pasto foi medida nas datas de coleta, antes da entrada dos animais nos piquetes, onde foram contabilizadas 40 medidas por piquete, utilizando-se régua graduada em

centímetro e transparência (filme de acetato) que foi colocada sobre a vegetação, permitindo integrar uma área de cerca de 0,06 m², conforme Carnevalli e Silva (1999).

3.8 Manejo do Pastejo

O rebaixamento da vegetação do piquete até o resíduo preconizado foi realizado via pastejo direto por novilhas mestiças Holandês x Gir, com peso médio de 450Kg (Figura 12), sendo utilizada a técnica de “mob grazing” simulando a condição de pastejo intermitente, quando a média das quatro repetições atingia 90% ou 95% de IL, conforme o tratamento pré-estabelecido para cada unidade experimental. A taxa de lotação foi ajustada para o rebaixamento da vegetação num período de 24 a 48 horas, levando em consideração a oferta de forragem (% = kg massa seca de forragem/100 kg peso corporal dos animais). Para tanto, foram utilizados de quatro a sete animais por piquete, que permaneciam até que se atingisse a altura de resíduo de 0,2 e 0,3 m (RPP), definidas como severidade de desfolha.



Figura 12. Rebaixamento da vegetação realizado por novilhas mestiças.

Fonte: arquivo pessoal

3.9 Variáveis Avaliadas

Ao longo do trabalho foram relacionados dados de acúmulo de massa fresca e seca de forragem e o estoque de massa seca da porção subterrânea.

3.9.1 Parte aérea

- **Massa fresca de forragem (MFF).** Corresponde aos valores médios de quatro amostras de massa verde total, cortada rente ao solo. Cada amostra de forragem (0,25 m²) foi multiplicada por quatro e expressa em g m⁻².

- **Taxa de acúmulo massa fresca de forragem (TAMFF)**. Foi determinado a partir dos valores de MFF dividido pela duração do ciclo (número de dias), de acordo com a estação e tratamento. Cada amostra de forragem foi expressa em $\text{g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$.

- **Massa de forragem (MF)**. Corresponde aos valores da massa seca total, expressa em g m^{-2} . Representa o valor numérico da MF após secagem em estufa com circulação forçada de ar a 55°C por 72-96 horas, multiplicado pelo valor numérico de uma amostra moída colocada em estufa a 105°C por 16 horas.

- **Taxa de acúmulo massa seca de forragem (TAF)**. Foi determinado a partir dos valores de MF dividido pela duração do ciclo (número de dias), de acordo com a estação e tratamento. Cada amostra de forragem foi expressa em $\text{g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$.

3.9.2 Sistema radicular

- **Massa seca de raízes (MSR)**. Corresponde aos valores da massa seca das raízes recuperadas a partir de um volume fixo de terra (monólito metálico), expressa em g dm^{-3} ou g m^{-2} .

- **Distribuição fracional da MSR (DF)**. Corresponde a porcentagem de raiz presente em uma determinada profundidade, considerando a sua totalidade no perfil. Foram feitas análises nas profundidades de 0-0,1m, 0,1-0,2m, 0,2-0,3m e 0,3-0,4m. Para facilitar o entendimento dos resultados utilizou-se a profundidade média (**Tabela 4**). A distribuição fracional é expressa em %.

Tabela 4. Fracionamento das profundidades de coleta do monólito.

Profundidade de extração (m)	Profundidade média (m)
0-0,1	0,05
0,1-0,2	0,15
0,2-0,3	0,25
0,3-0,4	0,35

3.9.3 Fitomassa total

- **Fitomassa total (FT)**. Corresponde a soma dos valores de MSR e da MSPA (menos senescência), expressa em g m^{-2} .

3.10 Procedimentos Experimentais

3.10.1 Massa fresca e seca de forragem

A partir de quatro amostras por parcela, coletadas com auxílio da delimitação de moldura de ferro com $0,25 \text{ m}^2$ de área interna ($\phi = 0,564 \text{ m}$), cortada manualmente com tesoura rente ao solo. A coleta dessas amostras iniciava-se por volta de 8:00 horas, aproveitando um período matinal mais ameno, em termos de temperatura do ar.

Logo após a coleta, as amostras foram acondicionadas em saco de papel e conservadas à sombra. O tempo máximo entre a colheita e o transporte ao laboratório foi de uma hora. No laboratório, as amostras foram imediatamente pesadas, em balança com duas casas decimais. A seguir, retirou-se de cada amostra, uma sub amostra com aproximadamente 20 a 25% do peso da massa fresca total, para a determinação de seu teor de massa seca e, em seguida foram postas a secar em estufa com circulação forçada de ar à 55°C , até atingirem peso constante, o que exigiu um tempo de secagem variável entre 72 e 96 horas.

A partir desses valores foi possível estimar: MFF (g m^{-2}); MF (g m^{-2}). A determinação das taxas de acúmulo fez-se a partir da divisão do valor das massas de forragem pelo número de duração dos ciclos, determinando assim TAMFF ($\text{g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) e TAF ($\text{g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$).

3.10.2 Procedimentos para estudo do sistema radicular

Na completa descrição do comportamento do sistema radicular devem-se considerar as variações temporais na extensão vertical e horizontal (FISHER e DUNHAM, 1984). Em pastagens de gramíneas estoloníferas de hábito prostrado, como o capim Florico, o padrão de dispersão superficial é tal, que as plantas estão muito próximas entre si, em todas as direções, de forma que a densidade radicular varia principalmente na direção vertical (BENGOUGH et al., 2000). Essas considerações fundamentam a opção pela abertura de trincheiras, as quais funcionam como plano de observação dos padrões de enraizamento do pasto no perfil e permitem a extração sequencial de amostras nas regiões de maior representatividade (VAN NOORWICH et al., 2000).

- **Abertura de trincheiras e extração de amostras.**

A abertura das trincheiras se deu logo após ao último ciclo de pastejo de cada estação, como as parcelas estavam bastante uniformes, em termos de altura do relvado e ausência de invasoras, as trincheiras foram escavadas manualmente em dois pontos, conforme pode ser observado nas Figura 11 e Figura 13. As escavações foram finalizadas ao se atingir as seguintes dimensões: em profundidade; 0,5 m, em superfície; 0,4 m (largura) e 0,6 m (comprimento) (Figura 14A). A terra removida foi deixada em um montículo de 0,2 m de altura, afastado 0,5 m do bordo da trincheira. Após a abertura, as paredes do perfil foram niveladas com auxílio de pá reta de forma a deixá-las lisas e verticais (BOHM, 1979).

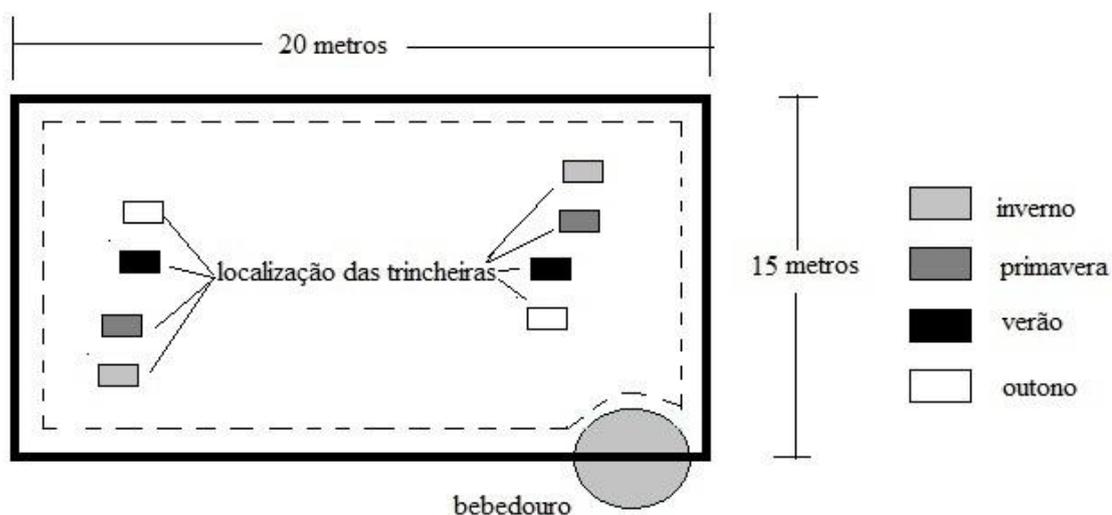


Figura 13. Localização aproximada das trincheiras por estação do ano.

A extração das amostras foi feita nas profundidades de 0-0,1m, 0,1-0,2m, 0,2-0,3m e 0,3-0,4m por meio de um monolito de ferro com dimensões de 0,1 x 0,2 x 0,05 m, com auxílio de marreta de 2 kg. O volume de terra excedente, extraído junto com o monolito, era removido com auxílio de uma faca pedológica (Figura 14B), eliminando-se também com uma tesoura, as raízes sobressalentes (Figura 14C). Cada amostra contida na área interna do monolito foi acondicionada em sacos plásticos e levada ao laboratório (Figura 14D), onde permaneceu por algumas horas até se processar a lavagem e separação das raízes.

Após a extração das amostras, a trincheira foi tampada com o solo retirado que havia sido deixado ao lado. Em seguida marcou-se o local da escavação com um toco de madeira,

para que a próxima avaliação fosse realizada em local diferente, afastado 1,0 m do anterior (Figura 13).

No final de cada ciclo de coletas eram totalizadas 128 amostras, sendo 32 amostras por tratamento e oito amostras por repetições (1 coluna x 4 profundidades).

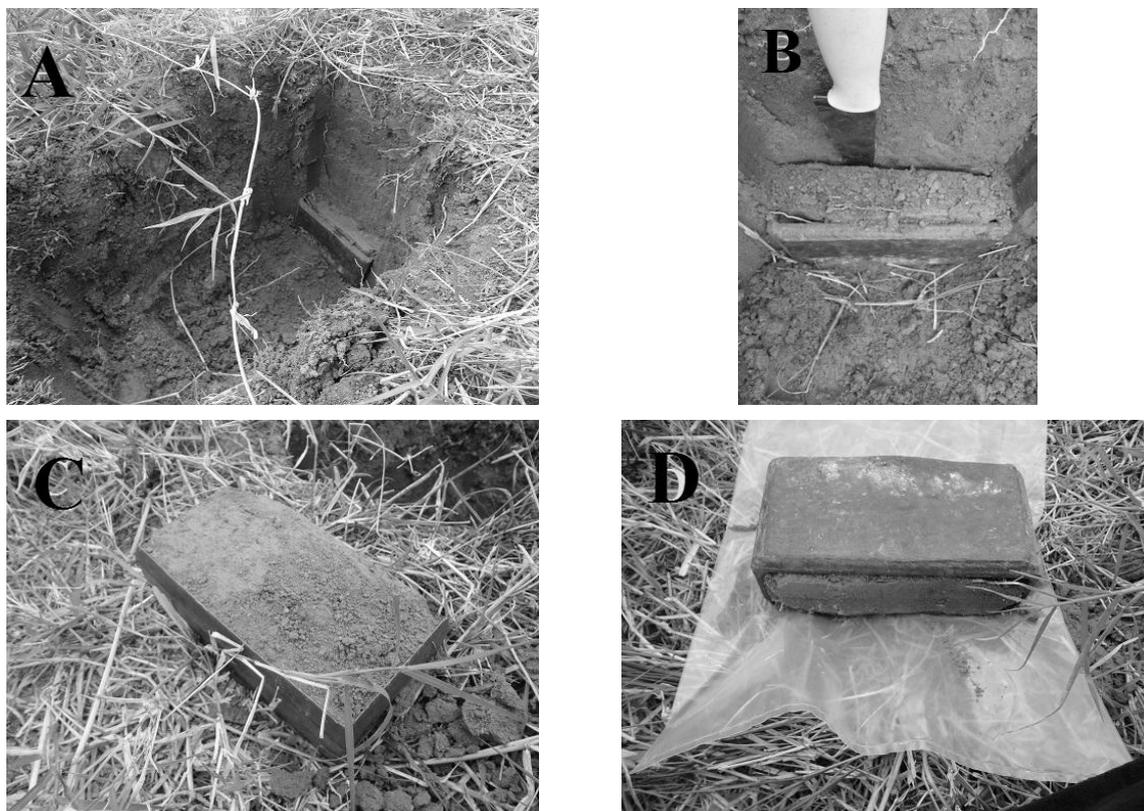


Figura 14. Abertura de trincheira e coleta de amostras. A – trincheira; B - extração de amostra de solo e raízes; C – remoção do monolito ; D – volume de solo e raízes.

Fonte: arquivo pessoal

- **Lavagem e separação de amostras.**

A lavagem das raízes foi feita manualmente através de uma adaptação da técnica de decantação-flotação (SCHUURMAM e GOEDEWAAGEN, 1991) (Figura 15A).

A etapa de lavagem e peneiramento sucessivo é considerada a mais crítica, em função da existência de várias fontes de erro, sendo as mais comuns: perda de raízes finas; perdas de massa; separação incompleta de raízes, solo e serrapilheira; dificuldades na distinção entre raízes vivas e mortas, e diferenças entre operadores na execução de uma mesma função (BOHM,1979; VAN NOOORDWIJK, 1993; OLIVEIRA et al., 2000).

As amostras foram colocadas em baldes de 10 litros, e as raízes visíveis eram coletadas manualmente e depositadas sobre peneiras de 4,0; 2,0 e 1,0 mm, sob um jato suave de água corrente (Figura 15B). A seguir, adicionou-se água corrente, e a massa foi agitada manualmente, para permitir que as raízes e seus fragmentos ficassem em suspensão, permitindo a sua separação por peneiramento. Este processo foi repetido até a completa separação das raízes visíveis no sobrenadante. Nas amostras originárias das camadas superiores do perfil (0-0,2 m), foram tomados cuidados especiais para a separação de impurezas, tais como resíduos de parte aérea, carvão, pequenos tocos, raízes de espécies invasoras e liteira. Este processo foi feito por uma sequência de lavagem, decantação e catação manual dos detritos maiores, completada com auxílio de pinças para a retirada das partículas menores.



Figura 15. Lavagem e separação de raízes. A – Lavagem de raízes e B – Peneiramento de raízes em malhas de 4,0; 2,0 e 1,0 mm.

Fonte: arquivo pessoal

- **Secagem e pesagem.**

Após o preparo das amostras, as raízes foram pesadas em balança analítica (Figura 16A) e colocadas em estufa com circulação forçada de ar a 60 °C, durante um tempo de secagem variável entre 60 e 72 horas, até que atingissem peso constante (Figura 16B). Após serem retiradas da estufa, as raízes foram depositadas em dessecador até atingir a temperatura ambiente e, em seguida, foram novamente pesadas em balança com quatro casas decimais (0,1 mg), para determinação da MSR.

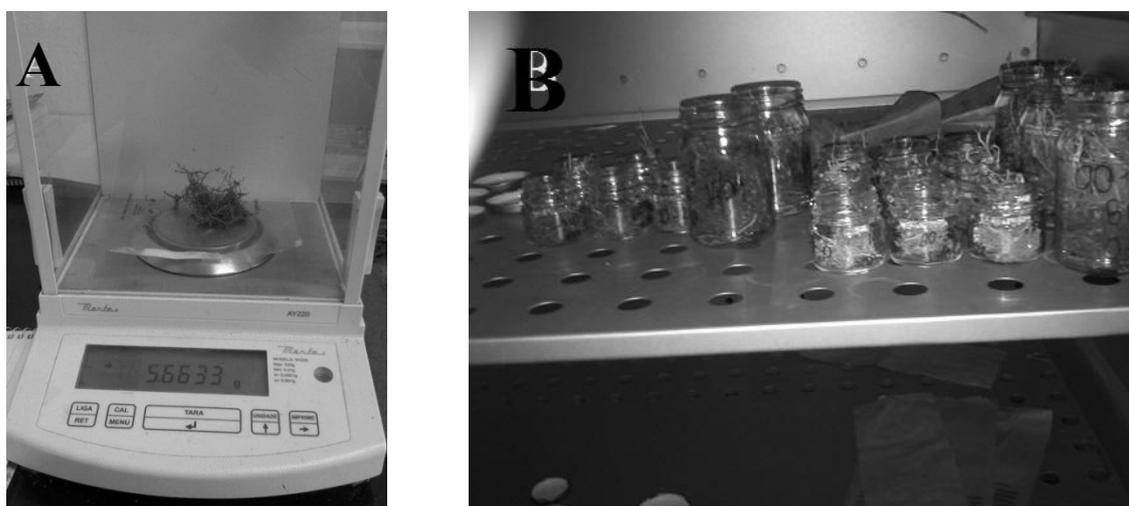


Figura 16. Pesagem e secagem das raízes. A – pesagem das raízes após lavagem e B - acondicionamento das raízes em estufa com circulação forçada.

Fonte: arquivo pessoal

O crescimento radicular pode ser avaliado por diversas maneiras, sendo as mais comumente utilizadas: número, peso (fresco e seco), comprimento, diâmetro, volume, número de pontas e número de pêlos radiculares (BOHM, 1979). Em nosso trabalhos as variáveis consideradas foram peso (fresco e seco) e volume, além das distribuição fracional dessas raízes no perfil.

3.11 Análises Estatísticas

Todos os procedimentos estatísticos seguiram as especificações contidas no programa GraphPad Prism® versão 5.0 para Windows® (MOTULSKY, 2007). Para verificar a aderência dos erros experimentais à normalidade, o programa analisa os desvios da distribuição gaussiana, fornecendo um valor de P. Os dados também foram submetidos ao teste de Bartlett, para verificação da hipótese de homogeneidade de distribuição das variâncias dos erros amostrais. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), considerando-se dois fatores: tratamento e estação do ano.

Todavia, há que se considerar que pela sistemática de amostragem adotada, um mesmo fator foi repetidamente “tratado” no tempo. Portanto a ANOVA foi executada utilizando-se a modalidade de medidas repetidas (“Repeated-measures two-way ANOVA”). Após verificar a significação estatística dos fatores, da sua interação e do encadeamento pelo teste “F”, o programa utiliza o método de Bonferroni como teste padrão para comparações múltiplas. Para cada ponto temporal, o programa calcula um valor t , utilizado para determinar a significação dos contrastes entre qualquer par de médias, cuja expressão é:

$$t = \frac{\text{média}_1 - \text{média}_2}{\sqrt{QM_{\text{res}} (1/N_1 + 1/N_2)}}$$

Em que N = número de repetições e QM_{res} = quadrado médio do resíduo.

A análise comparativa dos dados relativos à massa seca radicular e à distribuição em profundidade das raízes, foram expressos na forma de estoque radicular (MSR) e distribuição fracionária (DF), ou seja, como valores cumulativos entre 0 e 1. Essa forma de expressão, além de contribuir para a normalização dos dados, remove diferenças intrínsecas, de natureza genotípica. Os correspondentes valores de MSR e DF, para cada tratamento, foram ajustados, por técnica de regressão exponencial com platô, baseado nas seguintes equações :

$$\text{MSR} = \text{Span } e^{-kz} + \text{platô}$$

$$\text{DF} = \text{Span } e^{-kz} + \text{platô}$$

Em que MSR é o estoque radicular e DF é a distribuição cumulativa fracionária da biomassa, desde a superfície até a profundidade z (expressa em metros), o **Span** é uma estimativa do estoque de massa seca radicular, **k** representa uma “taxa constante” ajustada e **platô** representa a concentração “mínima” de raízes na profundidade mais baixa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Acúmulo de Forragem

4.1.1 Massa fresca de forragem

Para massa fresca de forragem (MFF) houve efeito para tratamento ($p < 0,0016$), estação ($p < 0,0001$) e uma interação ($p < 0,0001$). A maior parte da variabilidade experimental para MFF esteve associada aos períodos (68%), ou, de outra forma, às oscilações climáticas, traduzidas em menores produções nos períodos de estiagem, que foram especialmente rigorosos nos meses de julho e setembro (Tabela 5).

Tabela 5. Acúmulo de massa fresca de forragem ($\text{g m}^{-2} \text{ ciclo}^{-1}$) do capim Florico em quatro estações do ano e intensidades de pastejo.

Tratamento	Estação				CV (%)
	Inverno	Primavera	Verão	Outono	
90IL 0,2RPP	636,5 Bb	591,5 Ba	805,2 Ab	630,0 Ba	20,2
90IL 0,3RPP	625,7 Bb	603,9 Ba	908,9 Aab	649,5 Ba	
95IL 0,2RPP	756,0 Ba	665,9 Ba	975,8 Aa	709,6 Ba	
95IL 0,3RPP	510,4 Cc	693,5 Ba	942,4 Aa	599,2 BCa	

Médias seguidas de uma mesma letra maiúscula, dentro da linha ou minúscula, dentro de coluna, não diferem significativamente. (Bonferroni, $p < 0,05$).

IL = interceptação luminosa; RPP = resíduo pós pastejo

No relativo à distribuição sazonal da produtividade dos capins, observou-se que na primavera, para todos os tratamentos, valores semelhantes aos registrados no inverno e/ou ao do outono (Tabela 5), refletindo a precipitação pluviométrica abaixo da média histórica do período (Figura 4). No outro extremo, a máxima taxa de acúmulo foi registrada no verão de 2013, muito provavelmente em decorrência de precipitações normais para o período (Figura 9). De fato, a média de acúmulo de forragem fresca das quatro intensidades de pastejo foi de $706,5 \pm 136,0 \text{ g m}^{-2}$, sendo a média do período seco (inverno, primavera e outono) $639,3 \pm 63,5 \text{ g m}^{-2}$ e do período chuvoso (verão) de $908,1 \pm 73,8 \text{ g m}^{-2}$.

Para taxa de acúmulo massa fresca de forragem (Tabela 6). Houve significância para tratamento ($p < 0,0001$), estação ($p < 0,0001$) e uma interação.

Cabe aqui alertar que a taxa de acúmulo de forragem ($\text{g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) descrito neste trabalho não levou em consideração o resíduo pós-pastejo do ciclo anterior. Desta forma, os valores para taxa de acúmulo superestimam o “acúmulo de forragem” comumente citado na literatura.

Tabela 6. Taxa de acúmulo massa fresca de forragem ($\text{g m}^{-2} \text{dia}^{-1}$) do capim Florico em quatro estações do ano e intensidades de pastejo.

Tratamento	Estação				CV (%)
	Inverno	Primavera	Verão	Outono	
90IL 0,2RPP	12,7 Cb	19,7 Bb	22,4Ac	13,3 Ca	30,7
90IL 0,3RPP	16,9 Ca	28,9 Ba	47,8 Aa	12,6 Da	
95IL 0,2RPP	8,4 Cc	13,1 Bc	18,4 Ad	14,6 Ba	
95IL 0,3RPP	5,2 Cc	14,2 Bc	26,2 Ab	12,1 Ba	

Médias seguidas de uma mesma letra maiúscula, dentro da linha ou minúscula, dentro de coluna, não diferem significativamente. (Bonferroni, $p < 0,05$).

IL = interceptação luminosa; RPP = resíduo pós pastejo

Verifica-se na **Tabela 6** que a TAMFF no período chuvoso, com média de $28,7 \pm 13,1 \text{ g m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ foi maior que aquela registrada no período seco (inverno, primavera e outono) cuja média foi de $14,3 \pm 5,9 \text{ g m}^{-2} \text{dia}^{-1}$, sendo no inverno observada menor TAMFF, com $10,8 \pm 5,1 \text{ g m}^{-2} \text{dia}^{-1}$. Cabe ressaltar que a TAMFF ocorrido no inverno resultou em nove e 39 dias de temperatura mínima inferior a $15,0$ ou 17°C , respectivamente para o tratamento 90IL 0,2RPP, enquanto que os tratamentos de maior IL registraram 19 e 46 dias de temperatura abaixo de $15,0$ ou 17°C , podendo a temperatura “invernal” ser uma das responsáveis pelo elevado número de dias do ciclo de pastejo do inverno para estes tratamentos (**Tabela 3**, página 19).

No inverno e primavera de 2012 os tratamentos de maior frequência (90IL) tiveram maior TAMFF que os tratamentos de menor frequência (95IL), enquanto que no outono de 2013 não foram observadas diferenças entre as TAMFF entre os tratamentos. No período chuvoso (verão) o tratamento de maior intensidade de pastejo (90IL 0,3RPP) apresentou maiores TAMFF e, o tratamento de menor intensidade de pastejo (95IL 0,2RPP) menores TAMFF, enquanto os demais tratamentos tiveram TAMFF intermediários.

A maior TAMFF foi observado no tratamento de maior intensidade de pastejo (90IL 0,3RPP), com $26,6 \pm 15,8 \text{ g m}^{-2} \text{dia}^{-1}$, enquanto que no tratamento de menor intensidade de pastejo (95IL 0,2RPP) foram observados menores TAMFF, com $13,6 \pm 4,1 \text{ g m}^{-2} \text{dia}^{-1}$.

4.1.2 Massa seca de forragem

A ANOVA referente ao acúmulo de massa seca de forragem (MF) indicaram efeitos altamente significativos para os tratamentos ($p < 0,0001$), estação ($p < 0,0001$) e uma interação entre eles ($p < 0,0001$). A **Tabela 7** apresenta os resultados do desdobramento da interação tratamentos por estação.

Tabela 7. Acúmulo de massa seca de forragem ($\text{g m}^{-2} \text{ciclo}^{-1}$) do capim Florico em quatro estações do ano e intensidades de pastejo.

Tratamento	Estação				CV (%)
	Inverno	Primavera	Verão	Outono	
90IL 0,2RPP	182,0 Ab	174,5 Ab	164,3 ABb	135,4 Bab	19,6
90IL 0,3RPP	163,9 Ab	158,3 Ab	168,1 Ab	151,6 Aa	
95IL 0,2RPP	225,3 Aa	181,1 Bb	195,2 Ba	133,7 Cab	
95IL 0,3RPP	133,2 Cc	219,8 Aa	192,2 Ba	118,4 Cb	

Médias seguidas de uma mesma letra maiúscula, dentro da linha ou minúscula, dentro de coluna, não diferem significativamente. (Bonferroni, $p < 0,05$).

IL = interceptação luminosa; RPP = resíduo pós pastejo

Com relação à interação, houve respostas diferenciadas para os tratamentos. Os tratamentos de maior severidade de desfolha (90IL 0,2RPP e 95IL 0,2RPP) produziram mais MF no inverno e primavera (e verão para 95IL 0,2RPP) do que no outono. Já o tratamento 90IL 0,3RPP não apresentou diferença no acúmulo de MF entre as estações, enquanto que o tratamento 95IL 0,3RPP apresentou maior quantidade de MF na primavera, seguida do verão (**Tabela 7**).

Para as estações do ano também houve respostas diferenciadas. No inverno o tratamento 95IL 0,2RPP produziu maior acúmulo de MF do que os demais tratamentos enquanto que o 95IL 0,3RPP foi o menos produtivo, mas na primavera este tratamento foi mais produtivo que os demais. Já no verão os tratamentos de menor frequência (95IL) foram mais produtivos que os de maior frequência (90IL). No outono o tratamento de maior intensidade de pastejo (90IL 0,3RPP) foi mais produtivo que o 95IL 0,3RPP (**Tabela 7**).

Devido a metodologia utilizada no experimento que adotou a interceptação luminosa como critério de entrada dos animais para pastejar, a frequência de pastejo (número de dias de descanso do pasto) variou entre os tratamentos dentro de uma mesma estação e entre as estações do ano. Desta forma, considerou-se importante mostrar a taxa de acúmulo massa seca de forragem, que foi significativo para tratamentos ($p = 0,0100$), estação ($p = 0,0013$) e uma interação ($p = 0,0005$) (**Tabela 8**).

Tabela 8. Taxa de acúmulo massa seca de forragem ($\text{g m}^{-2} \text{dia}^{-1}$) do capim Florico em quatro estações do ano e intensidades de pastejo.

Tratamento	Estação				CV (%)
	Inverno	Primavera	Verão	Outono	
90IL 0,2RPP	3,6 Ba	5,8 Aa	4,6 ABab	2,9 Ba	36,4
90IL 0,3RPP	4,4 Ba	7,5 Bab	8,8 Aa	3,0 Ba	
95IL 0,2RPP	2,5 Aab	3,6 Ab	3,7 Ab	2,8 Aa	
95IL 0,3RPP	1,3 Bb	4,5 Aab	5,3 Aab	2,4 ABa	

Médias seguidas de uma mesma letra maiúscula, dentro da linha ou minúscula, dentro de coluna, não diferem significativamente. (Bonferroni, $p < 0,05$).

IL = interceptação luminosa; RPP = resíduo pós pastejo

Com relação à interação, houve respostas diferenciadas para os tratamentos. Os tratamentos de maior severidade de desfolha (90IL 0,2RPP e 95IL 0,2RPP) produziram mais TAF no inverno e primavera (e verão para 95IL 0,2RPP) do que no outono. Já para o tratamento 90IL 0,3RPP não houve diferença na TAF entre as estações, enquanto que o tratamento 95IL 0,3RPP produziu maior TAF na primavera, seguida do verão (**Tabela 8**). As TAF médio dos tratamentos 90IL 0,2RPP, 90IL 0,3RPP, 95IL 0,2RPP e 95IL 0,3RPP foram: $4,2 \pm 1,3$; $5,9 \pm 2,7$; $3,2 \pm 0,6$ e $3,4 \pm 1,8 \text{ g m}^{-2} \text{dia}^{-1}$, respectivamente.

Com relação à estação do ano houve respostas diferenciadas. No inverno os tratamentos de maior frequência de desfolha (90IL 0,2RPP e 90IL 0,3RPP) tiveram maior TAF que o tratamento 95IL 0,3RPP. Na primavera houve diferença entre as TAF nos tratamentos de maior severidade de desfolha, sendo maior a TAF do tratamento de maior frequência (90IL 0,2RPP) que o de menor frequência (95IL 0,2RPP). No verão a TAF do tratamento 90IL 0,3RPP foi maior que o 95IL 0,2RPP. Não houve diferença entre tratamentos no outono (**Tabela 8**). As TAF médio do inverno, primavera, verão e outono foram: $3,0 \pm 1,3$; $5,4 \pm 1,7$; $5,6 \pm 2,2$ e $2,8 \pm 0,3 \text{ g m}^{-2} \text{dia}^{-1}$, respectivamente.

4.2 Fitomassa Radicular: Acúmulo por Unidade de Superfície e Distribuição no Perfil.

4.2.1 Estoque radicular

- **Unidade de superfície**

Houve efeito na massa radicular (MSR) até 0,4 m de profundidade, para tratamento ($p < 0,0001$), que explicaram 33% da variabilidade experimental total. A falta de significância para o efeito dos tratamentos pelo teste F ocorreu devido a variabilidade dos dados (**Figura 17**).

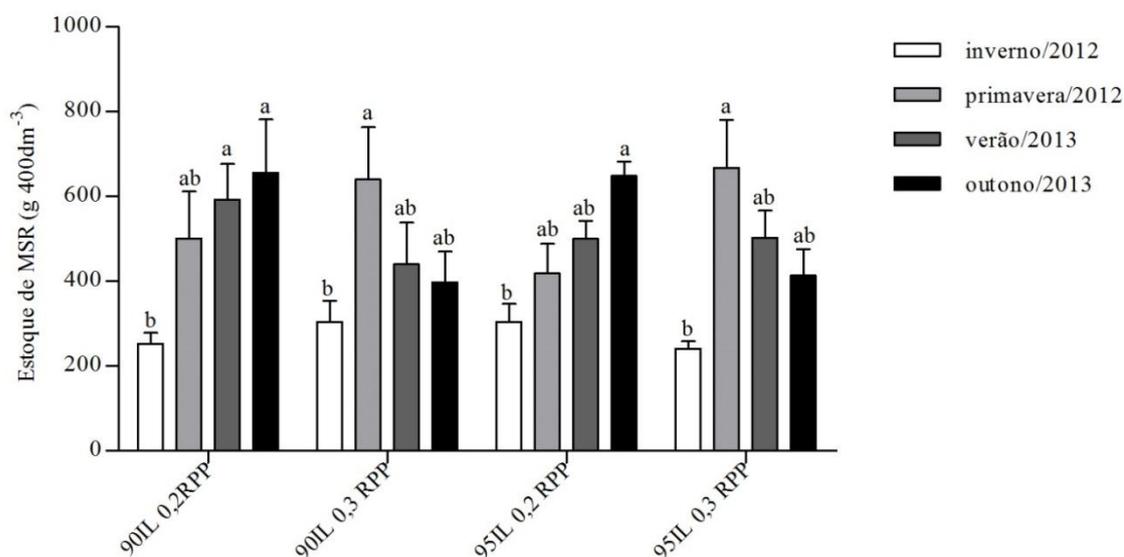


Figura 17. Massa radicular ($\text{g } 400\text{dm}^3$ de solo) do capim Florico em quatro estações do ano.

Devido à relação fonte : dreno de carboidratos não estruturais acumulados nas raízes para as folhas, impostos pela herbivoria (GAUTIER et al., 1999, CECATO et al., 2004), quando a produção de MSPA diminui o sistema radicular já foi reduzido drasticamente (RICHARDS, 1984). De fato, a TAF do inverno e/ou outono foi menor que a primavera e/ou verão em três das quatro intensidades de pastejo utilizadas no presente estudo (Tabela 8) e, em todos os tratamentos a MSR foi menor no inverno, quando comparado a uma ou mais estações (Figura 17).

A MSR no inverno foi: $252,4 \pm 51,7$; $303,9 \pm 99,0$; $304,0 \pm 84,9$ e $240,2 \pm 35,8 \text{ g } 400\text{dm}^3$ de solo, respectivamente para: 90IL 0,2RPP; 90IL 0,3RPP 95IL 0,2RPP e 95IL 0,3RPP, enquanto que os maiores MSR de cada tratamento foi de: $639,3 \pm 246,8$ e $667,2 \pm 225,7 \text{ g } 400\text{dm}^3$ de solo, na primavera, respectivamente para 90IL 0,3RPP e 95IL 0,3RPP; de: $591,8 \pm 168,2$ e $655,1 \pm 252,7 \text{ g } 400\text{dm}^3$ de solo para o tratamento 90IL 0,2RPP, respectivamente para o verão e outono e de: $647,8 \pm 68,4 \text{ g } 400\text{dm}^3$ de solo para o tratamento 95IL 0,2RPP no outono (**Figura 17**).

Em pastagens de clima temperado os padrões de crescimento e acúmulo de raízes seguem os picos de produção da parte aérea, entretanto, Lemaire, (2007) postulou que em clima com alternância acentuada entre as estações seca e chuvosa a decomposição da liteira e de raízes mortas retarda a diminuição do estoque radicular no perfil, evidenciado pela maior MSR no outono dos tratamentos com maior severidade de desfolha (0,2RPP).

- **Distribuição no perfil**

Além das características morfogênicas do sistema radicular dos pastos, que concentram a maior parte das raízes próximas a superfície, a seca e herbivoria são dois dos principais agentes perturbadores ao ecossistema pastagem (SBRISSIA e SILVA, 2001). Houve efeito na produção de massa radicular (MSR), até 0,4 m de profundidade, para tratamento na primavera de 2012 ($p = 0,0010$), que explicaram 33% da variabilidade experimental total.

Os valores dos coeficientes para determinação das equações obtidas para os tratamentos no inverno, primavera e, verão/outono são apresentados na **Tabela 9**.

Tabela 9. Parâmetros para estimar a massa seca radicular do capim Florico (Span; constante (-k) e platô) até a profundidade de 0,4 m, no inverno/2012, primavera/2012, verão/outono de 2013, em diferentes intensidades de pastejo.

Estação	Tratamentos	Span	-k	Platô	r^2	Equação	
Inverno/2012	Todos	240,7	12,94	25,68	0,7915	MSR = Span. $e^{-k(\text{prof})}$ + Platô	
Primavera/2012	90IL 0,3RPP e	669,1	11,98	33,74	0,7993		
	95IL 0,3RPP	90IL 0,2RPP	556,3	12,84	24,48		0,6449
	95IL 0,2RPP	333,9	9,19	18,90	0,7907		
Verão e Outono/2013	Todos	555,2	14,52	42,1	0,7476		

IL = interceptação luminosa (%); RPP = resíduo pós pastejo (m)

No inverno de 2012, não houve diferença pelo teste “F” entre tratamentos do estoque de MSR entre as intensidades de pastejo avaliadas ($275,1 \pm 71,4$ g MSR 400dm^{-3} de solo). No verão ($508,2 \pm 145,9$ g MSR 400dm^{-3}) e outono de 2013 ($528,1 \pm 193,1$ g MSR 400dm^{-3}) as equações não apresentaram diferenças, sendo agrupadas em apenas uma equação. A representação gráfica dessas equações é visualizada na **Figura 18**.

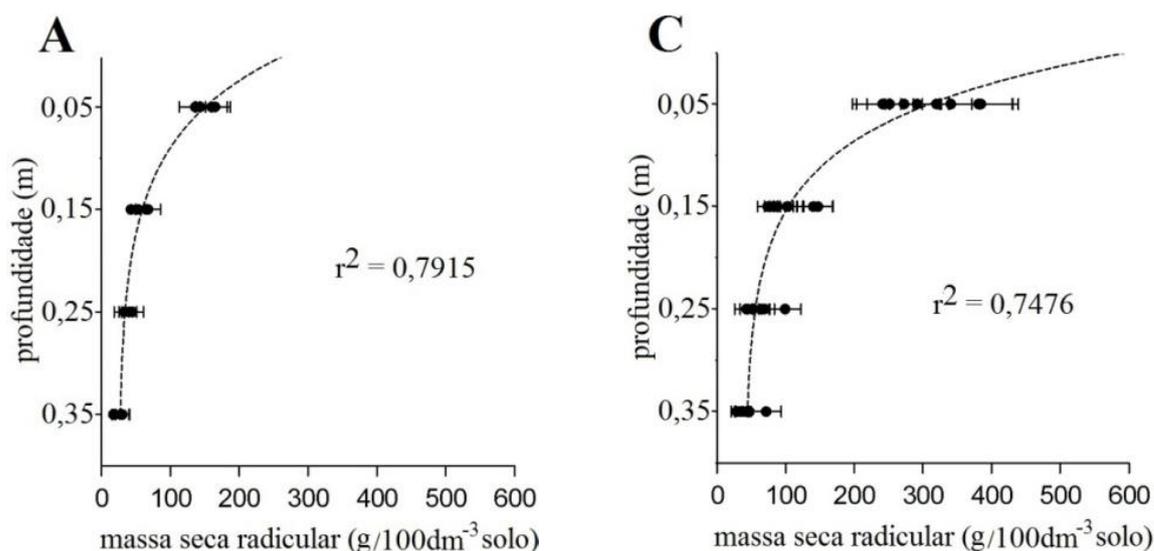


Figura 18. Estoque radicular ($\text{g } 100\text{dm}^3$ de solo) do capim Florico, em quatro profundidades (0 a 0,1; 0,1 a 0,2; 0,2 a 0,3 e 0,3 a 0,4 m), e em intensidades de pastejo. A = inverno/2012, B = verão/outono de 2013.

A falta de significância pode ter decorrido da alta variabilidade dos dados e/ou da rápida recuperação do sistema radicular logo após o início do período chuvoso, pois no

período chuvoso o mecanismo de fonte:dreno colabora para rápida recuperação da parte aérea e em seguida é redirecionado para o reestabelecimento do sistema radicular (RICHARDS, 1984) e das reservas orgânicas (RODRIGUES et al., 2005) evidenciando a plasticidade fenotípica desta forrageira.

Na primavera de 2012 os tratamentos com menor severidade de desfolha (90IL 0,3RPP e 95IL 0,3RPP) estocaram maior quantidade de MSR ($653,3 \pm 219,5$ g MSR 400dm^{-3} de solo) do que o tratamento 95IL 0,2RPP ($417,6 \pm 141,1$ g MSR 400dm^{-3} de solo), fato que pode ser explicado pela perturbação causada pela herbivoria mais acentuada por seguidos pastejos em períodos desfavoráveis de crescimento. Cabe lembrar que o manejo dos pastos iniciou-se em dezembro de 2012, portanto aproximadamente 270 dias antes desta avaliação. O estoque de MSR do tratamento 90IL 0,2RPP não diferiu de qualquer outro ($500,7 \pm 221,9$ g MSR 400dm^{-3} de solo). A representação gráfica da distribuição radicular da primavera/2012 pode ser visualizada na Figura 19.

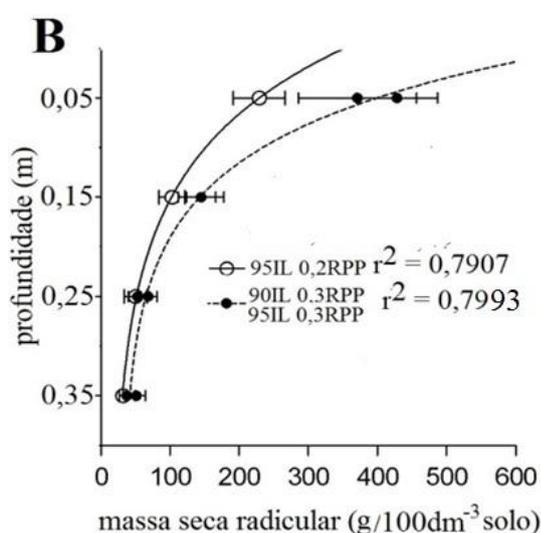


Figura 19. Estoque radicular (g 100dm^3 de solo) do capim Florico, em quatro profundidades (0 a 0,1; 0,1 a 0,2; 0,2 a 0,3 e 0,3 a 0,4 m), e intensidades de pastejo na primavera/2012.

4.2.2 Distribuição fracional

No presente trabalho, todas as equações de distribuição fracional exibiram resultados significativos pela ANOVA (Tabela 10 a Tabela 13). Ainda, dentro dessas distribuições, foram selecionadas, para visualização gráfica, aquelas que apresentaram significância entre os tratamentos dentro de uma mesma estação (Figura 20 a Figura 22).

Os valores dos coeficientes para determinação das equações obtidas para os tratamentos no inverno de 2012 são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10. Parâmetros para estimar distribuição fracional radicular do capim Florico (Span, constante (-k) e platô) até a profundidade de 0,4 m, no inverno de 2012.

Tratamentos	Span	-k	Platô	r ²	Equação
90IL 0,2RPP ab	79,0	11,19	8,45	0,8686	DF = Span.e ^{-k(prof)} + Platô
90IL 0,3RPP ab	95,4	13,11	8,13	0,8294	
95IL 0,2RPP b	77,7	11,47	9,21	0,9792	
95IL 0,3RPP a	117,2	16,76	9,42	0,9669	

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula, dentro de coluna, não diferem significativamente. (Bonferroni, p<0,05).

IL = interceptação luminosa (%); RPP = resíduo pós pastejo (m).

No inverno de 2012, houve diferença pelo teste “F” (p = 0,0217) entre os tratamentos de menor frequência de pastejo (95IL) tendo o tratamento com menor severidade de desfolha (95IL 0,3RPP) acumulado maior quantidade de raiz próxima à superfície do que o tratamento 95IL 0,2RPP. Os tratamentos de 90IL foram similares pelo teste “F” com as seguintes médias de distribuição fracional: 55,7 ± 13,3; 21,6 ± 3,7; 14,2 ± 8,6 e 8,5 ± 4,19%, respectivamente para 0,05; 0,15; 0,25 e 0,35 m de profundidade.

A representação gráfica dos tratamentos que apresentaram diferenças significativas pelo teste “F” 95IL 0,2RPP e 95IL 0,3RPP é mostrada na Figura 20.

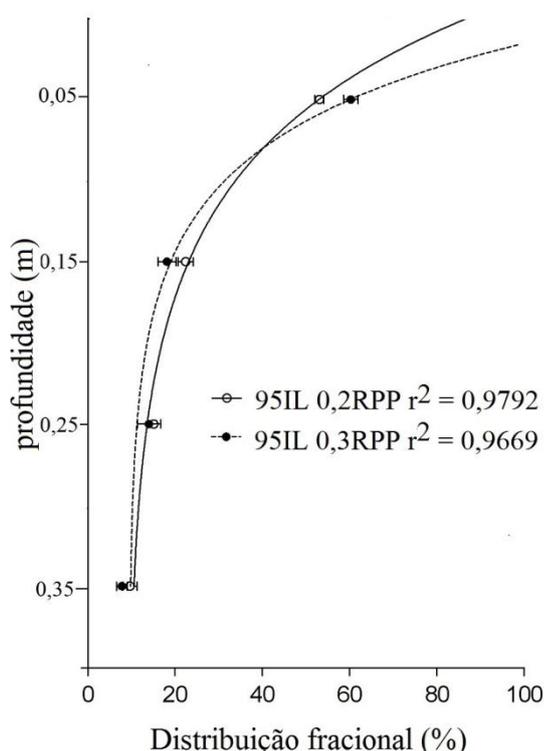


Figura 20. Distribuição fracional radicular do capim Florico no inverno dos tratamentos 95IL 0,2RPP e 95IL 0,3RPP.

IL = interceptação luminosa (%); RPP = resíduo pós pastejo (m).

Entre os tratamentos de 95IL, o que possuía maior RPP (0,3RPP) acumulou 60,2 ± 3,3% na profundidade 0,05 m (0 a 0,1 m) do que tinha 0,2RPP 53,0 ± 1,9% na mesma profundidade. Esta relação se inverteu nas demais profundidades, com: 22,3 e 18,1%, respectivamente para os tratamentos 95IL 0,2RPP e 95IL 0,3RPP na profundidade de 0,15 m (Figura 20).

Os valores dos coeficientes para determinação das equações obtidas para os tratamentos na primavera de 2012 são apresentados na **Tabela 11**.

Tabela 11. Parâmetros para estimar distribuição fracional radicular do capim Florico (Span, constante (-k) e platô) até a profundidade de 0,4 m, na primavera de 2012.

Tratamentos	Span	-k	Platô	r ²	Equação
90IL 0,2RPP ab	101,2	11,81	4,95	0,8898	DF = Span.e ^{-k(prof)} + Platô
90IL 0,3RPP b	84,3	10,05	5,24	0,9555	
95IL 0,2RPP b	82,7	9,64	4,80	0,9570	
95IL 0,3RPP a	117,2	12,85	3,82	0,9874	

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula, dentro de coluna, não diferem significativamente. (Bonferroni, p<0,05).

IL = interceptação luminosa (%); RPP = resíduo pós pastejo (m)

Na primavera de 2012, houve diferença pelo teste “F”, entre os tratamentos com menor frequência de pastejo (95IL) (p = 0,0065) e entre os tratamentos com menor severidade de pastejo (0,3RPP) (p = 0,0036), tendo o tratamento com menor frequência e severidade de desfolha (95IL 0,3RPP) acumulado maior quantidade de raízes próximas à superfície que os tratamentos 90IL 0,3RPP e 95IL 0,2RPP. Observou-se para o tratamento 90IL 0,2RPP distribuição fracional de: 61,0 ± 14,4; 22,2 ± 9,0; 10,2 ± 3,4 e 6,6 ± 2,5%, respectivamente para 0,05; 0,15; 0,25 e 0,35 m de profundidade.

As representações gráficas dos tratamentos que apresentaram significância na primavera: 90IL 0,3RPP *versus* 95IL 0,3RPP e 95IL 0,2RPP *versus* 95IL 0,3RPP são mostradas na **Figura 21**.

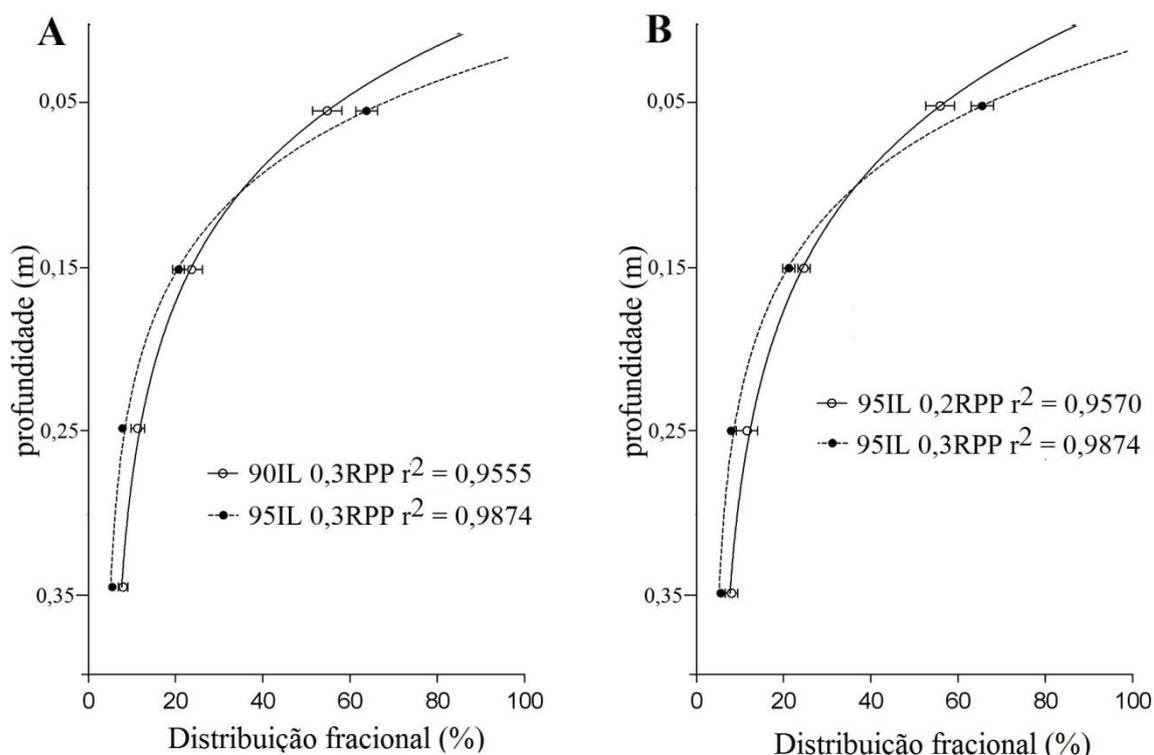


Figura 21. Distribuição fracional radicular do capim Florico na primavera. A-90IL 0,3RPP *versus* 95IL 0,3RPP e B-95IL 0,2RPP *versus* 95IL 0,3RPP.

IL = interceptação luminosa (%); RPP = resíduo pós pastejo (m)

Na primavera, entre os tratamentos que possuíam 0,3RPP o de maior IL acumulou 65,4 ± 5,1% na profundidade 0,05 m, enquanto que o de menor IL acumulou 56,2 ± 6,9% na

mesma profundidade. Esta relação se inverteu nas demais profundidades, com: $21,1 \pm 2,7$; $7,9 \pm 1,5$ e $5,5 \pm 1,7$ %, para o tratamento 95IL 0,3RPP e $24,2 \pm 5,1$; $11,5 \pm 3,2$ e $8,1 \pm 2,2$ % para o tratamento 90IL 0,3RPP, respectivamente nas profundidades de 0,15; 0,25 e 0,35 m (Figura 21A).

Já a comparação entre os tratamentos que possuíam 95IL o de menor RPP acumulou $55,8 \pm 6,7$ % na profundidade 0,05 m, enquanto que o de maior RPP acumulou $65,4 \pm 5,1$ % na mesma profundidade. Esta relação se inverteu nas demais profundidades, com: $24,6 \pm 2,7$; $11,6 \pm 4,9$ e $8,0 \pm 2,9$ %, para o tratamento 95IL 0,2RPP e $21,1 \pm 2,7$; $7,9 \pm 1,5$ e $5,5 \pm 1,7$ %, para o tratamento 95IL 0,3RPP, respectivamente nas profundidades de 0,15; 0,25 e 0,35 m (Figura 21B).

Os valores dos coeficientes para determinação das equações obtidas para os tratamentos no verão de 2013 são apresentados na **Tabela 12**.

Tabela 12. Parâmetros para estimar distribuição fracional radicular do capim Florico (Span; constante (-k) e platô) até a profundidade de 0,4 m, no verão de 2013.

Tratamentos	Span	-k	Platô	r ²	Equação
90IL 0,2RPP a	134,9	16,72	7,016	0,9878	DF = Span.e ^{-k(prof)} + Platô
90IL 0,3RPP ab	125,5	15,27	6,37	0,9347	
95IL 0,2RPP ab	140,6	19,25	9,29	0,9352	
95IL 0,3RPP b	95,0	13,34	8,53	0,9693	

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula, dentro de coluna, não diferem significativamente. (Bonferroni, p<0,05).

IL = interceptação luminosa (%); RPP = resíduo pós pastejo (m)

No verão de 2013, houve diferença pelo teste “F” (p = 0,0056) entre os tratamentos de maior e menor intensidade de pastejo (90IL 0,2RPP e 95IL 0,3RPP) tendo o tratamento com maior intensidade de pastejo (90IL 0,2RPP) acumulado maior quantidade de raiz próxima à superfície do que o tratamento de menor intensidade (95IL 0,3RPP). Os tratamentos 90IL 0,3RPP e 95IL 0,2RPP foram semelhantes pelo teste “F” com médias de: $63,9 \pm 10,6$; $18,0 \pm 5,9$; $10,2 \pm 4,1$ e $7,9 \pm 2,2$ %, respectivamente para 0,05; 0,15; 0,25 e 0,35 m de profundidade.

A representação gráfica dos tratamentos que apresentaram significância pelo teste “F”: 90IL 0,2RPP com 95IL 0,3RPP é mostrada na **Figura 22**.

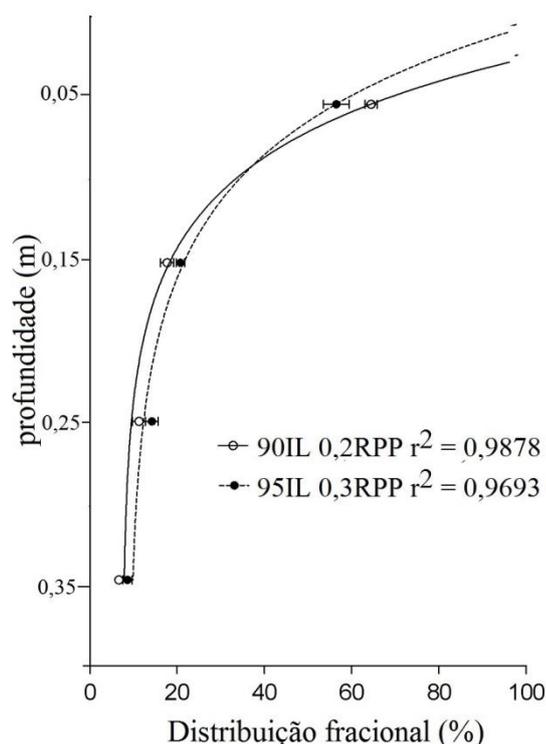


Figura 22. Distribuição fracional radicular do capim Florico no verão dos tratamentos 90IL 0,2RPP versus 95IL 0,3RPP.

IL = interceptação luminosa (%); RPP = resíduo pós pastejo (m)

No verão, os tratamentos que apresentaram diferenças foram o de maior e menor severidade de desfolha (90IL 0,2RPP versus 95IL 0,3RPP). O tratamento de maior severidade de desfolha (90IL 0,2RPP) acumulou $65,6 \pm 2,9\%$ das raízes na profundidade 0,05 m, enquanto que o de menor severidade (95IL 0,3RPP) acumulou $57,4 \pm 6,0\%$ na mesma profundidade. Esta relação se inverteu nas demais profundidades, com: $17,5 \pm 3,1$; $10,9 \pm 3,0$ e $6,1 \pm 1,7\%$, para o tratamento 90IL 0,2RPP e $20,6 \pm 2,0$; $13,9 \pm 3,0$ e $8,1 \pm 2,1\%$ para o tratamento 95IL 0,3RPP, respectivamente nas profundidades de 0,15; 0,25 e 0,35 m (**Figura 22**).

Os valores dos coeficientes para determinação das equações obtidas para os tratamentos no outono de 2013 são apresentados na **Tabela 13**.

Tabela 13. Parâmetros para estimar distribuição fracional radicular do capim Florico (Span; constante (-k) e platô) até a profundidade de 0,4 m, no outono de 2013.

Tratamentos	Span	-k	Platô	r ²	Equação
Todos	94,8	12,86	7,89	0,9154	DF = Span.e ^{-k(prof)} + Platô

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula, dentro de coluna, não diferem significativamente. (Bonferroni, p<0,05).

IL = interceptação luminosa (%); RPP = resíduo pós pastejo (m)

Apesar do ajuste dos dados às quatro equações no outono, as mesmas não diferiram entre si pelo teste “F”, tendo como distribuição fracional média: $57,7 \pm 9,3$; $21,5 \pm 6,0$; $12,0 \pm 3,9$ e $8,7 \pm 3,3\%$, respectivamente para 0,05; 0,15; 0,25 e 0,35 m de profundidade.

A translocação de fotoassimilados da parte aérea para o sistema radicular ocorre assim que se inicia o período de chuvas (CRUSH et al., 2007). Verifica-se que na primavera de 2012 logo no início do período chuvoso, a MSR aumentou em média 103% se comparado ao

inverno de 2012 (**Figura 19**, página 31), enquanto que o rendimento de MSPA nos mesmos períodos aumentou 81%. No verão de 2013, em pleno mês de superávit hídrico (363 mm de chuva, em janeiro de 2013), o estoque de MSR foi 81% do registrado na estação anterior (primavera de 2012) e, no mesmo período o rendimento de MSPA do verão foi de 105%.

Observa-se que tanto na **Figura 20** (página 32) correspondente ao inverno de 2012, como na **Figura 21** (página 33) correspondente a primavera que na camada superficial do solo (0 a 0,10 m), entre os tratamentos de maior interceptação luminosa o de menor severidade de desfolha (95IL 0,3RPP) concentra mais raízes que o tratamento com maior severidade de desfolha (95IL 0,2RPP), sugerindo que quando o intervalo entre pastejos é prolongado (**Tabela 3**, página 19) a maior remoção de folhas favoreceu a distribuição radicular no perfil, sugerindo a existência de plasticidade fenotípica do capim Florico.

4.3 Fitomassa total

A fitomassa total (FT) corresponde ao somatório do acúmulo de forragem mais a massa seca radicular. O conhecimento da FT é de grande importância para estudos que envolvam a ciclagem de carbono e variações em estoque de carbono, assim como a sua dinâmica no perfil (TRUJILLO et al., 2006; CONSTANTINI et al., 2007), nas relações de transferência de energia e massa entre suas frações (HUI e JACKSON, 2006). Os dados relativos a FT (g m^{-2}), são apresentados na (Figura 23). Houve efeito na produção de fitomassa total (FT), para tratamento ($p < 0,0001$), que explicaram 31% da variabilidade experimental total. A falta de significância para o efeito dos tratamentos pelo teste “F” pode ter decorrido da alta variabilidade dos dados.

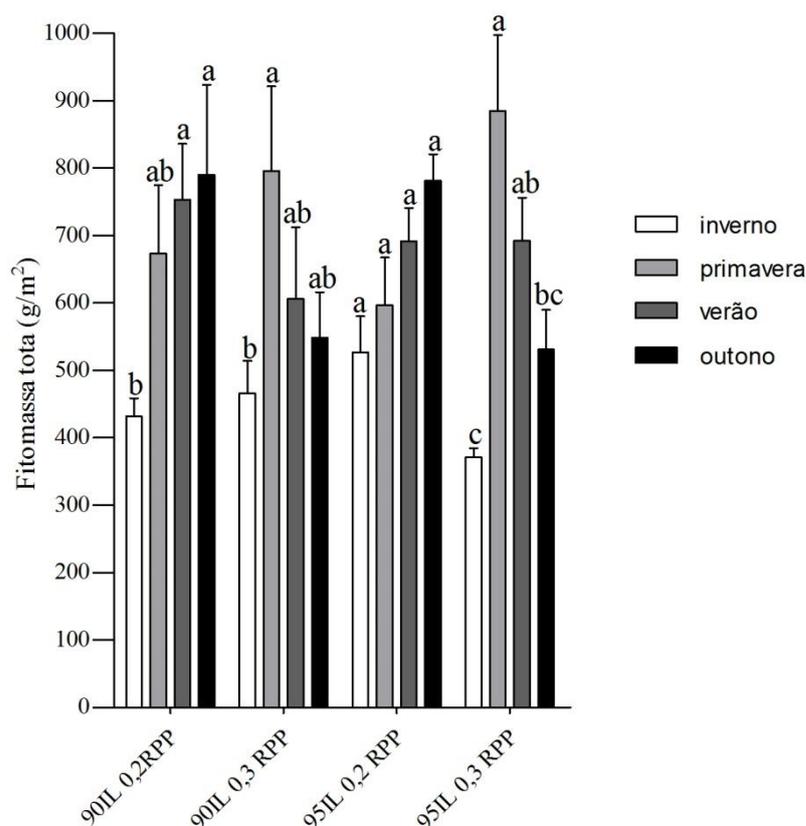


Figura 23. Fitomassa total (g m^{-2}) do capim Florico em quatro intensidades de pastejo em quatro estações do ano.

Para todos os tratamentos a FT foi menor no inverno, quando comparado a uma ou mais estações com: $432,0 \pm 53,2$; $465,9 \pm 96,8$; $526,8 \pm 107,4$ e $371,5 \pm 26,1 \text{ g m}^{-2}$, respectivamente para: 90IL 0,2RPP; 90IL 0,3RPP; 95IL 0,2RPP e 95IL 0,3RPP. Nos tratamentos que tinham menor severidade de pastejo (0,3RPP) a maior FT foi registrada na primavera $596,6 \pm 142,0$ e $884,7 \pm 226,6 \text{ g m}^{-2}$, respectivamente para 90IL 0,3RPP e 95IL 0,3RPP. As maiores produções de FT do tratamento 90IL 0,2RPP foram $753,3 \pm 166,2$ e $790,5 \pm 267,3 \text{ g m}^{-2}$, respectivamente para o verão e outono. Já para o tratamento 95IL 0,2RPP não houve diferença na produção de FT, durante o período experimental (Figura 23).

4.4 Relação Massa Seca de Raiz: Massa Seca de Forragem

A “teoria do equilíbrio funcional” das plantas pressupõe interdependência entre os compartimentos aéreo e subterrâneo, de forma que a redução de um compartimento resulta geralmente numa redução correlata na taxa de crescimento do outro (ZAK et al., 1994; VAN NOORDWIJK & VAN DE GEIJN, 1996). Houve efeito para tratamento ($p < 0,0001$) e para estação ($p < 0,0001$) (Tabela 14).

Tabela 14. Relação de massa radicular: massa seca de forragem, do capim Florico, nas quatro estações do ano e intensidades de pastejo.

Tratamento	Estação				CV (%)
	Inverno	Primavera	Verão	Outono	
90IL 0,2RPP	1,41 Ba	3,05 Ba	3,68 Aa	4,74 Aa	27,3
90IL 0,3RPP	1,88 Ba	4,06 Aa	2,58 ABa	2,67 ABb	
95IL 0,2RPP	1,35 Ba	2,34 Ba	2,57 Ba	4,85 Aa	
95IL 0,3RPP	1,85 Aa	3,07 Aa	2,64 Aa	3,60 Aab	

Médias seguidas de uma mesma letra maiúscula, dentro da linha ou minúscula, dentro de coluna, não diferem significativamente. (Bonferroni, $p < 0,05$).

IL = interceptação luminosa; RPP = resíduo pós pastejo

Na Tabela 14, são mostrados os valores e a significância da relação MSR : MF do capim Florico em quatro épocas do ano (inverno, primavera, verão e outono).

Taxas relativas de crescimento aéreo e radicular, tendem para a compensar as restrições acima e abaixo do solo, afim de manter um equilíbrio entre a capacidade funcional das raízes e parte aérea.

Para o tratamento 90IL 0,2RPP os maiores valores da relação MSR : MF foi observado nas estações de verão e outono, com média de: $4,21 \pm 1,38$, quando comparado com o inverno $2,23 \pm 1,40$. O tratamento com menor severidade de pastejo e maior intensidade de desfolha houve diferença significativa na relação MSR : MF, sendo o inverno o de menor média quando comparado à primavera. No tratamento 95IL 0,2RPP a estação do outono se destacou com maior relação MSR : MF, quando comparada com as demais estações, inverno, primavera e verão onde a relação MSR : MF foi de: $2,09 \pm 0,72$. Já para o tratamento 95IL 0,3RPP não houve diferença na relação MSR : MF durante o período experimental. Podemos observar que o tratamento 90IL 0,2RPP começa se recuperar no verão o 90IL 0,3RPP já na primavera enquanto que o tratamento 95IL 0,2RPP apenas no outono e o 95IL 0,3RPP não teve apresentou diferença, onde mais uma vez é considerado o mais sustentável Essa relação se torna importante devido a relação fonte:dreno.

Diante do resultados pudemos observar que essa relação variou de 1,35 até 4,85, mostrando que de 57% a 83% da planta é composta pelas raízes confirmando a hipótese da “teoria do equilíbrio funcional” no tratamento de menor intensidade de pastejo.

5 CONCLUSÕES

Independentemente do tratamento, a taxa de acúmulo de massa seca de parte aérea e a estoque de massa seca de raízes, oscilou sazonalmente, tendo menores valores nos meses mais secos do ano e maiores nos meses de maior pluviosidade;

O capim Florico variou suas respostas diferencialmente, evidenciando a existência de plasticidade fenotípica para atributos produtivos (massa fresca de forragem, massa seca de forragem e seus acúmulos) e adaptativos (relação massa seca de raízes: massa seca de forragem);

Houve maiores diferenças de produção entre tratamentos, nos períodos de maior pluviosidade em relação aos mais secos, configurando redução na magnitude da plasticidade fenotípica no período seco;

Levando-se em consideração os parâmetros radiculares e a relação raiz: parte aérea o tratamento de menor intensidade de pastejo (95IL 0,3RPP) foi o mais sustentável e o tratamento 95IL 0,2RPP o menos sustentável. Diante destes fatos o tratamento recomendado para o capim Florico nestas condições experimentais é o tratamento com 95% de interceptação luminosa para entrada dos animais e 0,3cm de resíduo pós pastejo.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, D.L.; SANTOS, G.A.; DE-POLLI, H.; CUNHA, L.H.; FREIRE, L.R.; AMARAL SOBRINHO, N.M.B.; PEREIRA, N.N.C.; EIRA, P.A.; BLOISE, R.M.; SALEK, R.C. **Manual de Adubação para o Estado do Rio de Janeiro**. H. DE-POLLI.- Itaguaí: Ed. Universidade Rural, 1988. 179p.
- ALVIM, M.J.; RESENDE, H.; BOTREL, M.A. Efeito da frequência de cortes e do nível de nitrogênio sobre a produção e qualidade da matéria seca do “coast-cross”. In: WORKSHOP SOBRE POTENCIAL FORRAGEIRO DO GÊNERO *CYNODON*, 1996, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1996. p.45-55.
- ANTÔNIO, M., **Conceitos ecológicos importantes para o manejo das pastagens**. File://D:\Forragicultura\CONCEITOS ECOLÓGICOS IMPORTANTES PARA O MANEJO DAS PASTAGENS.htm. 1997.
- ARRUDA, M.B. Gestão integrada de ecossistemas: a escala da conservação da biodiversidade expandida. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS BRASILEIROS: CONSERVAÇÃO, 5., 2000, Vitória. **Anais...** São Paulo: ACIESP, 2000. p.1-9.
- AZAR, G.S. **Avaliação de cultivares de Cynodon nos períodos seco e chuvoso, na região norte do Piauí**. (Dissertação Mestrado em Zootecnia)- Universidade Federal do Piauí- UFPI, Teresina, 48p., 2007.
- BENGOUGH, A.G.; CASTRIGN, A.; PAGÉS, L.;VAN NOORDWIJK, M. **Sampling strategies, scaling and statistics**. In: SMIT, A.L.; BENGOUGH, A.G.; ENGELS, C.; VAN NOORDWIJK, M.; PELLERIN, S.; VAN DE GEIJN, S.C. (Eds) *Root methods: a handbook*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, p.147-174, 2000.
- BODDEY, R.M.; RESENDE, C.P.; SCKUNKE, R.M.; ALVES, B.J.; CADISH, G.; PEREIRA, J.M. Sustentabilidade de pastagens consorciadas e de gramíneas em monocultura: o papel chave das transformações de nitrogênio. In: SIMPÓSIO SOBRE O MEIO AMBIENTE, OS RECURSOS NATURAIS E A PRODUÇÃO ANIMAL. 30, Rio de Janeiro, 1993. **Anais...** Rio de Janeiro: SBZ, 1993, p. 141-173.
- BOHM, W. **Methods of studying root systems**. New York, Springer-Verlag, 1979. 194p.
- BRASIL, F.C.; ROSSIELLO, R.O.P.; PACIORNIK, S.; ABREU, J.B.R. Distribuição vertical de características morfológicas do sistema radicular de *Brachiaria humidicola* **Pasturas Tropicais**, colômbia, v. 24, n. 3, p. 14-20, 2002.
- BRISKE, D.D. **Developmental morphology and physiology of grasses**. In: HEITSCHMIDT, R.K., STUTH, J.W *Grazing management: an ecological perspective*. Portland: Timber Press. p.85-108, 1991.
- BRISKE, D.D.; RICHARDS, J.H. **Plant responses to defoliation: a physiologic, morphologic and demographic evaluation**. In: Bedunah, D.J., Sosebee, R.E. (eds.) *Wildland plants: physiological ecology and developmental morphology*. p.635-710. 1995.
- CARNEVALLI, R.A.; DA SILVA, S.C. Validação de técnicas experimentais para avaliação de características agrônomicas e ecológicas de pastagens de *Cynodon dactylon* cv. Coastcross-1. **Scientia Agricola**, v.56, n.2, p.489-499, 1999.

- CARVALHO, C.A.B.; SILVA, S.C.; SBRISSIA, A.F.; FAGUNDES, J.L.; CARNEVALLI, R.A.; PINTO, L.F.M.; PEDREIRA, C.G.S. Carboidratos não estruturais e acúmulo de forragem em pastagem de *Cynodon* spp. sob lotação contínua. **Scientia Agricola**, v.58, n.4, 2001.
- CECATO, U.; CANO, C. C. P.; BORTOLO, M.; HERLING, V. R.; CANTO, M. W.; CASTRO, C. R. C. Teores de carboidratos não-estruturais, nitrogênio total e peso de raízes em Coastacross-1 (*Cynodon dactylon* (L.) Pers) pastejado por ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 644-650, 2001.
- CECATO, U.; JOBIM, C.C.; REGO, F.C.A. et al. Sistema radicular - componente esquecido das pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2., 2004, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2004. p.159-207.
- CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA – CEPEA 2012. PIB AgroCEPEA-USP/CNA Disponível em: <http://cepea.esalq.usp.br/pib/>
- COELHO, E. F., OLIVEIRA, F. D. C., ARAÚJO, E. C. E., & VASCONCELOS, L. F. L. Distribuição de raízes de laranja “Pêra” sob sequeiro e irrigação por microaspersão em solo arenoso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 05, p. 603-611, 2002.
- CONSTANTINI, A.; DE-POLLI, H.; ROSSIELLO, R.O.P.; PLENCOVICH, M.C. Organic carbon origin and stock in cultivated and grassland soil of the Argentine Pampa. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 38, p.2767-2778, 2007.
- CORSI, M.; MARTHA JUNIOR, G.B.; PAGOTTO, D.S. **Sistema radicular: dinâmica e resposta a regimes de desfolha**. In: Mattos, W.R.S.; Faria, V.P.; Silva, S.C.; Nussio, L.G.; Moura, J.C. (Ed). A produção animal na visão dos brasileiros. Piracicaba: FEALQ, 2001, p.838-852.
- CORSI, M.; NASCIMENTO Jr., D. **Princípios de fisiologia e morfologia de plantas forrageiras aplicadas no manejo das pastagens**. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (eds.). Pastagens: Fundamentos da exploração racional. Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 15-48.
- COUTINHO, L.M. O conceito de bioma. **Acta Botânica Brasílica**, v.20, n.1, p.13-24, 2006.
- CRUSH, J.R.; EASTON, H.S.; WALLER, J.E.; HUME, D.E.; FAVILLE, M.J. Genotypic variation in patterns of root distribution, nitrate interception and response to moisture stress of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) mapping population. **Grassland and Forage Science**, v. 62, p. 265-273, 2007.
- DAVIDSON, J.L.; MILTHORPE, F.L. Leaf growth in *Dactylis glomerata* following defoliation. **Annals of Botany**, v.30, n.118 p.173-84, 1966.
- DAVIES, A.; FORTHERGILL, M.; MORGAN, C.T. Assessment of contrasting perennial ryegrass, with and without white clover, under continuous sheep stocking in the uplands. 5. Herbage production, quality and intake in years 4-6. **Grass and Forage Science**, v.48, p.213-222, 1993.
- DEREGIBUS, V.A.; JACOBO, E.; ANSIN, O.E. Grassland use and plant diversity in grazed ecosystems. In: International Grassland Congress, 19º, São Pedro: 2001, **Proceedings...** p.552-554.
- DONAGHY, D. J.; FULKERSON, W.J. Priority for allocation of water soluble carbohydrate reserves during regrowth of *Lolium perenne*. **Grass and Forage Science**, v.53, p211-218, 1998.

- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. - Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006. 306p.
- EVANGELISTA, A.R.; ROCHA, G. P. **Princípios de manejo de pastagens e conservação de forrageiras**. Lavras:UFLA/FAEPE, 2004. 140 p.
- FERLIN, M.B.; PACHECO, V.; EUCLIDES, V.P.B.; LEMPP, B.; GONÇALVES, C.G.; CUBAS, A.C.; Morfogênese e dinâmica do perfilhamento de *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia sob pastejo. **Ciência Agrotécnica**, v.30, n.2, p.344-352, 2006.
- FISHER, N.M., DUNHAM, R.J. **Root morphology and nutrient uptake**. In: The physiology tropical fiends crops. Goldsworthy, P.R.; Fisher, N.M. (Eds) Jonh Wiley & sons, New York, p.85-117. 1984.
- FITTER, A.H. **Characteristics and functions of root systems**. In: Waisel, Y., Eshel, A., Kafkafi, U. Plant Roots: The hidden half. New York, Marcel Dekker, 1991, p. 3-24.
- FONSECA, D.M.; SANTOS, M.E.R.; MARTUSCELLO, J.A. **Plantas Forrageiras**. In: FONSECA, D.M. & MARTUSCELLO, J.A. Editora: UFV. Cap.1, p. 166-196. 2010.
- FRANKOW-LINDBERG, B.E. Assimilate partitioning in three white clover cultivars in the autumn, and the effect of defoliation. **Annals of Botany**, v.79, p.83-87, 1997.
- GAUTIER, H.; VARLET-GRANCHER, C.; HAZARD, L. Tillering responses to the light environment and to defoliation in populations of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) selected for contrasting leaf length. **Annals of Botany**, v. 83, p.423-429, 1999.
- GOMIDE, C.A.M., PACIULLO, D.S.C., CARNEVALLI, R.A. **Considerações sobre o manejo do pastejo rotativo de gramíneas tropicais**. Juiz de Fora, MG, Embrapa Gado de Leite, 2007. 8p. (Comunicado Técnico 53).
- GREGORY, P.J. Root growth and activity. In: **Physiology and determination of crop yield**. 1994. p. 65-93.
- HADLEY, M. Grassland for sustainable ecosystems. In: International Grassland Congress, 17, Nova Zelandia - Austrália, 1993. **Proceedings...**, p.21-28.
- HARRIS, W. **Defoliation as a determinant of the growth, persistence and composition of pasture**. In: WILSON, J.R (Ed.). Plant relation in pastures. Brisbane: CSIRO, 1978. p.67-85.
- HODGSON, J. **Grazing management – science into practice**. New York: John Wiley & Sons, Inc., Longman Scientific & Technical. 1990. 203p.
- HUI, D.; JACKSON, R.B. Geographical and interannual variability in biomass partitioning in grassland ecosystems: a synthesis of field data. **New Phitologist**, n.169, p. 85-93. 2006.
- HUMPHREYS, L.R. Tropical pasture utilization. 1.ed. Australia: Cambridge University Press, 1991. 206p.
- KELLOG, E.A. Evolutionary history of grasses. **Plant Physiology**, v.125, p. 1198-1205, 2001.
- KEPHART, K.D.; WEST, C.P.; WEDIN, D.A. **Grassland ecosystem and their improvement**. In: Barnes,R.F.;Miller, D.A.;Nelson, C.J. Eds. FORAGES. Vol. I: An Introduction to grassland agriculture. Iowa State University Press, Ames, Iowa, 1995.
- KERBER, R. L.**Avaliação da implantação de um sistema de PastoreioRacional Voisin no Colégio Agrícola de Camboriú**,2005. Dissertação(Mestrado em Agronomia) – Curso de Pós Graduação em Agroecossistemas, Universidade Federal de SantaCatarina,Florianópolis, p.133, 2005.

- KLEPPER, B. **Root-shoot relationships**. In: Waisel, Y.; Eshel, A.; Kafkafi, U. (Eds.). *Plant roots. The hidden half*. Marcel Dekker, Inc. New York. P. 265-286, 1991.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: Rima Editora, 2000. 531p.
- LEMAIRE, G. Research priorities for grassland science: the need of long term integrated experiments networks. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, , p. 93-100, 2007.
- LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilization. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY, 1999, Curitiba, Brazil. Proceedings... Curitiba, Brazil: 1999. p.165-186.
- LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D., Tissue flows in grazed plant communities. In: **The ecology and management of grazing systems**, London: CAB International, 1996. cap.1, p.3-36.
- LORETTI, J. Effects of grazing on grass morphology. <http://www.duke.edu/~jloret/ecophys/rootdistrib.html>. Consultado em 08/02/2003.
- MARTHA JÚNIOR, G.B.; BARIONI, L.G.; VILELA, L.; BARCELLOS, A.O. **Área do piquete e taxa de lotação no pastejo rotacionado**. Planaltina, DF, Embrapa Cerrados, 2003, 8p. (Comunicado Técnico 101).
- MISLEVY, P.; BROWN, W.F.; COSTAS, R.C.; CHANDLER, J.C.; DUNAVIN, L.S.; HALL, D.W.; KALMBACHER, R.S.; OVERMAN, A.J.; RUELKE, O.C.; SONODA, R.M.; RIOS, A.S.; STANLEY, R.L.; WILLIAMS, M.J.; Registration of Florico stargrass. **Crop Science**, v.33, n.3, p.358-359, 1993.
- MORAES, A. de. Produtividade animal e dinâmica de uma pastagem de pangola (*Digitaria decumbens* Stent), azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) e trevo branco (*Trifolium repens* L.) submetida a diferentes pressões de pastejo. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1991.
- MOTULSKY, H.J. Prism 5.0 statistics guide – statistical analyses for laboratory and chemical researchers. GraphPad Software, Inc, San Diego, CA, USA. 2007. 148p.
- NASCIMENTO, M. P.S.C.B.; RENVOIZE, S.A. **Gramíneas forrageiras naturais e cultivadas na Região Meio-Norte**. Teresina: Embrapa Meio Norte; Kew: Royal Botanic Gardens, Kew; 2001.
- NOORDWIJK, M van; FLORIS, J. Loss of dry weight during washing and storage of root samples. **Plant and Soil**, n.53, p. 239-243, 1979
- OLIVEIRA, M.R.G.; VAN NOORDWIJK, M.; GAZE, S.R.; BROUWER, G.; BONA, S.; MOSCA, G. HAIRIAH, K. **Auger sampling, ingrowth cores and pinboard methods**. In: SMIT, A.L.; BENGOUGH, A.G.; ENGELS, C.; VAN NOORDWIJK, M.; PELLERIN, S.; VAN DE GEIJN, S.C. (Eds) *Root methods: a handbook*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, p.176-206, 2000.
- PARSONS, A.J.; JOHNSON, I.R.; HARVEY, A. Use of a model to optimize the interaction between frequency and severity of intermittent defoliation to provide a fundamental comparison of the continuous and intermittent defoliation of grass. **Grass and Forage Science**. v.43, n.1, p.49-59, 1988.
- PEDREIRA, B.C.; PEDREIRA, C.G.S.; SILVA, S.C. Estrutura do dossel e acúmulo de forragem de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés em resposta a estratégias de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.2, p.281-287, 2007.

- PEDREIRA, C.G.S. Gênero *Cynodon*. In: **Plantas Forrageiras**, Viçosa: UFV, 2010. p.79-130.
- RICHARDS, J.H. **Physiology of plants recovering from defoliation**. In: BAKER, M.J. (Eds.) *Grassland for our world*. SIR Publishing, Wellington, 1993, p.46-54.
- RICHARDS, J.H. Root growth response to defoliation in two *Agropyron* bunchgrasses: field observations with an improved root periscope. **O ecologia**, v.64, n.1, p.21-25, 1984.
- RODRIGUES FILHO, J.A.; AZEVEDO G.P.C. CAMARÃO, A.P.; COSTA, P.A. Produção de forragem e valor nutritivo do capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst) em três idades de corte. **Pasturas Tropicais**. v.22., n.3, p.28-34, 2000.
- RODRIGUES, L.R.A.; REIS, R.A. Conceituação e modalidades de sistemas intensivos de pastejo rotacionado. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. Eds. **SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM**, 14. Piracicaba: FEALQ, **Anais...** Piracicaba. p.1-24. 1997.
- RODRIGUES, R. C., Mattos, W. B., Pereira, W. L. M., Lavres Jr, J., & Mattos, W. T. Carboidratos não-estruturais, nitrogênio total e produção de massa seca de raiz do capim-braquiária em função das doses de enxofre, nitrogênio e calcário. **Boletim da Indústria Animal**, v. 62, p. 71-78, 2005.
- RYSER, P.; EEK, L. Consequences of phenotypic plasticity vs. interspecific differences in leaf and root traits for acquisition of aboveground and belowground resources. **American Journal of Botany**, v.87, p. 402-411, 2000.
- SBRISSIA, A.F., SILVA, S.C. O ecossistema de pastagens e a produção animal. In: MATTOS, W.R.S. (Ed.). **A PRODUÇÃO ANIMAL NA VISÃO DOS BRASILEIROS**. Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 731-754.
- SCHEFFER-BASSO, S.M.; SOARES, G.C.; DALL' AGNOL, M. Efeito de frequência e altura de corte em dois genótipos de *Bromus auleticus* trin, ex ness. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 8, n. 3, p. 191- 194, 2002.
- SCHUURMAM, J.J.; GOEDEWAAGEN, M.A.J. **Methods for the examination of root systems and roots**, 2 Ed. Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, The Netherlands. 1991.
- SCURLOCK, J.M.O.; HALL, D.O. The global carbon sink: a grassland perspective. **Global Change Biology**, v, 4, p.229-233, 1998.
- SHEARD, R.W. Organic reserves and plant regrowth. In: BUTLER, G. W.; BAILEY, R. W.(Ed.). *Chemistry and biochemistry of herbage*. London: Academic Press, 1973. cap.25, 353-377.
- SILVA, R.V.M.M., ROSSIELLO, R.O.P.; MORENZ, M.J.F., BARBIERI JUNIOR, E., GOMES, R.L.T., CAMARGO FILHO, S.T.; Uso de clorofilômetro na avaliação da adubação nitrogenada e potássica no capim Tifton 85. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.12, n.3, p.828-839, 2011.
- SILVA, S.C. da; NASCIMENTO JÚNIOR, D. do. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.121-138, 2007. Suplemento especial.
- SULTAN, S. E. Phenotypic plasticity for plant development, function and life history. **Trends in Plant Science**, v. 5, p. 537-542, 2000.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*. Porto Alegre: **Artmed**, 3.ed., 2004. 719p.

- TAYLOR, H. M. **Managing roots systems to reduce plant water deficits**. In: MEHTA, Y. R. The soil root systems in relation to Brazilian . Londrina: IAPAR, 1981. p.45-60.
- THORNTHWAIT, C.W.; MATHER, R.J. 1955. **The water balance**. Drexel Institute of Tecnology, Centerton, NJ, USA. 690p, 2002.
- THORNTON, B. MILLARD, P. Increased defoliation frequency depletes remobilization of nitrogen for leaf growth in grasses. **Annals of Botany**, v. 80, p. 89-95, 1997a.
- THORNTON, B.; MILLARD, P. Effects of severity of defoliation on root functioning in grasses. **Journal of Range Management**, v. 49, p. 443-447, 1996.
- TRUJILLO, W.; FISHER, M.J.; LAL, R. Root dynamics of native savanna and introduced pastures in the Eastern plains of Colombia. **Soil & Tillage Research**, v. 87, p. 28-38, 2006.
- VALLADARES, F.; GIANOLI, E.; GÓMEZ, J.M. Ecological limits to plant phenotypic plasticity. **New Phytologist**, v. 176, p. 749-763, 2007.
- VAN NOORDWIJK, M. **Roots: length, biomass, production and mortality**. In: ANDERSON, J. M. AND INGRAM, J. S. I.1993. Tropical Soil Biology and Fertility: a Handbook of methods. *CAB International*, Wallingford. p. 132-144, 1993.
- VAN NOORDWIJK, M.; BROUWER, G.; MEIJBOOM, F.; OLIVEIRA, M.R.G; BENGOUGH, A.G. **Trench profile techniques and core break methods**. In: SMIT, A.L.; BENGOUGH, A.G.; ENGELS, C.; Van NOORDWIJK, M.; PELLERIN, S.; Van de GEIJN, S.C. (Eds) Root methods: a handbook. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, p. 211-234, 2000.
- VAN NOORDWIJK, M.; Van de GEIJN, S. C. Root shoot and soil parameters required for process orientated models of crop growth limited by water or nutrients. **Plant and Soil**, n.185, p.1-25, 1996.
- VENDRAMINI, J.M.B; SILVEIRA, M.L.A.; DUBEUX Jr, J.C.B.; SOLLENBERGER, L.E. Environmental impacts and nutrient recycling on pastures grazed by cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, (suplemento especial), p. 139-149, 2007.
- VILELA, D.; ALVIM, M.J. Manejo de pastagens do gênero *Cynodon*: Introdução, caracterização e evolução do uso no Brasil. In: PEIXOTO, A.M. et al. (Eds.). SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 15, 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998. p.23-54.
- VILELA, D.; PAIVA, P.C. de A.; LIMA, J.A.; CARDOSO, R.C.; Morfogênese e acúmulo de forragem em pastagem de *Cynodon dactylon* cv. Coastcross em diferentes estações de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.1891-1896, 2005.
- VOGT, K.A.; VOGT, D.J; BLOOMFIELD, J.; Analysis of some direct and indirect methods for estimating root biomass and production of forest at in ecosystem level. **Plant and Soil**, v: 200, p. 71-89, 1998.
- VOLONEC, J.J.; OURRY, A.; JOERN, B.C. A role for nitrogen reserves in forage regrowth and stress tolerance. **Physiologia Plantarum**, v. 97, p.185-193, 1996.
- ZAK, J.C.; WILLIG, M.R.; MOORHEAD, D.L.; WILDMAN, H.G. Functional diversity of microbial communities: a quantitative approach. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 26, n. 9, p. 1101-1108, 1994.

7 ANEXOS

Anexo A. Características físicas e químicas do horizonte Bt do solo cultivado com quatro gramíneas forrageiras, em duas épocas de amostragem.

Tabela 15. Análise química de terra referente a fase inicial do experimento, coletada em Dezembro de 2011.

Identificação	Prof. (cm)	Na	Ca	Mg	K	H+Al	Al	S	T	V	m	n	pH _{água} 01:2,5	Corg	MO	P	K
		----- cmol _c /dm ³ -----					----- % -----						%	%	-- mg/L --		
B1	0-10	0,062	2,9	1,3	0,97	4,6	0,0	5,23	9,83	53,2	0,0	0,0	6,0	1,26	2,2	108	379
B1	0-20	0,053	2,8	0,4	0,51	3,1	0,0	3,76	6,86	54,8	0,0	0,0	5,8	0,89	1,5	55	197
B2	0-10	0,070	2,3	1,5	0,58	3,3	0,0	4,45	7,75	57,4	0,0	0,0	5,9	0,86	1,5	51	225
B2	0-20	0,075	2,4	0,8	0,36	2,5	0,0	3,63	6,13	59,2	0,0	0,0	5,8	1,66	2,9	87	140
B3	0-10	0,057	3,4	0,6	0,51	2,3	0,0	4,56	6,86	66,5	0,0	0,0	6,3	1,62	2,8	42	197
B3	0-20	0,062	2,8	0,6	0,47	2,6	0,0	3,93	6,53	60,2	0,0	0,0	6,2	1,37	2,4	32	183
B4	0-10	0,048	2,3	0,7	0,36	2,3	0,0	3,41	5,71	59,7	0,0	0,0	6,0	0,94	1,6	42	140
B4	0-20	0,057	2,0	1,1	0,69	3,0	0,0	3,84	6,84	56,2	0,0	0,0	6,1	1,38	2,4	63	267

A amostragem foi realizada em duas profundidades (0-10 e 0-20 cm), em 40 pontos de coleta (amostras simples) de cada profundidade em cada bloco (B1, B2, B3 e B4).

Tabela 16. Análise química de terra referente a fase final do experimento, coletada em Abril de 2013.

Identificação	Prof. (cm)	Na	Ca	Mg	K	H+Al	Al	S	T	V	m	n	pH _{água}	Corg	MO	P	K
		----- cmol _c /dm ³ -----					----- % -----			01:2,5	%	%	-- mg/L --				
B1	0-10	0,050	2,2	2,0	0,48	2,5	0,0	4,73	7,23	65,4	0,0	0,0	6,0	1,61	2,8	49	189
B1	0-20	0,070	2,0	0,8	0,43	3,0	0,0	3,30	6,30	52,4	0,0	0,0	6,1	4,09	7,1	56	168
B2	0-10	0,050	2,2	1,3	0,43	3,3	0,0	3,98	7,28	54,7	0,0	0,0	6,0	0,59	1,0	61	168
B2	0-20	0,050	1,8	1,0	0,26	3,3	0,0	3,11	6,41	48,5	0,0	0,0	5,7	0,89	1,5	17	101
B3	0-10	0,080	2,5	2,5	0,48	2,8	0,0	5,56	8,36	66,5	0,0	0,0	6,3	0,62	1,1	26	189
B3	0-20	0,050	1,9	1,9	0,37	2,3	0,0	4,22	6,52	64,7	0,0	0,0	5,8	3,44	5,9	13	145
B4	0-10	0,050	1,8	1,8	0,37	2,5	0,0	4,02	6,52	61,7	0,0	0,0	6,0	6,04	10,4	30	143
B4	0-20	0,060	2,0	2,0	0,31	2,8	0,0	4,37	7,17	60,9	0,0	0,0	6,1	1,54	2,7	20	120

A amostragem foi realizada em duas profundidades (0-10 e 0-20 cm), em 40 pontos de coleta (amostras simples) de cada profundidade em cada bloco (B1, B2, B3 e B4).

Anexo B. Massa seca radicular (g 400dm³ de solo) do capim Florico em quatro estações do ano: inverno e primavera de 2012 e verão e outono de 2013.

Tabela 17. Massa seca radicular (g 400dm⁻³ de solo) no inverno de 2012 em quatro intensidades de pastejo.

Tratamento	Inverno (repetições)			
	1	2	3	4
90IL 0,2RPP	236,0	306,6	278,5	188,2
90IL 0,3RPP	296,4	300,5	188,2	430,1
95IL 0,2RPP	278,5	251,0	430,1	256,3
95IL 0,3RPP	188,2	246,5	256,3	269,4

IL = interceptação luminosa; RPP = resíduo pós pastejo

Tabela 18. Massa seca radicular (g 400dm⁻³ de solo) na primavera de 2012 em quatro intensidades de pastejo.

Tratamento	Primavera (repetições)			
	1	2	3	4
90IL 0,2RPP	363,7	308,6	527,3	803,0
90IL 0,3RPP	673,4	800,4	803,0	280,3
95IL 0,2RPP	527,3	312,0	280,3	550,7
95IL 0,3RPP	803,0	903,1	550,7	411,8

IL = interceptação luminosa; RPP = resíduo pós pastejo

Tabela 19. Massa seca radicular (g 400dm⁻³ de solo) no verão de 2013 em quatro intensidades de pastejo.

Tratamento	Verão (repetições)			
	1	2	3	4
90IL 0,2RPP	547,2	801,6	396,8	621,4
90IL 0,3RPP	353,2	204,5	621,4	579,6
95IL 0,2RPP	396,8	460,0	579,6	560,5
95IL 0,3RPP	621,4	503,3	560,5	323,1

IL = interceptação luminosa; RPP = resíduo pós pastejo

Tabela 20. Massa seca radicular (g 400dm⁻³ de solo) no outono de 2013 em quatro intensidades de pastejo.

Tratamento	Outono (repetições)			
	1	2	3	4
90IL 0,2RPP	691,7	920,2	697,1	311,3
90IL 0,3RPP	349,8	314,7	311,3	612,1
95IL 0,2RPP	697,1	712,4	612,1	569,4
95IL 0,3RPP	311,3	310,9	569,4	458,9

IL = interceptação luminosa; RPP = resíduo pós pastejo

Anexo C. Fitomassa total (g m^{-2}) do capim Florico em quatro estações do ano: inverno e primavera de 2012 e verão e outono de 2013.

Tabela 21. Fitomassa total (g m^{-2}) no inverno de 2012 em quatro intensidades de pastejo.

Tratamento	Inverno (repetições)			
	1	2	3	4
90IL 0,2RPP	407,6	477,9	473,7	368,5
90IL 0,3RPP	461,6	466,6	349,0	586,0
95IL 0,2RPP	491,0	469,5	686,6	459,8
95IL 0,3RPP	335,1	375,6	378,0	397,1

IL = interceptação luminosa; RPP = resíduo pós pastejo

Tabela 22. Fitomassa total (g m^{-2}) na primavera de 2012 em quatro intensidades de pastejo.

Tratamento	Primavera (repetições)			
	1	2	3	4
90IL 0,2RPP	560,4	497,3	674,6	959,8
90IL 0,3RPP	841,2	963,9	950,9	427,2
95IL 0,2RPP	708,5	509,0	442,9	725,8
95IL 0,3RPP	1034,7	1107,8	775,9	620,3

IL = interceptação luminosa; RPP = resíduo pós pastejo

Tabela 23. Fitomassa total (g m^{-2}) no verão de 2013 em quatro intensidades de pastejo.

Tratamento	Verão (repetições)			
	1	2	3	4
90IL 0,2RPP	713,0	958,1	557,5	784,2
90IL 0,3RPP	510,7	349,9	789,8	773,3
95IL 0,2RPP	576,8	647,9	784,4	759,6
95IL 0,3RPP	817,5	686,7	747,1	517,6

IL = interceptação luminosa; RPP = resíduo pós pastejo

Tabela 24. Fitomassa total (g m^{-2}) no outono de 2013 em quatro intensidades de pastejo.

Tratamento	Outono (repetições)			
	1	2	3	4
90IL 0,2RPP	827,2	1059,9	853,6	421,2
90IL 0,3RPP	500,2	465,5	477,9	750,8
95IL 0,2RPP	829,2	864,3	735,2	697,0
95IL 0,3RPP	434,2	446,6	687,9	555,5

IL = interceptação luminosa; RPP = resíduo pós pastejo