**PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO MORFOLÓGICA, QUÍMICO-
BROMATOLÓGICA, DIGESTIBILIDADE *in vitro* DO CAPIM DE
RHODES (*Chloris gayana* Kunth.) EM DIFERENTES
IDADES DE CRESCIMENTO**

LUIS FERNANDO MONTEIRO TAMASSIA
Médico Veterinário

Orientador: Prof. Dr. **CLÁUDIO MALUF HADDAD**

Dissertação apresentada a Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Ciência Animal e Pastagens.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Maio – 2000

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - Campus "Luiz de Queiroz"/USP

Tamassia, Luís Fernando Monteiro

Produção, composição morfológica, químico-bromatológica, digestibilidade *in vitro* do capim de Rhodes (*Chloris gayana* Kunth.) em diferentes idades de crescimento /

Luís Fernando Monteiro Tamassia. - - Piracicaba, 2000.
138 p.

Dissertação (mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2000.
Bibliografia.

1. Ácido cianídrico 2. Capim-de-Rhodes 3. Crescimento vegetal 4. Digestibilidade in vitro 5. Gramínea forrageira 6. Matéria seca 7. Maturidade vegetal 8. Morfologia vegetal 9. Produção vegetal I. Título

CDD 633.22

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

DEDICO

Às pessoas mais importantes na minha vida:
meus pais, Dirceu e Margarida,
meus irmãos, Guto e Caro,
minha namorada Liliane,
minha tia Helena e
meu tio Armando (*in memoriam*).

OFEREÇO

A toda a comunidade científica, técnicos e pessoas
que trabalham com pastagem e pecuária.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Cláudio Maluf Haddad, pela sua dedicação, companheirismo, confiança, auxílio e, principalmente, pela nossa amizade.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, por ter me dado a oportunidade de realizar o mestrado. À Universidade Federal de Uberlândia, Universidade Federal de Goiás e University of Illinois, pelas contribuições que me foram oferecidas em momentos decisivos da minha vida, que foram de suma importância para a realização deste trabalho.

À Prof. Dra. Marinéia de Lara Haddad, pelo auxílio na elaboração das análises estatísticas, e aos Profs. Drs. Carlos Guilherme Silveira Pedreira, Luiz Gustavo Nussio, Sila Carneiro da Silva, pela ajuda na criação do projeto, andamento do experimento e elaboração desta dissertação.

À Maria Luiza Favret, pela revisão desta dissertação e ao Conrado Miguel Hütten, pela produção gráfica.

Ao Prof. Dr. Wilson Roberto Soares Mattos por sua grande amizade.

Aos Profs. Drs. Francisco Antônio Monteiro, Quirino Augusto de Camargo Carmello, José Manuel Corrêa de Simas e ao técnico e amigo Carlos César Alves, pelo auxílio e orientação nas análises laboratoriais.

Ao Centro de Estudos de Raízes Tropicais da Unesp de Botucatu, pelo auxílio na execução das análises laboratoriais.

A todos os professores e funcionários do Departamento de Produção Animal da USP/Esalq, que participaram, direta ou indiretamente na realização desta dissertação.

Aos amigos Milton Luiz Moreira Lima, Flávio Geraldo Ferreira Castro, Cláudio Vaz Di Mambro Ribeiro, Luciano Shozo Shiratsushi, José Paulo Carvalho Abreu, Fabrício de Souza Fernandes, Ricardo Pereira Manzano e Marco Antônio Álvares Balsalobre, pessoas com quem convivi durante todo este tempo e que considero grandes amigos.

A todos os colegas de pós-graduação da USP/Esalq.

Aos meus familiares e amigos que me acompanharam nesta fase da vida.

À Capes, pela bolsa de estudos concedida.

A Deus, por sempre me acompanhar e por tudo que existe na Terra.

Obrigado

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
RESUMO.....	xi
SUMMARY.....	xiii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Origem e distribuição.....	3
2.2 Características botânicas.....	4
2.3 Outros cultivares e espécies do gênero.....	6
2.4 Características agronômicas.....	7
2.5 Manejo.....	8
2.6 Composição morfológica.....	11
2.7 Produção e adubação.....	13
2.8 Valor nutritivo.....	15
2.9 Minerais no capim de Rhodes.....	17
2.10 Toxidez.....	22
2.11 Minerais para os animais.....	24
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	31
3.1 Espécie vegetal.....	31
3.2 Local do experimento.....	31
3.3 Solo.....	32
3.4 Clima.....	32
3.5 Delineamento experimental.....	33
3.6 Tratamentos.....	33
3.7 Instalação do experimento.....	34
3.8 Parâmetros avaliados e metodologias empregadas.....	35
3.9 Preparo das amostras para análise.....	37
3.10 Análise estatística.....	37
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
4.1 Produção e composição morfológica.....	39
4.1.1 Produção de matéria seca (MS).....	39
4.1.2 Composição morfológica.....	42
4.1.2.1 Altura.....	43
4.1.2.2 Inflorescências.....	45
4.1.2.3 Folhas.....	47
4.1.2.4 Hastes.....	49
4.1.2.5 Material morto.....	51
4.1.2.6 Relação folha : haste.....	54

	Página
4.2	Composição bromatológica..... 57
4.2.1	Teor de matéria seca..... 58
4.2.2	Fibra em detergente ácido..... 59
4.2.3	Lignina..... 62
4.2.4	Celulose..... 65
4.2.5	Fibra em detergente neutro..... 67
4.2.6	Hemicelulose..... 79
4.2.7	Proteína bruta..... 70
4.3	Digestibilidade verdadeira <i>in vitro</i> da matéria seca, da matéria orgânica e produção de matéria seca digestível..... 74
4.4	Composição química..... 81
4.4.1	Teor de cinzas..... 82
4.4.2	Ácido cianídrico..... 83
4.4.3	Macroelementos..... 85
4.4.3.1	Nitrogênio..... 86
4.4.3.2	Fósforo..... 89
4.4.3.3	Potássio..... 92
4.4.3.4	Cálcio..... 95
4.4.3.5	Magnésio..... 97
4.4.3.6	Enxofre..... 99
4.4.3.7	Relações entre os nutrientes..... 101
4.4.4	Microelementos..... 103
4.4.4.1	Boro..... 104
4.4.4.2	Cobre..... 105
4.4.4.3	Ferro..... 107
4.4.4.4	Zinco..... 108
4.5	Exigência animal..... 110
5	CONCLUSÕES..... 114
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 115

LISTA DE TABELAS

		Página
1	Concentração de minerais na matéria seca recomendada para algumas categorias de bovinos leiteiros.....	25
2	Concentração de minerais na matéria seca recomendada para algumas categorias de bovinos de corte.....	26
3	Concentração de minerais na matéria seca recomendada para algumas categorias de eqüinos.....	27
4	Resultados da análise de terra da área experimental.....	32
5	Insolação, precipitação, número de dias com chuva, umidade relativa e temperatura média durante o período experimental.....	33
6	Esquema da análise de variância e teste F para tratamentos.....	38
7	Médias da produção de matéria verde e de matéria seca na parte aérea do capim de Rhodes (<i>Chloris gayana</i> Kunth.) em diferentes idades de corte.....	40
8	Altura, número de inflorescências, porcentagem de folhas, hastes e material morto e relação folha : haste na parte aérea do capim de Rhodes (<i>Chloris gayana</i> Kunth.) em função da idade de corte.....	43
9	Teores de matéria seca, proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), lignina, celulose, hemicelulose na parte aérea do capim de Rhodes (<i>Chloris gayana</i> Kunth.) em função da idade de corte.....	57
10	Teores de digestibilidade verdadeira <i>in vitro</i> da matéria seca e da matéria orgânica e produção de matéria seca digestível, pelo capim de Rhodes (<i>Chloris gayana</i> Kunth.) em função da idade de corte.....	74
11	Teores de matéria mineral (cinzas) e ácido cianídrico (HCN) na parte aérea do capim de Rhodes (<i>Chloris gayana</i> Kunth.) em função da idade de corte.....	81
12	Teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre na matéria seca da parte aérea do capim de Rhodes (<i>Chloris gayana</i> Kunth.) em função da idade de corte.....	86
13	Relação entre nutrientes na matéria seca da parte aérea do capim de Rhodes (<i>Chloris gayana</i> Kunth.) em função da idade de corte.....	101
14	Teores de boro, cobre, ferro, manganês e zinco na matéria seca da parte aérea do capim de Rhodes (<i>Chloris gayana</i> Kunth.) em função da idade de corte.....	103

LISTA DE FIGURAS

		Página
1	Produção de matéria seca (g m^{-2}) da parte aérea do capim de Rhodes (<i>Chloris gayana</i> Kunth.) em função da idade de corte.....	41
2	Altura (cm) da parte aérea do capim de Rhodes (<i>Chloris gayana</i> Kunth.) em função da idade de corte.....	45
3	Número de inflorescências por metro quadrado produzidas pelo capim de Rhodes (<i>Chloris gayana</i> Kunth.) em função da idade de corte.....	46
4	Porcentagem de folhas na parte aérea do capim de Rhodes (<i>Chloris gayana</i> Kunth.) em função da idade de corte.....	49
5	Porcentagem de hastes na parte aérea do capim de Rhodes (<i>Chloris gayana</i> Kunth.) em função da idade de corte.....	50
6	Porcentagem de material morto na parte aérea do capim de Rhodes (<i>Chloris gayana</i> Kunth.) em função da idade de corte.....	53
7	Relação folha : haste na parte aérea do capim de Rhodes (<i>Chloris gayana</i> Kunth.) em função da idade de corte.....	55
8	Composição morfológica da parte aérea do capim de Rhodes (<i>Chloris gayana</i> Kunth.) em função da idade de corte.....	56
9	Teor de matéria seca (g kg^{-1}) na parte aérea do capim de Rhodes (<i>Chloris gayana</i> Kunth.) em função da idade de corte.....	58
10	Fibra em detergente ácido (g kg^{-1}) na parte aérea do capim de Rhodes (<i>Chloris gayana</i> Kunth.) em função da idade de corte.....	60
11	Teor de lignina (g kg^{-1}) na parte aérea do capim de Rhodes (<i>Chloris gayana</i> Kunth.) em função da idade de corte.....	64
12	Teor de celulose (g kg^{-1}) na parte aérea do capim de Rhodes (<i>Chloris gayana</i> Kunth.) em função da idade de corte.....	66
13	Teor de fibra em detergente neutro (g kg^{-1}) na parte aérea do capim de Rhodes (<i>Chloris gayana</i> Kunth.) em função da idade de corte.....	68
14	Teor de hemicelulose (g kg^{-1}) na parte aérea do capim de Rhodes (<i>Chloris gayana</i> Kunth.) em função da idade de corte.....	69
15	Teor de proteína bruta (g kg^{-1}) na parte aérea do capim de Rhodes (<i>Chloris gayana</i> Kunth.) em função da idade de corte.....	70
16	Digestibilidade verdadeira <i>in vitro</i> da matéria seca (g kg^{-1}) na parte aérea do capim de Rhodes (<i>Chloris gayana</i> Kunth.) em função da idade de corte.....	75
17	Produção de matéria seca digestível (MSD) (g m^{-2}) na parte aérea do capim de Rhodes (<i>Chloris gayana</i> Kunth.) em função da idade de corte.....	79

	Página
18 Digestibilidade verdadeira <i>in vitro</i> da matéria orgânica (g kg ⁻¹) na parte aérea do capim de Rhodes (<i>Chloris gayana</i> Kunth.) em função da idade de corte.....	80
19 Teor de cinzas (g kg ⁻¹) na parte aérea do capim de Rhodes (<i>Chloris gayana</i> Kunth.) em função da idade de corte.....	83
20 Teor de ácido cianídrico (HCN) (mg kg ⁻¹) na parte aérea do capim de Rhodes (<i>Chloris gayana</i> Kunth.) em função da idade de corte.....	84
21 Teor de nitrogênio (g kg ⁻¹) na parte aérea do capim de Rhodes (<i>Chloris gayana</i> Kunth.) em função da idade de corte.....	87
22 Teor de fósforo (g kg ⁻¹) na parte aérea do capim de Rhodes (<i>Chloris gayana</i> Kunth.) em função da idade de corte.....	91
23 Teor de potássio (g kg ⁻¹) na parte aérea do capim de Rhodes (<i>Chloris gayana</i> Kunth.) em função da idade de corte.....	93
24 Teor de cálcio (g kg ⁻¹) na parte aérea do capim de Rhodes (<i>Chloris gayana</i> Kunth.) em função da idade de corte.....	96
25 Teor de magnésio (g kg ⁻¹) na parte aérea do capim de Rhodes (<i>Chloris gayana</i> Kunth.) em função da idade de corte.....	97
26 Teor de enxofre (g kg ⁻¹) na parte aérea do capim de Rhodes (<i>Chloris gayana</i> Kunth.) em função da idade de corte.....	100
27 Teor de boro (mg kg ⁻¹) na parte aérea do capim de Rhodes (<i>Chloris gayana</i> Kunth.) em função da idade de corte.....	104
28 Teor de cobre (mg kg ⁻¹) na parte aérea do capim de Rhodes (<i>Chloris gayana</i> Kunth.) em função da idade de corte.....	106
29 Teor de ferro (mg kg ⁻¹) na parte aérea do capim de Rhodes (<i>Chloris gayana</i> Kunth.) em função da idade de corte.....	108
30 Teor de zinco (mg kg ⁻¹) na parte aérea do capim de Rhodes (<i>Chloris gayana</i> Kunth.) em função da idade de corte.....	109

PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO MORFOLÓGICA, QUÍMICO-BROMATOLÓGICA E DIGESTIBILIDADE *in vitro* DO CAPIM DE RHODES (*Chloris gayana* Kunth.) EM DIFERENTES IDADES DE CRESCIMENTO

Autor: LUIS FERNANDO MONTEIRO TAMASSIA
Orientador: CLÁUDIO MALUF HADDAD

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivos avaliar a altura, o número de inflorescências, a produção de matéria seca, a porcentagem de folhas, hastes e material morto, a relação folha : haste, os teores de matéria seca, cinzas, proteína bruta, FDN, FDA, lignina, celulose, hemicelulose, os teores de macro e microelementos e de ácido cianídrico na parte aérea do capim de Rhodes em diferentes idades de crescimento. O experimento foi desenvolvido no Departamento de Produção Animal da USP/Esalq. Foi adotado o delineamento experimental de blocos completos casualizados (quatro blocos), tendo seis idades de crescimento (tratamentos) a cada dez dias, sendo o primeiro corte vinte dias após o corte de rebaixamento.

A produção de matéria seca aumentou de forma quadrática ($P < 0,05$), com valores mínimos observados aos 20 dias ($229,18 \text{ g m}^{-2}$) e máximos aos 60 dias com $709,09 \text{ g m}^{-2}$ para matéria seca. Pela equação de regressão, atingiu-se $711,68 \text{ g m}^{-2}$ de matéria seca aos 78 dias de crescimento. A altura variou de forma quadrática ($P < 0,05$) de 34,54 a 94,05 cm aos 20 e 70 dias de crescimento, respectivamente. As inflorescências aumentaram linearmente ($P < 0,05$), com médias de 29,25 e 398,50 inflorescências aos 20 e 60 dias, respectivamente. A porcentagem de folhas decresceu quadraticamente ($P < 0,05$) no período experimental, apresentando 64,07 e 15,11% de folhas aos 20 e 60 dias, respectivamente. A porcentagem de hastes e material morto aumentou quadraticamente e linearmente ($P < 0,05$), respectivamente, sendo obtidos 31,77 e 69,36% de hastes aos 20 e 40 dias, e 4,16 e 19,16% de material morto aos 20 e 70 dias, respectivamente. A relação folha:haste decresceu quadraticamente ($P < 0,05$) de 20 a 60

dias, com 2,12 e 0,22, respectivamente.

O teor de matéria seca aumentou cubicamente ($P<0,05$) 129,7 e 339,5 g kg⁻¹ aos 20 e 60 dias, respectivamente. A proteína bruta diminuiu de forma quadrática ($P<0,05$) entre 20 e 70 dias, com valores de 133,6 a 40,8 g kg⁻¹, respectivamente. Os teores de FDA, FDN, celulose, hemicelulose aumentaram cubicamente ($P<0,05$) com valores mínimos de 336,9; 642,8; 306,9 e 305,8 g kg⁻¹ aos 20 dias e máximos de 435,2; 774,4; 384,9 e 340,1 g kg⁻¹ para 40 dias, respectivamente para FDA, FDN, celulose e aos 50 dias para hemicelulose. A lignina aumentou quadraticamente ($P<0,05$) entre 20 e 70 dias, variando de 30,0 a 60,8 g kg⁻¹, respectivamente. Os valores de DVIVMS foram maiores que de DVIVMO e decresceram cúbica e quadraticamente, respectivamente. A variação encontrada foi de 734,9 a 472,1 g kg⁻¹ e de 725,1 a 456,8 g kg⁻¹ para DVIVMS e DVIVMO aos 20 e 70 dias, respectivamente.

Os teores de matéria mineral diminuíram cubicamente ($P<0,05$), variando de 118,2 a 81,3 g kg⁻¹ para 20 e 50 dias, respectivamente. Os macroelementos N, P, Ca e Mg decresceram quadraticamente ($P<0,05$) enquanto o K e o S decresceram linearmente ($P<0,05$). O N e o Mg variaram de 21,38 a 6,53, e de 1,24 a 0,62 g kg⁻¹ aos 20 e 70 dias, respectivamente. Os teores de P e Ca variaram de 3,82 a 2,59, e de 4,27 a 2,55 g kg⁻¹ aos 20 e 60 dias, respectivamente. O K variou de 21,34 a 15,28 g kg⁻¹ aos 20 e 60 dias, respectivamente, e o S variou de 4,34 a 2,26 g kg⁻¹ aos 20 e 70 dias, respectivamente. Os microelementos decresceram com o aumento da idade, sendo que o B variou linearmente ($P<0,05$) de 4,73 a 3,05 mg kg⁻¹ aos 20 e 40 dias, respectivamente. O Cu decresceu cubicamente ($P<0,05$) de 11,75 a 5,79 mg kg⁻¹ aos 20 e 70 dias, respectivamente. O Fe decresceu quadraticamente ($P<0,05$) de 327,60 a 140,04 mg kg⁻¹ aos 20 e 40 dias, respectivamente. O Zn decresceu linearmente ($P<0,05$) entre 20 e 70 dias de 40,53 a 20,95 mg kg⁻¹, respectivamente. Para o Mn não foram encontrados modelos de regressão polinomial significativos ($P>0,05$) que pudessem explicar o seu decréscimo com o tempo. Os valores de HCN encontrados variaram quadraticamente ($P<0,05$), com aumentos de 20 a 40 dias (0,56 a 1,51 mg kg⁻¹, respectivamente), e decréscimos a partir de então, atingindo 0,58 mg kg⁻¹ aos 70 dias de crescimento. Conclui-se que o capim de Rhodes apresenta melhor valor nutritivo entre 30 e 40 dias de idade.

YIELD, PLANT PART, CHEMICAL COMPOSITION AND *in vitro* DIGESTIBILITY OF RHODES GRASS (*Chloris gayana* Kunth.) AT DIFFERENT AGES

Author: LUIS FERNANDO MONTEIRO TAMASSIA

Adviser: CLÁUDIO MALUF HADDAD

SUMMARY

The objective of this research was to evaluate the effect of plant age on yield, plant part, chemical and mineral composition, *in vitro* digestibility, and hydrocyanic acid concentration of Rhodes grass (*Chloris gayana* Kunth.). The experiment was conducted on a pasture, at the USP/ESALQ, Department of Animal Production – Piracicaba - SP. The experimental design was a randomized complete block with six treatments replicated four times. Treatments consisted of six plant ages (20-70 days) spaced ten days apart. Responses evaluated were: plant height, number of flowers, leaf, stem, dead material percentage, leaf : stem ratio, herbage dry matter production, *in vitro* dry matter and organic matter digestibility (IVOMD and IVDMD), and the concentration of crude protein, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, lignin, cellulose, hemicellulose, hydrocyanic acid concentration, macro and micro minerals.

Dry matter yield increased quadratically ($P < 0.05$), reaching a maximum at 70 days (709.09 g m^{-2}) and minimum at 20 days (229.18 g m^{-2}). The height increased quadratically ($P < 0.05$) from 34.54 (20 days) to 94.05 cm (70 days). Flowers increased linearly ($P < 0.05$) from 29.25 to 398.50 m^{-2} at 20 and 60 days. The percentage of leaf decreased quadratically ($P < 0.05$), from 64.07 to 15.11% at 20 and 60 days. The percentage of stem and dead material increased quadratically and linearly ($P < 0.05$), from 31.77 to 69.36% at 20 and 40 days for stem and 4.16 to 19.16% at 20 and 70 days for dead material. Leaf : stem ratio decreased quadratically ($P < 0.05$) from 20 (2.12) to 60 (0.22) days.

Crude protein concentration decreased quadratically ($P < 0.05$) from 133.6 to 40.8 g kg^{-1} at 20 and 70 days. ADF, NDF, cellulose and hemicellulose concentration

increased cubically ($P<0.05$) showing minimum values at 20 days (336.9; 642.8; 306.9 and 305.8 g kg⁻¹) and maximum values at 40 days for ADF, NDF, and cellulose (435.2; 774.4; 384.9 g kg⁻¹) and at 50 days for hemicellulose (340.1 g kg⁻¹). Lignin concentration increased quadratically ($P<0.05$) from 30.0 (20 days) to 60.8 g kg⁻¹ (70 days). IVDMD decreased cubically ($P<0.05$) from 734.9 (20 days) to 472.1 g kg⁻¹ (70 days) and the IVOMD decreased quadratically ($P<0.05$) from 725.1 (20 days) to 456.8 g kg⁻¹ (70 days). Values for IVDMD were heigher than IVOMD ones. The macro and micro mineral content decreased while the age increased. N and Mg concentration decreased quadratically ($P<0.05$) from 21.38 (20 days) to 6.53 g N kg⁻¹ (70 days) and 1.24 (20 days) to 0.62 g Mg kg⁻¹ (70 days). P and Ca concentration decreased quadratically ($P<0.05$) from 3.82 and 4.27 (20 days) to 2.59 and 2.55 g kg⁻¹ (60 days). K and S concentration decreased linearly ($P<0.05$) from 21.34 and 4.34 (20 days) to 15.28 and 2.26 g kg⁻¹ (60 and 70 days). B concentration decreased linearly ($P<0.05$) from 4.73 (20 days) to 3.05 mg kg⁻¹ (40 days). Cu concentration decreased cubically ($P<0.05$) from 11.75 (20 days) to 5.79 mg kg⁻¹ (70 days). Fe concentration dereased quadratically ($P<0.05$) from 327.6 (20 days) to 140.01 mg kg⁻¹ (40 days). Zn concentration decreased linearly ($P<0.05$) from 40.53 (20 days) to 20.95 mg kg⁻¹ (70 days). Polinomial regression analisys did not explain the decreasing of Mn with increasing age. HCN concentration vary quadratically ($P<0.05$) from 0.56 mg kg⁻¹ at 20 days old to 1.51 mg kg⁻¹ at 40 days old. These values are much lower than the values that are dangerous for animal health. It is concluded the Rhodes grass has better nutritive values between 30 and 40 days age.

1 INTRODUÇÃO

Com algumas exceções, a pecuária brasileira caracteriza-se como uma atividade extensiva e extrativista, de baixos índices produtivos. O rebanho bovino é mantido em pastagens implantadas sem qualquer tipo de tecnologia, em solos de baixa fertilidade, sujeitos à estacionalidade de produção e, de modo geral, em estado degradado ou em degradação.

A situação atual dos preços dos concentrados e outros insumos para a produção pecuária no Brasil é de alta, ou seja, as suplementações alimentares são caras, o que desestimula o produtor a utilizá-las. Sabendo-se que o alimento mais barato para alimentação de herbívoros é a forragem, faz-se necessária a otimização da sua produção, com o intuito de aumentar a produtividade do rebanho e diminuir os custos de produção.

A introdução de novas gramíneas com potencial de produção é um fato que acontece freqüentemente, sendo que, na verdade, essas “novas” gramíneas devem ser avaliadas quanto à sua adaptabilidade nas diversas condições brasileiras. Dessa forma, a escolha da espécie forrageira, assim como a definição de determinado manejo, deve basear-se na finalidade do sistema de produção e em critérios técnico-econômicos. Assim, a introdução de novas espécies forrageiras tem que estar baseada no fato que deverá trazer benefícios quanto a esses aspectos.

Para aumentar a eficiência de utilização de forrageiras utilizadas para alimentação animal, é necessária a aplicação de técnicas de adubação e manejo aliadas a um conhecimento aprofundado de forrageiras adaptadas e de bom valor nutritivo, boa produtividade e aceitação animal. Dentre elas, encontra-se o capim de Rhodes (*Chloris gayana* Kunth.), que possui as características desejáveis.

A exploração do potencial dessa gramínea, visando elevados índices de produtividade animal, exige que produtores e técnicos encarem a sua produção como uma cultura importante, que necessita de insumos e adoção de técnicas de manejo adequadas à espécie. Para isto, torna-se necessário o conhecimento do potencial de produção, da absorção de nutrientes e das variações em sua composição morfológica e químico-bromatológica durante o seu ciclo de crescimento.

A obtenção desses dados, em condições climáticas das diferentes regiões do Brasil, é fundamental, pois a simples extrapolação de resultados obtidos em outros países é um exercício perigoso, que pode ter sérias conseqüências, sob o ponto de vista técnico e econômico (Pedreira, 1996).

O presente trabalho teve como objetivos: avaliar a produção de matéria seca, a altura, o número de inflorescências, a composição morfológica (folha, haste, material morto e relação folha : haste), os teores de matéria seca, cinzas, proteína bruta, fibra em detergente ácido, fibra em detergente neutro, lignina, celulose e hemicelulose, a digestibilidade verdadeira *in vitro* da matéria seca e da matéria orgânica, a produção de matéria seca digestível, além de estudar a variação da composição química (macro e microelementos e ácido cianídrico) no capim de Rhodes, em função da idade de corte gerando um conhecimento mais aprofundado da forrageira, bem como enriquecer o seu banco de dados, auxiliando na elaboração de outros trabalhos de pesquisa, além de obter dados para maximizar a eficiência na sua utilização como gramínea forrageira.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Entre o grupo de gramíneas adequadas à exploração de habitat ocorrentes em grande parte das regiões tropicais e subtropicais, está o *Chloris gayana* Kunth., conhecido como capim de Rhodes. O Lorde Cecil Rhodes introduziu-o em cultivos no Sul da África, mais especificamente na Rodésia, em 1895. Foi introduzido no Brasil em 1910, adaptando-se perfeitamente às nossas condições, sendo procurado pelos pecuaristas, criadores de cavalos e produtores de feno (Pupo, 1991; Mitidieri, 1992; Maraschin, 1995).

A nomenclatura comumente utilizada na Austrália, nos Estados Unidos e na África é “Rhodes Grass”, e em Cuba e no Peru é chamado de pasto Rhodes. Nos Estados Unidos o capim de Rhodes é utilizado da Califórnia até a Flórida e também no Havaí, o que demonstra que ele é mais comumente usado em regiões quentes e secas, sob irrigação (Skerman & Riveros, 1992).

2.1 Origem e distribuição

O capim de Rhodes é natural da África do Sul e Tanzânia. Nos Estados Unidos, começou a ser divulgado em 1902. Em 1953, foi levado para a Austrália e, em 1967, começou a ser realmente comercializado nesse país (Mitidieri, 1992). Atualmente, é encontrado sob cultivo numa larga faixa do globo terrestre, que vai desde a África, América do Sul, Austrália, América Central e do Norte, Sul da Ásia e Oriente Médio, Japão, Itália, até ao sul da Rússia. Sua crescente popularidade reside nas características de produção de sementes, facilidade de estabelecimento, habilidade de suportar condições

de seca, salinidade do solo e geadas fracas. Pode ser encontrado desde o nível do mar até 2.000 m de altitude na linha do Equador (Maraschin, 1995).

Haffar & Alhadrami (1997) citam que o capim de Rhodes (diversos cultivares) é a segunda gramínea forrageira mais difundida nos Emirados Árabes, ficando atrás somente da alfafa, mas constituindo a gramínea mais utilizada nessa região.

O habitat ideal para o capim de Rhodes são pastagens abertas, em uma ampla variedade de solos. É muito cultivado em países tropicais, pois possui boa adaptabilidade, facilidade de estabelecimento, persistência e bom valor nutritivo (Skerman & Riveros, 1992).

2.2 Características botânicas

É uma gramínea perene, que forma touceiras de 1,0 a 1,5 m, ou até mais, e possui sistema radicular profundo. É estolonífera além de formar colmos verticais, com grande capacidade de ramificação na base, constituindo uma touceira compacta, com hastes finas. A lígula apresenta-se em uma franja de pêlos. As folhas, geralmente glabras e finas, têm de 40 a 50 cm de comprimento (Hitchcock, 1971; Pupo, 1991; Mitidieri, 1992).

Segundo Mitidieri (1992) e Maraschin (1995), o capim de Rhodes é uma gramínea da tribo *Chlorideae*, subfamília *Eragrostoideae*, gênero e espécie *Chloris gayana* Kunth., cespitosa, ereta, com estolões que podem enraizar nos nós e formar novas plantas. Produz sementes em abundância, mas não se apresenta como invasora, apesar de ser espécie colonizadora. Os estolões são longos, fortes e apresentam folhas na sua extensão; as lâminas foliares são compridas, com ponta fina e 3 a 5 mm de largura (Hitchcock, 1971).

A parte vegetativa é dividida em raiz, hastes e folhas. As raízes originadas das sementes têm curta duração, sendo seguidas pelas raízes primárias e secundárias. As hastes ou colmos são formadas por uma série de nós e entrenós. Alguns colmos modificados, devido à sua função diferenciada (propagação), recebem nomes diferentes, como rizomas, localizados abaixo do nível do solo, e estolões, visíveis acima do nível do

solo. As folhas são originadas das hastes, uma a cada nó. A folha consiste em bainha e lâmina foliar; a primeira envolve as hastes acima do nó, e as lâminas são tipicamente achatadas, estreitas e compridas. Podem ser também mais largas que compridas, revestidas por cera, mais prostradas, dependendo da região de origem – seca, sombria, etc. (Hitchcock, 1971).

A inflorescência é formada por racemos subdigitados, em número de seis a quinze, com ráquis comprida (5 a 12 cm de comprimento), saindo em forma subdigitada de um eixo principal muito curto. A espiguetas possui três a cinco flósculos, mas somente o inferior produz cariopse (Mitidieri, 1992).

O clima ideal para o capim de Rhodes é o temperado e subtropical, com precipitação de 650 a 1.000 mm e temperatura de 20 a 24°C (Mitidieri, 1992).

Segundo Maraschin (1995), o limite de precipitação anual para o cultivo do capim de Rhodes é de 600 mm. Ainda, esses autores citam que a espécie em questão tolera altas temperaturas do ar e do solo e também sobrevive a baixas temperaturas durante o inverno, suportando até -10°C. Quanto ao fotoperíodo, o ideal é de 10 a 13 horas por dia, e tanto dias curtos como longos tendem a reduzir a produção de matéria seca.

A época para a produção ótima dá-se na primavera e no verão (Skerman & Riveros, 1992). Segundo esses autores, ao contrário de Pupo (1991), o capim de Rhodes pode sobreviver a temperaturas abaixo de zero grau Celsius e sobreviver a intensas e repetidas geadas. Quanto à seca, tolera bem a falta de água, pode buscá-la a uma profundidade de até 4,25 m e tem boa recuperação após queimadas. Skerman & Riveros, (1992), citam ainda que o capim de Rhodes resiste bem ao pisoteio, mas não tolera terrenos úmidos. Trabalhos conduzidos por Snyman (1994), utilizando várias espécies forrageiras, inclusive *Chloris gayana*, demonstraram ser esta uma forrageira bastante eficiente na utilização de água, tanto em abundância como em situações de seca, produzindo 7,2 kg MS e 0,39 kg PB ha⁻¹ mm⁻¹ de água.

A propagação do capim de Rhodes é feita por semente e a polinização cruzada parece ser normal, tendo de 1 a 4% de autocompatibilidade. Floresce várias vezes ao ano

e produz sementes muito leves, com maturação à temperatura de 23 a 25°C (Maraschin, 1995).

São necessários de 2 a 4 kg ha⁻¹ de sementes para estabelecimento do estande. Por serem muito pequenas, exigem bom preparo do solo e semeadura rasa. A formação do pasto leva de quatro a cinco meses (Mitidieri, 1992). Já Pupo (1991) recomenda a semeadura na primavera, podendo ser realizada através do uso de semeadoras apropriadas, sendo necessários, em média, 15 kg de semente por hectare ou a lanço (20-25 kg semente ha⁻¹), sendo esta última seguida por gradagem leve, com uma compactação do solo após a semeadura, que é fundamental. A multiplicação também pode ser feita por mudas, formando o pasto ou prado com grande rapidez, devido ao vigor de seus estolões. É um capim muito prolífero, florescendo e frutificando em abundância, várias vezes ao ano, o que faz com que a maturação das sementes ocorra de maneira bastante desigual. Ainda, produz aproximadamente 180 a 200 kg de sementes ha⁻¹.

Contradizendo os autores acima, Maraschin (1995) cita que tanto 6, como 15 ou 30 kg ha⁻¹ de sementes podem formar uma pastagem, mesmo em área dominada por outras gramíneas, tendo uma produção de forragem menor apenas para o primeiro ano, quando utilizada uma densidade de semeadura mais baixa.

2.3 Outros cultivares do gênero

O capim de Rhodes é uma espécie muito variável, sendo que, na África, produziram-se várias linhagens. O cultivar “Callide” apresenta maior porte, folhas mais largas, mais vigorosas e grosseiras (Mitidieri, 1992).

Existem ainda muitos outros cultivares tais como: “Katambora”, que possui a qualidade de eliminar nematóides do solo; “Mbarara”, com plantas de alto vigor; “Pioneer” e “Rongai”, que são muito resistentes à seca; “Nzoia”, de pequena persistência; “Samford”, que é menos resistente à seca e de ótima palatabilidade;

“Pokot”, muito vigorosa, de alto rendimento e floração tardia; e “Karpedo”, bem adaptado às regiões mais secas do Quênia (Skerman & Riveros, 1992).

Toll Vera (1995) descreveu uma variedade argentina chamada *Chloris gayana* cv. TUC La Oriental, proveniente do Zâmbia, adequada à região do Chaco, província de Tucumán. É uma tetraplóide gigante, produtora de muitos estolões (6–10 por planta), com boa capacidade de colonização. É tolerante a baixas temperaturas e à salinidade.

Mas, apesar de seu alto poder de adaptabilidade, existem alguns cultivares que não estão adaptados ao nosso meio. Algumas dessas variedades são a “Nzoia” que é muito semelhante à variedade comum; a “Alego”, originária do Quênia, que possui porte mais rasteiro, não formando touceiras; e a “Gigante” que, como o próprio nome diz, possui porte avantajado, colmos mais grossos e folhas mais largas (Pupo, 1991).

2.4 Características agronômicas

O capim de Rhodes é uma espécie que pode se comportar como planta pioneira, tornando-se dominante em lavouras abandonadas. Faz parte do grupo de vegetais C_4 , o que significa altas taxas de fotossíntese, altos valores de saturação de luz e altas temperaturas para crescimento (Maraschin, 1995).

É uma gramínea bastante tolerante a áreas de sombreamento, ou até mais produtiva, dependendo da quantidade de sombra, água e fertilizantes utilizados, como demonstrado por Wilson (1996), que obteve 22% de aumento na produção de matéria seca, com 50% de luz solar.

Quanto ao solo, o capim de Rhodes exige áreas férteis e resiste à salinidade do $CaCl_2$, Na_2SO_4 e $NaNO_3$ (Mitidieri, 1992), sendo uma das mais indicadas a essa condição em regiões de pouca precipitação, pois exige terreno bem drenado para expressar seu maior potencial e tolera encharcamento por curto período, não suportando locais alagadiços (Pupo, 1991; Skerman & Riveros, 1992; Mitidieri, 1992; Maraschin, 1995). Por sua excelente tolerância à salinidade, tem sido cultivada em solos salinos nos Estados Unidos (Mississippi), na Itália e no Sudão (Skerman & Riveros, 1992).

Os trabalhos de Taleisnik e Grunberg (1993) mostram não haver correlação entre tolerância ao sal, acumulação de Na e retenção de K nas folhas e hastes. Os resultados demonstraram ser o cultivar “Sanford” menos tolerante à salinidade do que a cv. “Pioneer”.

Michalk et al. (1994) consideram que o capim de Rhodes, com produção esperada de 1.460 kg MS ha⁻¹, é suscetível a altos teores de alumínio e baixo fósforo, e tolerante ao fogo. A tolerância a altos teores de manganês, baixo cálcio, magnésio e potássio não é conhecida.

Botelho e Reis (1992) realizaram um estudo para verificar a resistência ou suscetibilidade de forrageiras ao ataque de cigarrinha (*Deois flavopicta*). Foi observada uma redução na produção de matéria seca e proteína bruta, indicando ainda que, dentre as espécies de forrageiras estudadas, a *Chloris gayana* e a *Brachiaria ruziziensis* apresentavam-se suscetíveis à cigarrinha, enquanto a *Brachiaria humidicola* apresentou-se tolerante e *Paspalum plicatulum* e *Setaria anceps* mostraram-se resistentes.

Prakash et al. (1994) demonstraram, em seus estudos, que altas doses de N e K reduzem significativamente a população de nematóides no solo, mas estes não têm correlação com a produção de matéria seca da pastagem.

2.5 Manejo

Existem várias maneiras de se utilizar uma forrageira para alimentação de herbívoros, todas elas aplicáveis ao capim de Rhodes, sendo importante particularmente para a fenação.

Produz feno de boa qualidade se cortado no momento em que começa a florescer ou um pouco antes. Na Austrália, tem-se produzido silagem de boa qualidade, mas pode ser utilizado também para pastoreio, sendo este pela primeira vez antes do florescimento; pode ser usado como reserva de alimento na forma de pasto diferido (Skerman & Riveros, 1992).

Ainda, por ser uma espécie de fácil e rápido estabelecimento a partir de sementes, cobrindo rapidamente o terreno, e de ter boa aceitação pelos animais, aliada à

sua boa resistência ao pisoteio e pastoreio, tem sido muito utilizada na rotação de culturas. É considerada uma das melhores espécies para essa finalidade, pois é uma forrageira de fácil erradicação, não se constituindo numa planta invasora, apesar de suas características de pioneirismo. No Rio Grande do Sul, a consorciação de capim de Rhodes com arroz irrigado obteve bons resultados, permitindo aumento de 16% no peso vivo dos animais e 63% a mais no rendimento por hectare (Maraschin, 1995).

Sarwatt et al. (1993) realizaram estudos com *Chloris gayana* utilizado na forma de silagem e verificaram que o capim de Rhodes proporciona silagem de boa qualidade, preparada com ou sem aditivos (uréia ou melaço). O consumo voluntário por carneiros foi significativamente maior para as silagens tratadas com aditivos.

O capim de Rhodes ainda pode ser utilizado em pastejo direto, como mostram os trabalhos de Pereira et al. (1993). Em 37 ha, semeados com *Chloris gayana* e recebendo 100 kg N ha⁻¹, foram introduzidas 120 vacas leiteiras de terceira e quarta lactação, de 1989 a 1991.

Sun & Liddle (1993) realizaram um estudo em casa de vegetação, simulando o pisoteio, com várias espécies. Os resultados mostraram que o efeito na redução da produtividade é resultante do dano físico direto, com desprendimento de partes da planta e mudanças fisiológicas que diminuem os níveis de crescimento vegetativo.

Para que o pasto de capim de Rhodes se consolide e não entre em estado de degradação, é necessário que seja pastejado com moderação, deixando uma certa reserva para a planta se recuperar da perda de material fotossinteticamente ativo e do pisoteio e poder apresentar uma rebrota satisfatória (Hernández et al., 1994).

Cortes no estágio de pré-florescimento e a 10 cm de altura são mais benéficos para a planta, obtendo-se assim uma rebrota mais vigorosa, auxiliando na persistência da pastagem, principalmente quando o corte é feito a partir do final do verão, período no qual se observa uma rebrota bastante reduzida. Isso significa que a altura e o intervalo entre cortes dependem da época do ano, para não haver prejuízo para a planta, mantendo-se uma quantidade de tecido fotossinteticamente ativo e uma boa quantidade de glicídios de reserva necessários à rebrota (Maraschin, 1995).

A produção de sementes é abundante pelo capim de Rhodes, sendo que cortes mais frequentes podem prejudicar o aparecimento de inflorescências (Dwivedi et al., 1999). Já Skerman e Riveros (1992) recomendam que o manejo de cortes do capim de Rhodes seja feito no estágio pré ou no início do florescimento, ao redor de 35 dias, pois produz inflorescências precocemente. Segundo Rodrigues (1986) e Herrera (1979), a produção de inflorescências aumenta o conteúdo de hastes, sendo estas de valor nutritivo inferior ao das folhas.

O capim de Rhodes apresenta-se como uma gramínea que aceita muito bem algumas variedades para consorciação. Esta é recomendada com a soja perene e o siratro (Mitidieri, 1992). Além dessas duas espécies, pode-se consorciá-lo com *Desmodium* e alfafa, e o plantio nas entrelinhas do milho também pode ser efetuado, para baratear os custos de formação (Pupo, 1991).

Já Skerman & Riveros (1992) ampliam o horizonte de consorciação do capim de Rhodes com *Stylosanthes guianensis*, *Medicago sativa* e *Trifolium semipilosum*. Para Maraschin (1995), o capim de Rhodes oferece condições para o cultivo em consorciação com as leguminosas tropicais, por exemplo, siratro, soja perene, *Desmodium intortum* e *Lotononis bainesii*. Essas associações podem proporcionar maior produção de forragem, com menor participação de plantas invasoras em cortes a 13 cm do solo e com intervalo de seis semanas. Porém, a consorciação com *D. intortum* responde melhor em cortes com frequência de três semanas e 5 cm de altura.

Larbi et al. (1995) compararam a produção de matéria seca de *Chloris gayana* consorciada com dezesseis diferentes tipos de leguminosas. Os resultados obtidos demonstraram que o *Aeschynomene falcata* ILCA 12144 e o *Stylosanthes guianensis* são as leguminosas mais indicadas para fazer a consorciação com o capim de Rhodes. Este apresentou produtividade de 2.000 kg ha⁻¹ nos dois anos seguintes à implantação, e conteúdo de leguminosa de 20 e 30% para o primeiro e segundo anos, respectivamente.

A consorciação de capim de Rhodes com capim Pangola (*Digitaria decumbens*) obteve sucesso nos trabalhos de Garcia et al. (1995), em que em uma pastagem de capim Pangola, cortado rente ao chão e semeado em seguida com 3,5 kg de semente de *Chloris gayana* por hectare, sem a aplicação de qualquer fertilizante, apresentou aumento na

produção de leite na pastagem consorciada (12,2 versus 11,7 litros por vaca). Ainda, a consorciação fez com que a porcentagem de folhas na produção de matéria seca, durante o ano, se mantivesse estável, enquanto, para as forrageiras sozinhas, houve diminuição na porcentagem de folhas na estação seca, em comparação com a estação chuvosa.

2.6 Composição morfológica

A composição morfológica apresentada por um sistema de produção de forragem (pasto ou campo de feno) é importante, porque o seu comportamento é função direta do manejo, ou seja, a variação da produção de folhas (parte mais nobre da forragem), de hastes (que possuem menor digestibilidade e interesse nutricional) e de material morto é ditada pelo manejo adotado. Segundo Korte & Harris (1987), pastos mantidos sob regime de desfolha mais intenso apresentam, sabidamente, maior proporção de material vivo.

O pastejo direto, o intervalo entre pastejos, de descanso do pasto, e o intervalo de cortes para a conservação de forragem têm grande influência na composição morfológica do pasto. Dessa forma, pastos mais baixos tendem a apresentar maior porcentagem de folhas que pastos mais altos (Carnevalli, 1999).

Carnevalli & Da Silva (1999), encontraram valores que variam de 13,7 a 36,9%, 22,1 a 56,2% e 40 a 70% de folhas, hastes e material morto, respectivamente, para o capim Coastcross, com quatro alturas de pastejo diferentes. Já para Clapp Jr. et al. (1965), os valores de folhas variam de 13 a 18,8%.

O monitoramento da altura é útil no sentido de gerar uma variável que pode indicar a produção de matéria seca, minimizando a necessidade de amostragens destrutivas (Fagundes, 1999; Carnevalli, 1999). Auxilia também como um parâmetro para se avaliar a maturidade da planta (Muia et al., 1999) e no controle do pasto, visando evitar que este entre em estado de degradação. Os cortes a 10 cm geralmente são recomendados para o capim de Rhodes, sendo esta altura mais benéfica à planta, proporcionando boa rebrota (Maraschin, 1995).

Segundo diversos autores (Corsi, 1986; Castro, 1997; Vieira, 1998; Vendramini, 1999), as gramíneas apresentam crescimento lento na fase inicial da rebrota, ou seja, logo após o corte as plantas começam a crescer lentamente e, a partir de certa idade, o crescimento ganha rapidez. Segundo Corsi (1986), esse crescimento inicial mais lento pode ser reduzido se forem aplicadas técnicas de fornecimento de água e nutrientes, aliadas ao fotoperíodo e à temperatura.

As gramíneas apresentam um aumento crescente da altura, com o avanço da maturidade da planta, apresentando-se mais altas se forem utilizados maiores intervalos entre cortes e/ou cortes mais altos (Dwivedi et al., 1999; Fulkerson et al., 1999; Muia et al., 1999).

O estudo da relação entre lâminas e hastes é visto como um parâmetro importante na avaliação da qualidade das forrageiras, sendo que o consumo voluntário de forragem está diretamente relacionado com a porcentagem de folhas de uma pastagem (Rodrigues, 1986), em que as folhas possuem valor nutritivo superior às hastes (Herrera, 1979).

A relação folha : haste é bastante modificada com o avanço da idade (Vieira et al., 1980). Brown & Blaser (1968) verificaram que, quando as condições são favoráveis, há tendência de diminuição da relação folha : colmo e alongamento da bainha e internódios, que são mais fibrosos e menos ricos em proteína que as folhas.

Hernández et al. (1998) observaram que a porcentagem de folhas diminui com o avançar da maturidade, e a participação de hastes e material morto aumenta, tanto no período chuvoso como no de menor precipitação. No mesmo trabalho, verifica-se que o aumento das hastes é maior que o de material morto.

Cowan et al. (1995a) verificaram que, durante o outono, as pastagens de capim de Rhodes apresentam menor porcentagem de folhas e, conseqüentemente, maior proporção de hastes, e que esse fato está também relacionado com a aplicação de nitrogênio, sendo que o manejo pode auxiliar na melhor utilização da pastagem.

2.7 Produção e Adubação

A produção de matéria seca do capim de Rhodes é variável, dependendo do tipo e manejo do solo, ambiente local, manejo do capim, adubação na implantação e manutenção. Estima-se em 15 toneladas de matéria seca em quatro a cinco cortes, com uma adubação de $300 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (Mitidieri, 1992). O rendimento citado por Pupo (1991) chega a 60 a 70 toneladas de massa verde, em três a quatro cortes, mas pode chegar a 100 toneladas se fertilizado adequadamente. Silva & de Faria (1995) obtiveram produção de 12 toneladas de matéria seca de capim de Rhodes na região semi-árida de Pernambuco, com precipitação anual média de 400 mm. Nesse trabalho, o capim de Rhodes foi o que obteve maior produtividade, comparado com o capim Buffel e o capim Corrente.

O aumento de produtividade com o aumento do intervalo entre cortes é válido para várias gramíneas, a exemplo dos gêneros *Cynodon* e *Paspalum* (Domingues, 1993; Castro, 1997; Vieira, 1998; Vendramini, 1999), que têm sua produção aumentada em idades mais avançadas. Segundo Maraschin (1995), as produções de matéria seca do capim de Rhodes aumentam com cortes a seis semanas de intervalo, quando comparados com rebrotas de três semanas de idade.

A produtividade pode ser aumentada gradativamente, pois responde muito bem à adubação de modo geral, mas pouco à adubação potássica. Apresenta resposta maior ao fósforo e maior ainda ao nitrogênio (Skerman & Riveros, 1992).

Prakash et al. (1994) obtiveram produtividade de 13 até $53 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de MS com doses crescentes de N (0 até 840 kg ha^{-1}), mas não foi observada resposta significativa à aplicação de P e K. Maraschin (1995) cita uma produtividade de matéria seca, de alguns acessos de *Chloris gayana* tolerantes ao frio, de $1,10 \text{ t ha}^{-1}$ na primavera, $2,32 \text{ t ha}^{-1}$ no verão, $0,57 \text{ t ha}^{-1}$ no outono, com um total de $4,1 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, em média.

Corsi (1982) obteve uma produtividade de matéria seca variando de 2 t ha^{-1} (com três semanas de idade) a $5,3 \text{ t ha}^{-1}$ (com seis semanas de idade) e observou que a

produção de matéria seca aumentou significativamente e linearmente com a maturidade, até sete semanas de crescimento. Concluiu ainda que o capim de Rhodes, até a idade de sete semanas, é capaz de atender às exigências nutricionais de animais adultos, quando convenientemente adubado, mas o melhor estágio de maturidade situa-se entre quatro e cinco semanas, considerando-se o valor nutritivo e uma produção satisfatória de matéria seca.

Silva & de Faria (1995) conduziram experimentos comparando a produtividade de forrageiras (*Chloris gayana* cv. Massaba, *Cenchrus ciliaris* cv. Biloela e Molopo, *Urochloa mosambicensis*, *Macroptilium* sp. *Indigofera* sp. *Macroptilium martii*, *Clitoria ternatea* e *Rhuncosia* sp.) durante todas as estações do ano. Os resultados mostraram que o capim de Rhodes foi o que apresentou maior produtividade entre todos os gêneros testados, com 12 toneladas de matéria seca $\text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$. Michalk & Zhi-Kai (1994) obtiveram produções do capim de Rhodes de 1.200, 1.320, 2.690 e 1.720 kg MS ha^{-1} sem aplicação de calcário, e de 2.380, 5.530, 3.080 e 5.170 kg MS ha^{-1} com aplicação de calcário para os cultivares comum, Callide, Katambora e Samford, respectivamente.

Jones et al. (1995b) realizaram estudos em pastagem de capim de Rhodes consorciada com Green Panic (*Panicum maximum* var. trichoglume cv. Petrie) de 1973 a 1993, utilizando cinco taxas de lotação crescentes (de 1,0 até 2,2 cabeças/ha), aplicação de 187 kg/ha/ano de superfosfato ou não e aplicação de 100 kg de N/ha/ano. A partir de 1985, não foi mais aplicado qualquer fertilizante, começando então o período de coleta de dados. Estes demonstraram que não houve resposta à adubação com superfosfato, mas sim à adubação com N, e quanto maior a taxa de lotação, maior foi a degradação da pastagem, que não recebeu qualquer tipo de fertilizante antes de 1985. No período de aplicação de nitrogênio, havia uma predominância do Green Panic sobre o Rhodes, mas estes mantiveram-se estáveis durante todo o período, provando que a associação das duas forrageiras, devidamente adubadas com nitrogênio e com lotação adequada, pode durar vinte anos ou mais.

A produtividade do capim de Rhodes cv. Tuc La Oriental foi semelhante à de Green Panic; já a produtividade do capim de Rhodes comum foi inferior à dessas duas

gramíneas, mas o cultivar Tuc Oriental apresentou maior produção de MS no período frio e seco (Guzmán et al., 1994).

2.8 Valor Nutritivo

O capim de Rhodes é uma excelente fonte de alimento, e de boa qualidade, desde que se obedeça à exigência nutricional da planta, com adubação adequada; caso contrário, perde o valor nutritivo rapidamente, principalmente após o florescimento. Skerman & Riveros (1992), citam que o valor nutritivo da forragem pode variar de 40 a 130 g kg⁻¹ de proteína bruta, de 300 a 400 g kg⁻¹ de fibra bruta, de 8,0 a 15,0 g kg⁻¹ de extrato etéreo, e de 420 a 480 g kg⁻¹ de extrato não-nitrogenado.

Em estudos realizados na Austrália, o capim de Rhodes apresentou boa palatabilidade quando a planta é jovem, porém, após o florescimento, a palatabilidade diminuiu, o teor de proteína bruta variou de 63 (sem adubação) a 98 g kg⁻¹ (com adubação) e a digestibilidade ficou em torno de 400 a 600 g kg⁻¹ (Skerman & Riveros, 1992).

Haffar & Alhadrami (1997), trabalhando com o capim de Rhodes cv. Pioneer e Alimba, nos Emirados Árabes, observaram que a primeira apresenta teor maior de proteína bruta no inverno, ao passo que este foram maiores para o cultivar Alimba no verão. Verificaram também que o cultivar Pioneer apresenta teores de FDA e FDN maiores do que o cultivar Alimba. Esta apresentou maiores teores de celulose do que o cultivar Pioneer somente no verão. Já para a lignina, o cultivar Alimba apresentou teores menos elevados que a cv. Pioneer tanto no verão como no inverno.

Os teores de proteína bruta (PB), celulose (C), matéria seca digestível (MSD) e matéria orgânica digestível (MOD), expressos em g kg⁻¹, obtidos do capim de Rhodes, foram decrescendo com a maturidade, sendo observados os seguintes valores: PB – 111,0, 50,0, 50,0; C – 318,0, 355,0, 355,0; MSD – 600,0, 534,0, 460,0; MOD – 593,0, 551,0, 454,0, respectivamente para 45, 90 e 135 dias (Moura, 1980). Decréscimos dos teores de proteína bruta em função da maturidade também foram

observados em gramíneas dos gêneros *Paspalum* (Domingues, 1993; Vendramini, 1999) e *Cynodon* (Palhano & Haddad, 1992; Castro, 1997; Vieira, 1998).

Mitidieri (1992) cita que o capim de Rhodes apresenta, em média, 79 g kg^{-1} de proteína bruta na matéria seca. Já Hernández et al. (1998) encontraram valores de proteína bruta nos estratos superiores da pastagem de capim de Rhodes mais elevados que nos estratos inferiores e a PB diminui com o avançar da maturidade. O mesmo aconteceu com a digestibilidade da matéria orgânica.

Mbwile e Uden (1997) estudaram os efeitos da idade e da estação do ano no crescimento e no valor nutritivo de capim de Rhodes. Utilizando um período experimental de 140 dias, de dezembro a abril, verificaram que, com o aumento da idade de corte, alteram-se os teores de lignina, FDN, PB, celulose/hemicelulose e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO). Os teores de FDN aumentaram de 640 para 700 g kg^{-1} entre quatro e dez semanas de idade, respectivamente. No mesmo período, o teor de PB e DIVMO diminuiu de 170 para 90 g kg^{-1} , e de 810 para 680 g kg^{-1} , respectivamente. A temperatura máxima (ao redor de 24°C) foi associada negativamente com o teor de proteína bruta e positivamente com o teor de FDN.

Aumentos nos teores de FDN e FDA como consequência da maturidade foram encontrados para *Cynodon* (Castro, 1997; Vieira, 1998) e *Paspalum* (Domingues, 1993). Contrariamente, Vendramini (1999) não encontrou diferença entre os teores de FDN, FDA e lignina no capim Tifton 9 em diversas idades de corte.

A digestibilidade em gramíneas está diretamente relacionada com a idade de corte, ou seja, ao avançar da maturidade, a digestibilidade e a PB diminuem, seguindo uma tendência de aumento dos teores de fibra (Palhano e Haddad, 1992; Domingues, 1993; Castro, 1997; Vieira, 1998). A digestibilidade *in vitro* da matéria seca do capim de Rhodes decresce linearmente a cada semana de crescimento, sendo bastante elevada para a forragem colhida com duas e três semanas (762 e 863 g kg^{-1} , respectivamente); já para a forragem colhida com sete semanas, a digestibilidade foi de 608 g kg^{-1} (Corsi, 1982).

Reid et al. (1973) verificaram que a digestibilidade da matéria seca do capim de Rhodes foi semelhante à da *B. decumbens*, ao redor de 362 g kg^{-1} , com dezesseis semanas de crescimento. Laredo & Minson (1973), encontraram digestibilidade de folhas e colmos de 562 e 555 g kg^{-1} , respectivamente. Silva & de Faria (1995) obtiveram DIVMS do capim de Rhodes de $542,5 \text{ g kg}^{-1}$, sendo esta a gramínea que se destacou quanto à digestibilidade em seus estudos.

Shimojo et al. (1995) estudaram o capim de Rhodes aos 25, 41 e 74 dias de idade e encontraram que 30, 47 e 55% da matéria seca produzida era indigestível.

2.9 Minerais no capim de Rhodes

As plantas não têm grande capacidade de seleção dos elementos e, portanto, absorvem os essenciais, os benéficos, e também os que podem trazer-lhes a morte. “Todos os elementos essenciais são encontrados dentro da planta, mas nem todos os elementos encontrados na planta são essenciais” (Malavolta et al., 1997). Os mesmos autores citam que os macroelementos essenciais são N, P, K, Ca, Mg e S, e os microelementos essenciais são B, Cl, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Se, Si e Zn.

Os teores de minerais dentro das plantas geralmente seguem um padrão, aumentando, diminuindo ou mantendo-se constantes em diferentes estádios de desenvolvimento (Fleming, 1973; Malavolta et al., 1986), mas geralmente há um decréscimo nas concentrações de N, P e K (Gomide, 1978), assim como de S, porém o cálcio pode manter-se constante (Little, 1982). Minson (1990) propõe que, além do Ca, o Mg, Zn e Mn também podem não reduzir, mas o P e Cu reduzem. Para Norton (1982), apesar de não haver um padrão consistente em espécies tropicais, a concentração de Ca geralmente decresce.

Além da idade fisiológica, podem afetar os seus teores de minerais a parte da planta considerada e também o adequado suprimento de minerais ao sistema. Para Cohen (1973), dentre todos os fatores que afetam a composição mineral das gramíneas, a maturidade é considerada como o fator que tem maior importância, fato este

demonstrado em seus estudos, em que encontrou variações significativas nos teores de minerais de gramíneas coletadas durante o ano todo. Contradizendo essa afirmação, Gomide (1976) considera as diferenças individuais da espécie e a disponibilidade do elemento no solo como os principais fatores que afetam a composição mineral.

Outros fatores que podem influenciar os teores de minerais nas gramíneas são: as características do solo, clima, espécie, estágio de maturidade, velocidade de crescimento, produção de matéria seca, manejo da pastagem, adubações e calagem, interações entre os nutrientes, partes da planta, relação folha : haste, época do ano e clima (Underwood, 1971; Fleming, 1973; Corsi & Silva, 1985; McDowell, 1985).

Sendo assim, o estudo da composição mineral em gramíneas é importante para se estabelecer programas de adubação e manejo adequados a cada situação, além de se estabelecer níveis críticos exigidos pelas plantas (Crowder & Chheda, 1982; Corsi & Silva, 1985); auxiliar no diagnóstico de deficiências minerais em animais, através do estudo destes nas forrageiras, uma vez que o vegetal é a fonte primária de minerais para os herbívoros (Tokarnia & Döbereiner, 1978; Malavolta et al., 1986) e, dessa forma, auxiliar na suplementação mineral para animais, otimizando sua produtividade (Crowder & Chheda, 1982), uma vez que o consumo de suplementos é afetado pela composição mineral das forragens (Haddad & Platzeck, 1985), e verificar se o solo, através do fornecimento de nutrientes, impõe limitações ao crescimento da forrageira (Malavolta et al., 1986).

Os microelementos, como o próprio nome diz, são elementos químicos que participam da nutrição de plantas e fazem parte de reações bioquímicas, essenciais à sobrevivência dos vegetais, porém em menor escala que os macroelementos. Além de se apresentarem em concentrações muito baixas na maioria dos solos brasileiros, são particularmente reduzidos em solos de cerrado. A utilização contínua de calcário, e em doses crescentes, agrava o quadro de deficiência em microelementos nos solos brasileiros (Van Raij, 1991).

Jones et al. (1995a) estudaram onze cultivares de capim de Rhodes, quanto aos teores de macro e microminerais, e encontraram, além de diferenças entre gêneros e espécies, grandes diferenças quanto às concentrações de minerais entre cultivares, mas a

produção de cada cultivar também influencia a sua composição mineral. Essas diferenças, segundo os mesmos autores, se devem ao fato de alguns cultivares serem diplóides ($2n=20$: cv. Pioneer, Katambora, Nemkat, Finecut, Topcut e Capital) e outros, tetraplóides ($2n=40$: cv. Callide, Boma, Elmiba e Samford).

De todos os nutrientes, o nitrogênio é o que tem maior impacto no crescimento das plantas, podendo ser fixado e suprido por bactérias simbiontes, em situações em que se tem leguminosas, ou por aplicação de fertilizantes e mineralização de matéria orgânica, em que se tem somente gramíneas. Altas doses de fertilizantes nitrogenados têm sido usadas para aumentar a produção e intensificar o manejo da pastagem (Nelson & Moser, 1994).

O nitrogênio, sendo um dos elementos mais importantes na planta, faz parte dos aminoácidos e proteínas, amidas, proteínas, bases nitrogenadas e ácidos nucleicos, nucleotídeos, enzimas e coenzimas, pois elas são proteínas sintetizadas por células vivas com a função de acelerar reações químicas termodinamicamente possíveis (Gutierrez, 1997), glico e lipoproteínas, pigmentos e produtos secundários (Taiz & Zeiger, 1991; Lehninger, 1993; Malavolta et al., 1997).

A recuperação do nitrogênio fornecido por fertilizantes pelo capim de Rhodes é bastante elevada, sendo de 70 e 75% para níveis de adubação de 448 e 224 kg de N ha⁻¹ (Henzell et al., 1970). Vallis et al. (1973) comprovaram que o capim de Rhodes é muito eficiente na recuperação de N, atingindo valores ao redor de 80%.

Corsi (1982) trabalhou com o capim de Rhodes, avaliando seus teores de N, P e K em diferentes estádios de maturidade e época do ano, e encontrou que o teor de nitrogênio na planta foi alterado pela maturidade, expressa em semanas, decrescendo com a idade da planta. O mesmo não aconteceu com os teores de fósforo e de potássio que, ao contrário do nitrogênio, aumentaram linearmente com a maturidade da planta (Corsi, 1982).

O fósforo é, juntamente com o N, o elemento mais prontamente redistribuído na planta. Sendo assim, pode ser transportado para regiões de maior demanda por substâncias, as quais contêm P na sua composição, tais como AMP, ADP e ATP, além

de participar de diversos processos bioquímicos (Taiz & Zeiger, 1991; Malavolta et al., 1997).

O potássio é importante em processos osmóticos, compostos bioquímicos, na ativação de muitas reações metabólicas, síntese de proteínas e manutenção de sua estabilidade, na abertura e fechamento dos estômatos, na permeabilidade da membrana, na fotossíntese, no transporte de carboidratos e outros produtos, na respiração, nas sínteses e na fixação simbiótica do nitrogênio (Malavolta et al., 1997). É requerido como co-fator para mais de quarenta enzimas e está diretamente relacionado com movimentos estomatais e manutenção da eletroneutralidade das células (Taiz & Zeiger, 1991).

Andrews & Robins (1971) estudaram o efeito do P no crescimento, na composição química e nos teores críticos desse elemento em nove gramíneas tropicais. Observaram que o nível crítico de P na matéria seca do capim de Rhodes variou de 0,23% para crescimento inicial até 0,21% para rebrota.

Os teores de macrominerais foram maiores nas folhas do capim de Rhodes do que nas hastes, com exceção do K, que apresentou teores mais elevados nas hastes (Cowan et al., 1995a), em todas as estações do ano. Os mesmos autores verificaram que aplicações crescentes de fertilizante nitrogenado reduziram os teores de P, K, Mg e S; já os teores de Ca foram elevados em função da aplicação de N.

O cálcio tem muitos efeitos no crescimento e desenvolvimento das plantas, na estrutura e no funcionamento das membranas, nas senescência, na fotossíntese e em outros processos, como divisão celular, movimentos citoplasmáticos e aumento do volume celular. Juntamente com o magnésio, é componente da pectina na parede celular e tem papel importante na função e integridade estrutural da membrana celular (Taiz & Zeiger, 1991; Mohr & Schopfer, 1995; Malavolta et al., 1997).

O papel mais importante e conhecido do Mg na planta é a sua presença na clorofila, onde ocupa o centro de uma estrutura planar formada por um anel tetrapirrólico. Cerca de 10% do Mg total da folha está na clorofila (Malavolta et al., 1997).

O enxofre é componente da cisteína, cistina e metionina e, conseqüentemente, das proteínas que as contêm (Malavolta et al., 1997). Faz parte ainda do ácido lipólico,

coenzima A, tiamina pirofosfato, glutathiona, biotina adenosina-5P e 3-fosfoadenosina (Taiz & Zeiger, 1991).

Os teores de macrominerais encontrados por Jones et al. (1995a) aos 31 dias de rebrota do capim de Rhodes foram de 14,9 a 17,1 para o N; 2,4 a 2,5 para o P; 2,3 a 2,6 para o S; 10 a 13,2 para o Ca; 9,5 a 17,1 para o K; 3,4 a 9,8 para o Na; 1,3 a 2,8 para o Mg, expressos em g kg^{-1} .

As deficiências de microelementos ainda não são muito claras, não pelo fato de serem realmente uma deficiência, mas sim uma “carência marginal” ou “fome oculta”, em que a pouca disponibilidade de determinado elemento não causa ou produz sintomas visíveis, mas sim redução na produção, o que às vezes é difícil de ser detectado (Van Raij, 1991).

O boro é um não-metal, caracterizado pelo seu comportamento aniônico. É bastante móvel no solo, tendo mobilidade menor somente que a do cloro, podendo ser facilmente lixiviado (Van Raij, 1991), porém dentro da planta é muito pouco móvel. Considera-se a matéria orgânica como a mais importante fonte de B, existindo uma relação positiva entre o boro disponível e o teor de matéria orgânica no solo (Malavolta, 1980).

O boro apresenta uma característica de essencialidade, juntamente com o zinco, por serem esses os microelementos mais deficientes, comumente, em solos brasileiros. Uma das principais funções do B é a sua atuação em componentes específicos da membrana celular, aumentando a capacidade da raiz de absorver P, Cl e K; aumenta a atividade da ATPase; atua na formação e divisão da parede celular, na quantidade de RNA, no tamanho das células (hipertrofia celular); auxilia no transporte de carboidratos. Sua deficiência causa acúmulo de compostos fenólicos, provocando diminuição na sua digestibilidade (Malavolta, 1980).

O cobre participa no transporte de elétrons, na síntese de proteínas, no metabolismo de carboidratos, na fixação simbiótica do nitrogênio e em diversas enzimas que participam de reações bioquímicas do metabolismo vegetal (Malavolta, 1980).

Os teores de Cu encontrados por Jones et al. (1995a) no capim de Rhodes aos 31 dias de idade foram de 5,4 a 6,8 mg kg^{-1} .

O ferro é, conhecidamente, o elemento mais freqüente na crosta terrestre. Dentre suas funções, destacam-se sua participação na síntese de proteínas (proteína ribossômica), sendo que sua carência determina uma diminuição no teor de RNA e síntese protéica. Participa também em reações de síntese da clorofila (Malavolta, 1980). Jones et al. (1995a) encontraram de 65 a 78 mg Fe kg⁻¹ no capim de Rhodes aos 31 dias de idade.

O manganês tem funções parecidas com as do magnésio, fazendo pontes entre o ATP e as enzimas transferidoras de grupos (fosfoquinases e fosfotransferases); ativa as descarboxilases, desidrogenases, polimerase do RNA; atua como doador de elétrons para a clorofila ativada; participa na sua síntese, na formação, multiplicação e funcionamento dos cloroplastos; faz parte também de diversas reações bioquímicas e enzimas envolvidas no metabolismo vegetal (Malavolta, 1980). Os teores de Mn encontrados por Jones et al. (1995a) no capim de Rhodes, aos 31 dias, foram de 80 a 102 mg kg⁻¹.

O zinco apresenta funções consideradas nobres, sendo essencial para a síntese do triptofano. É precursor do ácido indolil acético (AIA), um dos responsáveis pelo aumento no volume celular. Sua deficiência causa dificuldade de divisão celular, pelo fato de diminuir a síntese de proteína, uma consequência da redução do nível de RNA na célula (Malavolta, 1980). Os teores de Zn encontrados por Jones et al. (1995a) no capim de Rhodes, aos 31 dias, foram de 12,4 a 16,6 mg kg⁻¹.

2.10 Toxidez

Quanto à toxidade, há registros na Índia de teores de ácido oxálico (4,4 g kg⁻¹) em capim de Rhodes, mas nenhum caso de intoxicação foi registrado (Skerman & Riveros, 1992). Não há citações na literatura sobre a presença de ácido cianídrico (HCN) nessa gramínea.

Glucosinolatos, glucosídeos cardíacos, cianogênicos, calciongênicos, carcinogênicos e alguns glucosídeos específicos são frequentemente encontrados em algumas forrageiras. Os mais comuns em gramíneas são os glucosídeos cianogênicos,

que estão presentes em mais ou menos 3.000 espécies de plantas de 110 famílias. O HCN tem sido identificado em somente 300 dessas espécies, tais como: *Sorghum sp.* (sorgo), *Lotus sp.* (trevo branco), *Vicia sp.*, *Prunus virginiana*, *Pteridium aquilinum* (samambaia), *Triglochin sp.* (Nelson & Moser, 1994) e *Cynodon nlemfuensis* (Castro, 1997; Vieira, 1998).

O HCN existe como um componente natural em muitas plantas e pode ser tóxico a animais em pastejo. Nas plantas, o cianeto só é encontrado na forma combinada, geralmente com um glicosídeo, sendo que, nas gramíneas, esse composto é conhecido como “Dhurrin”. O composto cianogênico pode ser acumulado em alguns tecidos sadios da planta em altas concentrações. Quando o tecido é esmagado ou ingerido pelo animal, ocorre hidrólise enzimática do composto, produzindo o HCN (Tapper & Reay, 1973).

Os animais ruminantes são considerados muito suscetíveis ao envenenamento por HCN, pois a microflora ruminal é capaz de liberar as substâncias glicosídicas (Barnes & Gustine, 1973). Os glicosídeos cianogênicos são hidrolisados a HCN livre; na corrente sanguínea provocam paralisia respiratória celular (Hegarty, 1982). Segundo Harris & Shearer (1994), os níveis de HCN nas forragens verdes com risco de intoxicação mediante pastejo são de 100 a 150 mg kg⁻¹. Níveis inferiores a 100 mg kg⁻¹ são considerados adequados à saúde animal, e superiores a 200 mg kg⁻¹, letais para os ruminantes.

Quando o tecido vegetal é mecanicamente rompido, como na mastigação, ocorre a quebra do glucosídeo cianogênico, liberando HCN e aldeído ou cetona. O HCN é rapidamente absorvido pelo sistema digestivo do ruminante, inibindo a citocromo oxidase, enzima importante na cadeia transportadora de elétrons. Os glucosídeos cianogênicos aparecem em maiores concentrações em folhas mais novas, no caso do sorgo. A relação haste : folha, o tamanho e a idade da planta afetam o teor de HCN (Nelson & Moser, 1994). Castro (1997) encontrou doses elevadas de HCN em *Cynodon nlemfuensis* cv. Florico até quatro semanas de idade (Florida Cooperative Extension Service, 1995). Segundo Wheeler (1994), o potencial cianogênico de sorgo diminui com o avançar da idade da planta, concomitantemente com o seu valor nutricional.

Práticas agronômicas, como pesada adubação nitrogenada, e condições climáticas, como estiagem, aumentam significativamente a concentração de HCN. O estágio fisiológico da planta também é importante, com maiores concentrações na fase inicial de crescimento (Mislevy et al., 1989a). Para Mislevy & Pate (1996), o conteúdo de HCN pode ser mantido em níveis normais (aceitáveis sem risco de intoxicação) com a adoção de práticas culturais como limitação na fertilização nitrogenada, pastejo mais tardio, em torno de duas a três semanas após a fertilização nitrogenada e não colocar animais excessivamente famintos em pastagens com alta fertilização nitrogenada e suculentas, especialmente se o gado não estiver acostumado com a pastagem.

2.11 Minerais para os animais

Segundo o National Research Council (NRC, 1988 e 1996), os bovinos necessitam de dezessete minerais essenciais: macrominerais – Ca, Mg, P, K, Na, Cl e S; microminerais – Cr, Co, Cu, I, Fe, Mn, Mo, Ni, Se e Zn. Os bovinos leiteiros têm exigência dos mesmos elementos minerais, com exceção do Cr e do Ni. As diferentes espécies de animais apresentam necessidades diferentes em quantidade e em determinados minerais, sendo ainda importante ressaltar que o nível de exigência é influenciado por diversos fatores, como a idade, peso, tipo, estado fisiológico, estágio de produção, raça do animal e biodisponibilidade do mineral na dieta.

Em função disso, as recomendações de minerais na dieta de bovinos leiteiros, de corte e eqüinos, baseadas nas projeções de suas exigências, são apresentadas nas Tabelas 1, 2 e 3.

A falta ou concentração baixa de um ou mais elementos minerais na dieta dos animais, pode levar a uma alteração no consumo voluntário, geralmente queda, o que normalmente resulta em prejuízo para o animal (crescimento e/ou produção) e também para o proprietário, pois os animais não produzem a contento. No caso de bezerras, a falta de Ca pode ser um sério problema; já para animais adultos, a preocupação maior deve ser com K, Cu, Mn e Zn. Além disso, a deficiência de alguns minerais ainda pode

afetar a digestibilidade do alimento, como é o caso do Mg que, em falta, causa queda na digestibilidade da celulose (Forbes, 1995).

Alguns autores atribuem essa queda da digestibilidade dos alimentos fibrosos ao fato de a falta de minerais afetar a população microbiana. Dessa forma, as interações entre minerais e as exigências microbianas devem ser rigorosamente consideradas (Van Soest, 1994). O S é essencial para a produção de proteína microbiana (Minson, 1982); o N da forragem é importante porque uma concentração menor que 11 g kg⁻¹ limita o consumo, isso porque é um elemento importante para o metabolismo dos microorganismos ruminais, que necessitam de no mínimo 60 a 80 g kg⁻¹ na dieta (Humphreys, 1991).

Tabela 1. Concentração de minerais na matéria seca recomendada para algumas categorias de bovinos leiteiros.

Mineral	Concentração na dieta						
	Novilha em crescimento ¹	Vaca prenhe seca	Vaca no início de lactação	Vaca em lactação ²			Máxima tolerada
				Produção diária (kg)			
				10	20	30	
Ca (g kg ⁻¹)	4,1 a 5,2	3,9	7,7	4,3	5,1	5,8	20
P (g kg ⁻¹)	3,0	2,4	4,8	2,8	3,3	3,7	10
Mg (g kg ⁻¹)	1,6	1,6	2,5	2,0	2,0	2,0	5
K (g kg ⁻¹)	6,5	6,5	10	9,0	9,0	9,0	30
S (g kg ⁻¹)	1,6	1,6	2,5	2,0	2,0	2,0	4
Cu (mg kg ⁻¹)	10	10	10	10	10	10	100
Fe (mg kg ⁻¹)	50	50	50	50	50	50	1.000
Mn (mg kg ⁻¹)	40	40	40	40	40	40	1.000
Zn (mg kg ⁻¹)	40	40	40	40	40	40	1.000

Fonte: Adaptado de NRC (1988).

¹ de 3 a 12 meses de idade;

² vaca com 600 kg de peso vivo.

Tabela 2. Concentração de minerais na matéria seca recomendada para algumas categorias de bovinos de corte.

Mineral	Concentração na dieta				Máxima tolerada
	Crescimento e acabamento	Vaca			
		Final da gestação	Início da lactação (0 a 3 meses)	Final da lactação ¹	
Ca (g kg ⁻¹)	1,9 a 7,3	2,4	2,4	1,5	20
P (g kg ⁻¹)	1,2 a 3,4	1,5	1,7	1,1	10
Mg (g kg ⁻¹)	1,0	1,2	2,0	2,0	4
K (g kg ⁻¹)	6,0	6,0	7,0	7,0	30
S (g kg ⁻¹) ²	1,5	1,5	1,5	1,5	4
Cu (mg kg ⁻¹)	10	10	10	10	100
Fe (mg kg ⁻¹)	50	50	50	50	1.000
Mn (mg kg ⁻¹)	20	40	40	40	1.000
Zn (mg kg ⁻¹)	30	30	30	30	500

Fonte: Adaptado de NRC (1996).

¹ vaca com 454 kg de peso vivo produzindo 10 litros de leite;

² exigências ainda não bem definidas.

A atividade dos microorganismos ruminais não depende somente da concentração de minerais na dieta, mas também de outros fatores que interferem no seu desenvolvimento. Não deve ser considerado somente o N, uma vez que os microorganismos, mesmo precisando desse elemento para proliferarem, necessitam também de substrato fermentecível, ou seja, carboidratos. Portanto, o fornecimento de N deve ser acompanhado também de uma concentração adequada de energia para que os microorganismos possam utilizar o N juntamente com o carboidrato. Dessa forma, Durand & Komisarczuk (1988) postularam que as exigências em N dos microorganismos devem ser avaliadas em termos de energia fermentável, em vez de conteúdo total do nutriente na matéria seca da dieta. Assim, o fornecimento de S e Mg na dieta deve ser entre 2,5 a 3,1 g kg⁻¹ de matéria orgânica digestível (MOD), e 1,5 a

2,5 g kg⁻¹ de MOD, respectivamente. Segundo os mesmos autores, o fornecimento de S não deve exceder as exigências, porque o consumo de 4,5 g kg⁻¹ de MOD em dieta concentrada reduziu a solubilidade de Cu e os níveis sanguíneos de Zn.

Tabela 3. Concentração de minerais na matéria seca recomendada para algumas categorias de equinos.

Mineral	Concentração na dieta				Máxima tolerada
	Égua prenhe e em lactação	Cavalo			
		Manutenção	Crescimento	Trabalho	
Ca (g kg ⁻¹)	3,5 a 4,6	2,4	3,1 a 6,8	3,0 a 3,5	
P (g kg ⁻¹)	2,2 a 3,4	1,7	1,7 a 3,8	2,2 a 2,5	
Mg (g kg ⁻¹)	0,9 a 1,1	0,9	0,8 a 1,0	1,1 a 1,3	
K (g kg ⁻¹)	3,3 a 4,2	3,0	3,0 a 3,2	3,7 a 4,3	
S (g kg ⁻¹) ²	1,5	1,5	1,5	1,5	12,5
Cu (mg kg ⁻¹)	10	10	10	10	800
Fe (mg kg ⁻¹)	50	40	50	40	1.000
Mn (mg kg ⁻¹)	40	40	40	40	1.000
Zn (mg kg ⁻¹)	40	40	40	40	500

Fonte: Adaptado de NRC (1989).

Sendo assim, percebe-se que os minerais interagem entre si, fato importante e que deve ser lembrado quando se pensa em nutrição mineral nos animais. Essas interações entre os minerais podem ser sinérgicas ou antagônicas, interferindo na absorção e/ou metabolismo deles. A relação Ca : P determina a absorção e o metabolismo de ambos, demonstrando uma relação sinérgica entre eles. A relação Ca : P : Zn é antagônica, ou seja, a partir de certa relação entre eles, há inibição da absorção de alguns elementos por outros no trato digestivo (Georgievskii et al., 1982).

Sendo a forragem a principal fonte de nutrientes para os animais, que apresentam exigências diferentes para as diversas categorias, as forrageiras devem ter em sua composição, uma concentração de minerais e nutrientes adequada às

necessidades animais, porém isso nem sempre é conseguido com dietas baseadas exclusivamente em forragem. Alguns elementos minerais apresentam-se em concentrações superiores às exigências dos animais, como é o caso do K e do Fe; dificilmente ocorrerá deficiência desses minerais para o animal, embora possam exercer efeito negativo sobre outros minerais. Por outro lado, alguns minerais encontram-se na forragem em concentrações inferiores às exigências dos animais, ou seja, dietas somente à base de forragem provavelmente resultarão em deficiência ou “carência marginal”, como é o caso do Mg para animais em lactação, Na, Cl, I, Co e Se. Nestes casos, o mineral deverá ser fornecido ao animal na forma de suplementação direta, no concentrado (confinamento ou semiconfinamento) ou no sal mineral (Reid & Jung, 1974).

A relação Ca : P ideal encontra-se entre 1 : 1 e 2 : 1, não limitando o crescimento e a formação dos ossos. Os ruminantes podem tolerar uma ampla variação nessa relação (de 1 : 1 até 7 : 1), principalmente se o suprimento de vitamina D for elevado (Underwood, 1981; NRC, 1996). O consumo inadequado de Ca e P pode resultar em diversos problemas, como febre do leite, falha na reprodução, redução na conversão alimentar e no ganho de peso, cetose, redução na produção de leite, menor aproveitamento dos microminerais e distúrbios funcionais, como perda da tonicidade muscular (Gross & Jung, 1981; Haddad & Platzcek, 1985).

O consumo elevado de K pode ser prejudicial para os animais. Segundo Church (1993), o K está associado à ocorrência de tetania das pastagens em animais e pode contribuir para a presença de edema de úbere, uma vez que o elevado consumo de K reduz a absorção de Mg. Para o NRC (1996), o alto conteúdo de K em pastagens suculentas de primavera parece ser o principal fator associado à ocorrência de tetania das pastagens em vacas de corte. Além disso, a ocorrência de diarreia nos animais pastejando capim de rebrota é conhecida. Isso se dá pelo fato de a rebrota de capim apresentar elevada concentração de K em relação a outros cátions (Ca, Mg e Na), provocando distúrbios no equilíbrio osmótico do organismo (Haddad & Platzcek, 1985).

O Mg é normalmente encontrado em níveis satisfatórios para os animais nas forragens. Raramente os animais em pastejo necessitam de mais de 2 g Mg kg⁻¹, sendo

que a absorção de Mg depende da concentração de K e amônia no rúmen; se a concentração de ambos for muito alta, o Mg é absorvido em quantidade insuficiente, mesmo que a forragem apresente níveis suficientes desse elemento. O consumo elevado de Mg pode provocar diarreia nos animais, principalmente nos mais jovens e nas fêmeas no início da lactação (Church, 1993; Minson, 1990). Para Van Soest (1994), a ocorrência de tetania das pastagens em vacas lactantes pode estar relacionada à febre do leite, com baixa concentração de Ca sanguíneo ou cetose nervosa.

O Mg também interage com outros elementos, sendo este fato muito importante nas regiões tropicais. O momento crítico para essas interações se dá quando os teores de Mg diminuem, e os de N, K e de ácidos orgânicos aumentam, provocando a tetania das pastagens. Esta enfermidade ocorre apenas em ruminantes, em função de baixos níveis de Mg na dieta ou em função do desbalanço entre o Mg e outros minerais, o que geralmente acontece na primavera. Altas concentrações de N, ácidos graxos de cadeia longa, Ca e P também alteram a absorção e a utilização do Mg (Boin, 1985; NRC, 1996). Alimentos com altos níveis de K geralmente deprimem a concentração sérica de Mg em ruminantes e a absorção aparente do elemento, sendo este efeito maior a partir de $22,5 \text{ g kg}^{-1}$. Um efeito semelhante ocorre com o aumento de P dietético, porém o efeito do K é mais marcante (Fontenot, 1989).

A necessidade de S por parte dos animais é importante e citada por Church (1993), porém a maneira mais correta de se referir a esse elemento é a relação N : S. Este é um dos parâmetros mais importantes para se avaliar o estado nutricional das forragens. Nas plantas forrageiras, a relação N : S é relativamente constante e estabiliza-se em torno de 14 : 1 quando a forragem atinge a maturidade (Vitti & Novaes, 1986), mas, para o crescimento máximo da forragem, essa relação deve ser de 12 : 1 a 15 : 1 (Follet & Wilkinson, 1995).

Segundo Church (1993), a relação N : S ideal para bovinos é, geralmente, 15 : 1 e 10 : 1 a 12 : 1. Little (1982) recomenda N : S de 14 : 1. Para Van Soest (1994), a relação exigida pelos microorganismos ruminais é 12 : 1. Outros autores sugerem que os intervalos de relação N : S considerados ideais para ruminantes sejam 10 : 1 a 15 : 1 (Reid & Jung, 1974) e 13,5 : 1 a 15 : 1. Sendo assim, o uso de forragem como único

alimento disponível para bovinos pode levar a uma deficiência de S (Vitti & Novaes, 1986).

A concentração de Cu nas plantas geralmente é baixa. Dessa forma, o Cu é um dos minerais mais limitantes para bovinos. Essa deficiência é superada somente para o P. Outro ponto que afeta a concentração de Cu nas forragens é a interação do elemento com o Mo e o S (Fick et al., 1978). A alta concentração de Mo, S, Cd, Fe e Zn diminui a absorção de Cu pelo animal. Se a concentração de Mo for elevada em dietas de animais jovens, o resultado é mais marcante, porém animais com mais de 3 anos de idade podem apresentar baixa absorção de Cu. Os efeitos da deficiência de Cu se dão, principalmente, na reprodução (Minson, 1990).

Segundo o NRC (1996), as exigências de Cu para o gado de corte são de 10 mg kg⁻¹, se a quantidade de S e Mo for de 2,5 g, e 2 mg kg⁻¹, respectivamente.

A disponibilidade de Cu na forragem é altamente dependente da sua concentração no solo, e esta disponibilidade é afetada pela presença de íons Fe, Mn e Al, sendo que as elevadas concentrações desses últimos elementos minerais diminuem a disponibilidade de Cu para as plantas (Mattos & Colozza, 1986). Essa relação de disponibilidade de um elemento na planta e sua presença no solo vale também para o Mn e o Zn, sendo que, para estes elementos, os fatores que mais afetam a sua disponibilidade para as forragens são pH, Ca, Mg e Fe (Mattos & Colozza, 1986).

O Mn geralmente é encontrado em quantidade suficiente para os ruminantes nas forragens, sendo rara a sua deficiência em animais e o consumo exagerado de Mn pode ser tóxico, trazendo prejuízos, reduzindo o crescimento animal. O consumo voluntário e a eficiência alimentar. Concentrações de 75 a 200 mg kg⁻¹ são consideradas o limite máximo do elemento para bovinos, porém estes podem tolerar até 1.000 mg Mn kg⁻¹ (Church, 1993).

Forragens de baixa qualidade geralmente contêm reduzida concentração de Zn, inferior aos níveis recomendados pelo NRC (1988 e 1996). Para Minson (1990), a concentração ideal de Zn em dietas para bovinos está entre 16 e 26 mg kg⁻¹, raramente ocorrendo deficiência em ruminantes alimentados com forragem.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Espécie vegetal

Utilizou-se, para o presente trabalho, o capim de Rhodes (*Chloris gayana* Kunth.), por se tratar de uma gramínea de fácil implantação e manejo e por ser muito difundida até os dias de hoje.

3.2 Local do experimento

O experimento foi conduzido em uma área de 1.250 m² (25 m x 50 m), onde já se encontrava implantado o capim de Rhodes, utilizado para a produção de feno, pela Universidade de São Paulo, Departamento de Produção Animal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, no município de Piracicaba, estado de São Paulo, possuindo como coordenadas geográficas a latitude de 22°42’30’’ sul e a longitude de 47°38’00’’ oeste, e altitude de 546 m (Ometto, 1989).

A área experimental recebeu uma adubação com o equivalente a 400 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio e 150 kg ha⁻¹ de superfosfato simples, homogeneizados num misturador em “Y”, com o equivalente a 40 kg ha⁻¹ de FTE-BR 12, determinados em função da análise de solo, com os resultados apresentados a seguir.

3.3 Solo

Segundo levantamento realizado por Vidal-Torrado¹ et al., o solo da área experimental foi classificado como Terra Roxa Estruturada Latossólica Eutrófica, A moderado, textura argilosa/muito argilosa (Kandiudafic Eutrudot). O solo foi previamente amostrado em maio de 1998, para análise química à profundidade de 0-20 e 20-40 cm, sendo essas amostras compostas de 8 sub-amostras. Os resultados desta análise de terra são apresentados na Tabela 10.

Tabela 4. Resultados da análise de terra da área experimental¹

Amostra	pH	MO	P ³	S- SO ₄ ²	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V
	CaCl ₂	g dm ⁻³		mg dm ⁻³								%
0 – 20	5,3	26	12	12	4,7	62	20	0	38	86,7	124,7	70
20 – 40	5,7	17	4	29	2,7	19	17	0	25	38,7	63,7	61
Micronutrientes												
Amostra	B ⁴	Cu ³	Fe ⁵	Mn ⁵	Zn ⁵	Na ⁶						
	mg dm ⁻³											
0 – 20	1,20	6,4	49,8	133,0	6,0	11,50						
20 – 40	1,08	4,4	20,2	57,0	2,2	13,80						

¹Determinações realizadas no Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, USP/ESALQ.

²Extrator NH₄OAc 0,5N em HOAc 0,25N (10 ml TFSA/25 ml).

³Extrator resina iônica.

⁴Extrator: BaCl₂.2HO₂ 0,125% microondas (20 ml TSFA/40ml BaCl₂ 0,125%).

⁵Extrator DTPA-TEA, pH 7,3.

⁶Extrator HCl 0,05N + H₂SO₄ 0,025N (5g TFSA/50 ml).

3.4 Clima

Conforme o sistema de Koppen, o clima da região de Piracicaba é classificado como Cwa, isto é, mesotérmico úmido subtropical, de inverno seco, sendo que a temperatura média do mês mais frio é inferior a 18°C e a do mês mais quente ultrapassa os 22°C (Brasil, Ministério da Agricultura. Serviço Nacional de Pesquisa Agrônômica.

¹ VIDAL-TORRADO, P. et. Al. Mapa pedológico detalhado do Campus “Luiz de Queiroz”. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1993. Não publicado.

Comissão de Solos, 1960). A precipitação anual (média de 71 anos) é de 1.247 mm, com médias anuais de temperatura do ar mínima de 14,3°C, máxima de 27,8 °C e média de 21,1 °C (Ometto, 1989).

Tabela 5. Insolação, precipitação, número de dias com chuva, umidade relativa e temperatura média durante o período experimental¹.

Mês/ano	Insolação (h/d)	Precipitação acumulada (mm)	Dias com chuva	Umidade relativa média (%)	Temperatura média (°C)
médias mensais					
Novembro/98	7,8	26,6	5	77	23,2
Dezembro/98	6,1	292,6	19	82	24,6
Janeiro/99	4,9	382,8	21	88	25,5
Fevereiro/99	5,4	198,3	19	90	25,4

¹ Determinações realizadas pelo Departamento de Física e Meteorologia (USP/ESALQ).

3.5 Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi o de blocos completos casualizados com seis tratamentos e quatro blocos totalizando 24 amostragens.

3.6 Tratamentos

A fase experimental de campo teve início no dia 27 de novembro de 1998 se prolongando até 05 de fevereiro de 1999, totalizando 70 dias de duração. Neste período foram realizados seis cortes com intervalos de 10 dias entre os mesmos, constituindo os tratamentos, sendo que o primeiro corte foi realizado 20 dias após o corte de rebaixamento.

3.7 Instalação do experimento

A área experimental foi cortada a uma altura de aproximadamente 3 cm (corte de rebaixamento), no dia 27 de novembro de 1998, sendo realizada a retirada de todo o material cortado, deixando-se o solo praticamente limpo, sem resíduos, e em seguida foi feita uma adubação com o equivalente a 400 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio, 150 kg ha⁻¹ de superfosfato simples e 40 kg ha⁻¹ de FTE-BR 12, determinados em função da análise de solo.

Foi detectada pequena infestação de plantas de folha larga, sendo realizado o controle manual dessas ervas daninhas no período antecedente à coleta de dados, para se obter uma uniformidade no estande, que foi cercado com tela para prevenir a invasão de animais na área experimental.

Durante o período experimental foi detectada a presença de cigarrinha das pastagens (*Deois* spp.), e a infestação ocorreu principalmente após o quinto corte. Como o capim de Rhodes é considerado suscetível ao ataque das cigarrinhas (Botelho & Reis, 1992), foi realizada, então, no dia 29 de janeiro de 1999, a aplicação do inseticida organofosforado à base de chlorpyrifos (nome comercial: Lorsban 480 BR); foi aplicado o equivalente a 1 litro do produto comercial por hectare, com o uso de bomba costal.

A área experimental foi dividida em quatro blocos. Para efetuar a amostragem do material analisado, foi arremessado aleatoriamente, dentro de cada bloco, um quadrado com área de 1 m² (1 m x 1 m). O material contido no interior do quadrado foi cortado rente ao solo, com o auxílio de uma tesoura de aço inoxidável. As áreas amostradas foram delimitadas com estacas de madeira e barbante, de modo a não serem amostradas novamente. Entre as áreas amostradas, foi considerada uma bordadura externa de 50 cm.

Os cortes foram realizados nos dias 7/12/98, 17/12/98, 27/12/98, 6/1/99, 16/1/99, 26/1/99 e 5/2/99. O primeiro corte foi efetuado vinte dias após o corte de rebaixamento; os cortes subseqüentes foram realizados a cada dez dias, totalizando setenta dias de período experimental.

3.8 Parâmetros avaliados e metodologias empregadas

Os parâmetros avaliados foram: altura do capim; número de inflorescências; produção de matéria seca (PMS), teor de matéria seca (MS); composição morfológica (porcentagem de folhas, hastes e material morto); relação folha : haste; teor de proteína bruta (PB); fibra em detergente neutro (FDN); fibra em detergente ácido (FDA); lignina (LIG); celulose (CEL); hemicelulose (HEMIC); digestibilidade verdadeira *in vitro* da matéria seca (DIVMS); digestibilidade verdadeira *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO); produção de matéria seca digestível (MSD); teor de cinzas; concentração de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S); relação Ca : P e N : S; micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn, Zn); e teores de ácido cianídrico (HCN).

As medições de altura foram realizadas com a utilização de uma régua. Mediuse do nível do solo até a curvatura da folha mais alta, sem comprimi-la, em dez pontos, nas diagonais, dentro de um quadro (1 m²); através da média, obteve-se a altura. Após essa avaliação, foram contadas todas as inflorescências encontradas dentro da área do quadro.

A partir do material coletado, uma subamostra foi retirada, com o intuito de determinar a composição morfológica. Para isso, inicialmente, a subamostra foi separada em material vivo e material morto. O primeiro grupo foi fracionado em folhas (lâminas foliares) e hastes (hastes e bainhas). Após a separação desses componentes, todos foram levados para secagem em estufa a 65°C, até massa constante, e as amostras foram então pesadas. Portanto, a composição morfológica do material foi obtida através do cálculo da participação relativa dos diferentes componentes (folhas, hastes e material morto) da forragem na massa seca total de cada subamostra coletada, gerando-se, assim, a porcentagem de cada um dos componentes.

A determinação da porcentagem de matéria seca a 100-105°C e da proteína bruta (multiplicando-se o teor de N por 6,25) foi realizada segundo AOAC (1970). Para a análise da digestibilidade verdadeira *in vitro* da matéria seca e da matéria orgânica, foi utilizado o método de Tilley & Terry, modificado por Tinnimit (1974). A fibra em detergente neutro e a fibra em detergente ácido foram analisadas segundo o método de

Goering & Van Soest (1970). Os teores de cinzas nas amostras foram obtidos pela queima total da matéria orgânica em mufla a 550°C, por duas horas. Tais determinações foram realizadas no laboratório de Bromatologia do Departamento de Produção Animal da USP/Esalq.

A determinação de lignina foi realizada a partir do FDA, com a utilização de ácido sulfúrico a 72%, sendo assim possível determinar, por diferença entre os teores de LIG, FDA e FDN, os teores de celulose e hemicelulose.

O fluido ruminal utilizado nos ensaios de digestibilidade verdadeira *in vitro* foi retirado de uma vaca holandesa fistulada que, num período de dez dias, anteriormente às coletas do fluido, recebeu como volumoso da dieta feno de capim de Rhodes (fornecido à vontade) e um alimento concentrado (1 kg dia⁻¹) à base de milho, farelo de soja, tamponante e núcleo mineral.

O teor de HCN foi determinado por colorimetria no Laboratório do Centro de Estudos de Raízes Tropicais (Cerat) da Unesp em Botucatu – SP, segundo metodologia descrita por Wageningen (1993).

Para as determinações das concentrações de macro e micronutrientes no tecido vegetal, foram utilizadas as seguintes metodologias, segundo Malavolta et al. (1989):

- nitrogênio: método do semimicro kjeldahl;
- fósforo: colorimetria do metavanadato;
- potássio: fotometria de chama;
- cálcio, magnésio, cobre, ferro, manganês e zinco: espectrofotometria de absorção atômica;
- boro: colometria da azometinza-H.

O enxofre foi determinado indiretamente em espectrofotometria de absorção atômica, com uso de sulfato de bário (Bataglia, 1976).

Essas determinações foram realizadas no Laboratório do Departamento de Solos e Nutrição de Plantas – USP/Esalq.

3.9 Preparo das amostras para análise

No momento do corte, o material amostrado foi acondicionado em sacos plásticos vedados e imediatamente levado ao laboratório, onde foi pesado para determinação da produção de matéria verde. Foi então colocado em estufa de circulação forçada, a 65°C, por um período de 72 horas, ao fim do qual foi novamente pesado, para determinação da matéria seca. Após a secagem, o material foi moído em moinho do tipo “Wiley”, com peneira 20 “mesh”, e, finalmente, acondicionado em pequenos sacos plásticos e encaminhado aos laboratórios para realização das análises.

3.10 Análise estatística

A análise de variância foi realizada através do Módulo de Modelos Lineares Gerais do Programa Estatístico SAS (Statistical Analysis Systems). A análise de regressão foi realizada em todos os resultados obtidos, relacionando-os com os tratamentos, a partir dos modelos descritos no manual do SAS Institute (1988). As regressões polinomiais foram utilizadas para o estudo dos parâmetros nas diferentes datas de amostragem.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados, constando de seis tratamentos (vinte, trinta, quarenta, cinquenta, sessenta e setenta dias após o corte de rebaixamento) e quatro blocos (A, B, C e D).

Tomaram-se como variáveis resposta:

- Produção de matéria seca, teores de matéria seca, porcentagem de folha, haste e material morto, relação folha : haste, teores de proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, lignina, celulose, hemicelulose, digestibilidade verdadeira *in vitro* da matéria seca e da matéria orgânica, produção de matéria seca digestível e cinzas.
- Teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês, zinco, relações Ca : P e N : S e ácido cianídrico.

O modelo matemático para análise da variância do experimento foi o delineamento em blocos completos casualizados:

$$Y_{ij} = m + T_i + b_j + e_{ij}$$

onde:

Y_{ij} = valor observado referente ao i-ésimo tratamento no j-ésimo bloco;

m = fator fixo, estimado pela média geral;

T_i = efeito do i-ésimo tratamento (dias de crescimento);

b_j = efeito do j-ésimo bloco;

e_{ij} = erro aleatório correspondente às parcelas (variação do acaso sobre as observações do i-ésimo tratamento no j-ésimo bloco), supostos homocedásticos, independentes e normalmente distribuídos.

Tabela 6. Esquema da análise de variância e teste F para tratamentos.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	5	SQ Tratamentos	QM Tratamentos	QM Trat./QM Resíduo
Blocos	3	SQ Blocos	QM Blocos	
Resíduo	16	SQ Resíduo	QM Resíduo	
Total	23	SQ Total		

Considerou-se 5% como nível mínimo para rejeição da hipótese, ou seja, sempre que o valor da probabilidade do teste F foi menor ou igual a 0,05 ($P \leq 0,05$) não se rejeita que há diferença significativa sendo então utilizada a regressão de maior grau significativo, ajustando aos modelos lineares, quadráticos e cúbicos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Produção e Composição morfológica

Os dados de produção de matéria seca e composição morfológica, traduzida em porcentagem de folhas, hastes, material morto, e a relação folha : haste são descritos a seguir.

4.1.1 Produção de Matéria Seca (MS)

Os dados de produção de matéria seca demonstram que houve uma variação de forma quadrática ($P < 0,05$) e as médias encontradas na Tabela 7. A regressão pode ser verificada na Figura 1, onde se pode ver que não foi alcançada a máxima produtividade com 70 dias. Pela equação de regressão, estima-se que a produção máxima seja de 711,68 g MS m⁻² aos 78 dias após o corte de rebaixamento, dado este não observado e sim obtido pela estimativa da equação de regressão. A produção de MS encontrada por Corsi (1982), para o capim de Rhodes foi crescente e linear com o avanço da maturidade, até sete semanas de crescimento; já no presente trabalho, ela seguiu uma tendência quadrática. O mesmo autor encontrou aumentos superiores a 1.000 kg ha⁻¹ a cada semana de crescimento.

Tabela 7. Médias da produção de matéria seca na parte aérea do capim de Rhodes (*Chloris gayana* Kunth.) em diferentes idades de corte.

Dias de crescimento	Produção de matéria seca
	g m^{-2}
20	229,18
30	372,72
40	529,33
50	546,78
60	709,09
70	688,01
C.V. (%)	15,18

No presente trabalho, como o primeiro corte foi realizado aos 20 dias, provavelmente o período de crescimento mais lento da forrageira tenha se estendido até os 30 dias. Esses dados estão de acordo com os de Vendramini (1999), que observou um crescimento mais lento do capim Tifton 9 (*Paspalum notatum* cv. Tifton 9) com 20 dias de crescimento. Sete dias após, observou um aumento mais acelerado na produção de matéria seca do mesmo capim. Já Castro (1998) e Vieira (1998), trabalhando com grama estrela (Florico e Florakirk, respectivamente), não observaram a mesma resposta.

Segundo Gomide (1973), a planta forrageira apresenta um crescimento vegetal inicialmente lento, com acréscimos diários de produção reduzidos, seguido por uma segunda fase de crescimento vigoroso, o que demonstra que o crescimento vegetal é representado por uma curva sigmóide. Segundo Corsi (1986), a fase de crescimento lento pode ser reduzida se houver adequada disponibilidade de água e nutrientes no solo, temperatura e luz.

Shimojo et al. (1995) estudaram a produção e o aparecimento de material indigestível em gramíneas tropicais e encontraram produções para o capim de Rhodes de 223,85; 398,98 e 593,32 g m^{-2} , cortado aos 25, 41 e 74 dias de crescimento. Esses valores encontram-se abaixo dos resultados de produção apresentados no presente trabalho, em todas as idades de corte.

Castro (1998), trabalhando com *Cynodon nlemfuensis* Vanderyst var. *Nlemfuensis* cv. Florico, obteve médias de produção de matéria seca mínima e máxima de 153,57 e 1.098,66 g m^{-2} , aos 20 e 70 dias, respectivamente. Já Vieira (1998) obteve

41,4 a 215,8 g m⁻² de produção de matéria seca para o *Cynodon dactylon* (L.) Pers. cv. Florakirk.

Cowan et al. (1995c) encontraram produções de até 1.486 kg MS por ano em capim de Rhodes pastejado com 1,37 vacas por hectare e adubado com 150 kg N ha⁻¹ no segundo ano. Já Silva & De Faria (1995) encontraram produção maiores, em média de 12.000 kg MS ha⁻¹ por ano. Esses mesmos autores estudaram a produção em diferentes idades de corte e verificaram que o capim de Rhodes, cortado ao redor de 30 dias, produziu em média 6.000 kg MS ha⁻¹.

Toll Vera (1995) cita que a produtividade do capim de Rhodes cv. TUC La Oriental é de 8.399 kg MS ha⁻¹, sendo 1.671, 2.914 e 3.814 kg MS ha⁻¹ na primavera, no verão e no outono, respectivamente

Figura 1. Produção de matéria seca (g m⁻²) da parte aérea do capim de Rhodes (*Chloris gayana* Kunth.) em função da idade de corte.

Os dados obtidos neste trabalho, expostos na Tabela 7, apresentam-se próximos dos obtidos por Castro (1998), porém muito acima dos obtidos por Vieira (1998). Vendramini (1999), em seus trabalhos com o capim Tifton 9, obteve produções de 198,63 a 562,27 g MS m⁻², dados que estão um pouco abaixo dos resultados

encontrados para o capim de Rhodes nas condições apresentadas neste trabalho. Domingues (1993), estudando o capim Pensacola, obteve um comportamento quadrático ($P < 0,05$) da curva de regressão, o que corrobora os resultados deste trabalho, com acúmulos de matéria seca atingindo $742,49 \text{ g m}^{-2}$ aos 95 dias de crescimento, demonstrando ter utilizado um período mais longo de acúmulo de matéria seca. Nos estudos de Gomide (1996), foram observados aumentos na produção de MS de cinco cultivares de *Cynodon*, até os 84 dias de crescimento, seguindo uma curva quadrática ($P < 0,05$), da mesma forma que para os resultados apresentados acima. Isso demonstra a grande variação na produção de MS entre as diferentes gramíneas utilizadas ou com potencial de utilização para a maioria das condições brasileiras.

A fertilidade do solo e a utilização de fertilizantes influenciam a produção de matéria seca de gramíneas, principalmente se ocorrer aliada ao aumento no intervalo entre cortes ou período de descanso do pasto. Caro-Costas et al. (1972a), avaliando o efeito de doses de nitrogênio, altura de corte e intervalo de colheita na produção de capim Florico, verificaram aumento na produção de MS ao se estender o intervalo de corte de trinta para noventa dias. O mesmo foi verificado no presente experimento, em que a adubação nitrogenada aplicada, aliada ao crescente intervalo entre cortes, resultou em um aumento na produção de MS.

4.1.2 Composição morfológica

Os dados referentes a altura, número de inflorescências, porcentagem de folhas, hastes e material morto e a relação folha : haste na parte aérea do capim de Rhodes estão listados na Tabela 8, a seguir.

Tabela 8. Altura, número de inflorescências, porcentagem de folhas, hastes e material morto e relação folha : haste na parte aérea do capim de Rhodes (*Chloris gayana* Kunth.) em função da idade de corte.

Dias de crescimento	Altura (cm)	Número inflorescências (m ⁻²)	Folhas	Hastes (%)	Material morto	Relação folha:haste
20	34,54	29,25	64,07	31,77	4,16	2,12
30	53,80	78,75	41,94	45,71	12,36	0,99
40	77,11	234,00	26,46	69,36	4,18	0,39
50	90,80	314,25	23,67	67,14	9,19	0,36
60	92,38	398,50	15,11	68,67	16,22	0,22
70	94,05	372,25	17,09	63,75	19,16	0,27
C.V. (%)	5,29	15,67	17,79	12,00	46,05	41,28

4.1.2.1 Altura

Para o capim de Rhodes, neste experimento, houve uma variação crescente na altura média, até a idade de 40 dias seguindo uma curva quadrática ($P < 0,05$), mostrada na Figura 2. Foram obtidos valores médios demonstrados na Tabela 8. Segundo a equação de regressão, o maior valor para a altura é de 94,79 cm aos 65 dias de crescimento. Esses valores para altura estão um pouco abaixo dos descritos por Hitchcock (1971), em que os colmos podem apresentar de 1 a 1,5 m de altura. Observa-se que os valores obtidos para altura inicial (20 dias) são diferentes dos valores encontrados para produção de MS, sendo que para esta foi encontrada uma fase inicial mais lenta até 30 dias; já para a altura isso não ocorreu, sendo verificada diferença significativa ($P < 0,05$) entre 20 e 30 dias.

Apesar de o aumento da altura do capim acompanhar o aumento na produção de matéria seca, nem sempre isso ocorre, como foi observado por Fulkerson et al. (1999), com o capim Kikuyu (*Pennisetum clandestinum*). Nesse trabalho, os autores mensuraram a produção de matéria seca com três alturas diferentes (3, 6 e 12 cm) e com a desfolha quando apresentava duas, quatro e seis folhas por perfilho. Observaram que as maiores produções foram obtidas com a altura mínima (3 cm) e com duas folhas por perfilho, sendo superadas somente quando se obteve altura de 6 cm, com seis folhas por perfilho.

Já Dwivedi et al. (1999) trabalharam com capim Setária, no qual foram realizados cortes iniciais a 0, 10 e 45 cm de altura, aliados a posteriores doses crescentes de fertilização nitrogenada, durante três anos seguidos. Os autores observaram alturas maiores do capim para o tratamento em que não foi realizado corte inicial (0 cm), seguido pelos cortes a 10 e 45 cm, respectivamente. Da mesma forma que para a altura, foi observada uma produção significativamente maior para os tratamentos em que não foi feito corte inicial (0 cm) e com a máxima dose de nitrogênio.

Esses dados confrontam com os dados deste trabalho, em que foi realizado um corte de igualação a 3 cm de altura e, posteriormente, foram efetuadas as mensurações, mas observaram-se aumentos de produção e altura, da mesma forma encontrada por Dwivedi et al. (1999).

Segundo Muia et al. (1999), a altura é considerada um parâmetro melhor do que a idade para se avaliar a maturidade do capim Napier. Os mesmos autores trabalharam com esse capim e mensuraram a produção aliada à altura e à idade de corte (de três a quinze semanas). Eles encontraram aumentos crescentes e lineares da altura em função da idade de corte, ao contrário do presente experimento, em que se observaram aumentos seguindo uma tendência quadrática. Uma tendência linear também foi observada para a produção em função da idade de corte.

Já Fagundes (1999) e Carnevalli (1999) consideram linear a relação entre altura e massa de forragem, e em seus trabalhos com três gramíneas do gênero *Cynodon* estabeleceram a relação entre essas duas variáveis, com o intuito de minimizar a necessidade de amostragens destrutivas. O acúmulo de forragem pode ser estimado pelo método agrônomo da diferença, conforme a equação de Davies et al. (1993), que considera o acúmulo de forragem como a diferença aritmética entre a massa de forragem final e a massa de forragem inicial, medida em gaiolas de exclusão. Hodgson (1990) caracteriza o processo de acúmulo de forragem como sendo o resultado líquido do balanço entre o crescimento (produção de novos tecidos – folhas e hastes) e senescência/morte.

Figura 2. Altura (cm) da parte aérea do capim de Rhodes (*Chloris gayana* Kunth.) em função da idade de corte.

4.1.2.2 Inflorescências

Os números médios de inflorescências obtidos neste trabalho aumentaram linearmente ($P < 0,05$), como se pode ver na Figura 3. Houve um aumento crescente no número médio de inflorescências por metro quadrado de 20 até 50 dias de crescimento do capim, o que demonstra que o capim de Rhodes emite hastes reprodutivas já a partir dos 20 dias. As médias obtidas com relação ao número de inflorescências são demonstradas na Tabela 8. Percebe-se que houve um aumento maior entre 30 e 40 dias de idade. Isso significa que o capim de Rhodes tem grande capacidade de produzir sementes, sendo este potencial maior a partir de 40 dias de idade.

Figura 3. Número de inflorescências por metro quadrado produzidas pelo capim de Rhodes (*Chloris gayana* Kunth.) em função da idade de corte.

Loch et al. (1998) observaram que o capim de Rhodes, manejado com desfolha mais severa, apresenta menores taxas de emissão de inflorescências, tempo maior para a emissão, e o número de inflorescências é menor do que se for manejado com desfolha mais leniente.

Skerman & Riveros (1992) citam que o capim de Rhodes deve ser cortado ao florescimento ou pouco antes, o que contradiz os resultados obtidos neste trabalho, haja vista que foram observadas inflorescências já com 20 dias de idade. A partir de 40 dias ocorreu maior aparecimento de inflorescências, sendo provavelmente ao redor desse período de crescimento, segundo esses autores, o de florescimento. Já o capim de Rhodes cv. TUC La Oriental apresenta produção de inflorescências mais tardiamente, o que lhe confere um período vegetativo e produtivo mais longo (Toll Vera, 1995).

Segundo Dwivedi et al. (1999), cortes mais freqüentes prejudicam a produção de sementes, ou seja, a emissão de inflorescências. Em seus experimentos com capim *Setaria* manejado com três alturas iniciais diferentes, verificaram que o tratamento no qual não foi realizado corte inicial do capim produziu mais sementes do que o tratamento em que foi realizado um corte a 10 cm de altura, inicialmente. Segundo os

mesmos autores, a menor produção de sementes em função de cortes mais severos ou lenientes se dá pela rebrota mais lenta, pela sincronização ruim no desenvolvimento dos perfilhos e também pelo atraso na emissão de inflorescências. Ainda segundo os mesmos autores, o número de inflorescências elevou-se com o aumento da dose de fertilização nitrogenada (0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹). A altura das inflorescências também aumentou em função das doses de N aplicadas, sendo crescente até a dose de 80 kg ha⁻¹; o aumento da altura em função do manejo de corte (0, 10 e 45 cm do solo) foi menos evidente.

Vieira (1998) verificou que, aos 50 dias de idade, começaram a aparecer as primeiras inflorescências e, aos 60 dias, o capim Florakirk apresentou inflorescências em toda a área experimental. A partir desse ponto, as plantas começaram a apresentar arquitetura foliar mais próxima do padrão do cultivar, coloração mais escura e aspecto mais vistoso. Segundo o mesmo autor, até os 50 dias de idade, predominou um desenvolvimento de folhas eretas e de coloração mais clara. Vendramini (1999) começou a observar o aparecimento de inflorescências a partir de 30 dias de idade no capim Tifton 9.

4.1.2.3 Folhas

Os valores médios percentuais da participação de folhas, representativos do dossel, variaram quadraticamente ($P < 0,05$), diminuindo o percentual de folhas ao longo do tempo, o que se pode ver na Figura 4. Os valores médios encontram-se na Tabela 8. Aos 70 dias de idade, foi observado um valor médio de 17,09%, indicando que pode ter começado a haver uma recuperação do capim em relação à porcentagem de folhas. Isso pode significar que o capim atingiu a maturidade máxima aos 60 dias de idade e a partir daí pode ter começado a emitir novos perfilhos e folhas, numa tentativa de se recuperar após o período de florescimento (reprodutivo). Pode-se explicar essa emissão pelo fato de que existe uma relação entre a produção de novos tecidos (folhas e hastes) e senescência e morte de tecidos mais velhos, ou seja, na medida em que aumenta a maturidade da planta, folhas, hastes e perfilhos vão senescendo e morrendo, e um fluxo

de tecidos garante a perenidade do capim, produzindo novos perfilhos e folhas (Hodgson, 1990).

Os valores percentuais de folhas encontrados neste trabalho encontram-se dentro dos valores encontrados por Fagundes (1999) e por Carnevalli (1999).

Cowan et al. (1995c) encontraram variações na participação de folhas em pastagem de capim de Rhodes em função da taxa de lotação, sendo que maiores taxas de lotação proporcionaram maiores porcentagens de folhas durante todo o ano. Ainda, em Cowan et al. (1995a), durante o outono, as pastagens de capim de Rhodes apresentaram menor porcentagem de folhas.

Hernández et al. (1994) encontraram porcentagens de folhas da ordem de 36,4; 33,6 e 37,7% para pastos de capim de Rhodes, com oferta de forragem de 15, 35 e 55 kg MS vaca⁻¹ dia⁻¹. Estes valores encontram-se próximos das porcentagens de folhas apresentadas no presente trabalho, entre 30 e 40 dias de crescimento.

A porcentagem de folhas pode variar em função de diversos fatores, sendo um fator importante a época do ano. Fagundes (1999) encontrou diminuição na porcentagem de folhas nos meses de setembro, novembro e dezembro, quando comparados aos meses de julho, agosto e outubro para os capins Tifton 85, Florakirk e Coastcross 1. Isso leva a observar-se que a porcentagem de folhas varia com a maturidade da planta, como demonstrado neste trabalho, com a época do ano e com a espécie de capim. No mesmo trabalho, diferentes alturas de pastejo não refletiram em variações significativas na porcentagem de folha no pasto. Em contrapartida, Carnevalli (1999) encontrou para os mesmos cultivares de capim que pastos mais baixos tendem a apresentar maior porcentagem de folhas do que os mais altos

Figura 4. Porcentagem de folhas na parte aérea do capim de Rhodes (*Chloris gayana* Kunth.) em função da idade de corte.

4.1.2.4 Hastes

As porcentagens de hastes encontradas no presente trabalho variaram quadraticamente ($P < 0,05$), aumentando conforme aumentava a maturidade do capim. Contrariamente aos valores encontrados para a porcentagem de folhas, a porcentagem de hastes aumenta à medida que a porcentagem de folhas diminui, ou seja, para cada uma das idades de 20, 30, 40 até 70 dias (Tabela 8), a diminuição da porcentagem de folhas foi seguida de um aumento na porcentagem de hastes no mesmo estágio de maturidade, o que já era esperado, uma vez que ambos são componentes complementares do *pool* de material vivo.

Apesar de o valor médio máximo encontrado ser para 40 dias, a inflexão da curva (Figura 5) se deu a partir de 60 dias de maturidade do capim.

Figura 5. Porcentagem de hastes na parte aérea do capim de Rhodes (*Chloris gayana* Kunth.) em função da idade de corte.

A taxa de lotação influenciou a participação de hastes assim como a fertilização nitrogenada, nos trabalhos de Cowan et al. (1995c), com o capim de Rhodes recebendo 1,17 e 1,37 vacas por hectare. Segundo esses autores, taxas de lotação mais elevadas resultam em menor porcentagem de hastes; em contrapartida, o aumento da fertilização nitrogenada resulta em maiores porcentagens de hastes. Estas são também elevadas em épocas do ano de maior crescimento vegetal, como no verão e no outono; já, na primavera, segundo os mesmos autores, a produção de folhas foi maior que de hastes.

Hernández et al. (1994) encontraram, para ofertas de forragem de 15, 35 e 55 kg MS vaca⁻¹ dia⁻¹ de capim de Rhodes, porcentagens de hastes de 36,35; 37,9 e 39,35, o que demonstra que, quando a oferta de forragem é maior, encontra-se maior porcentagem de hastes na forragem ofertada. Esses valores encontram-se próximos das porcentagens de hastes encontradas entre 20 e 30 dias, no presente trabalho.

A porcentagem de hastes encontradas por Carnevalli (1999) atingiu valores de até 28%, com uma tendência de pastos mais baixos apresentarem maior porcentagem de hastes nos meses de agosto e novembro, e pastos mais altos, de novembro a janeiro, ou seja, valores menores do que os apresentados neste trabalho. O mesmo autor trabalhou

com alturas variando de 5 a 20 cm. No presente trabalho, aos 20 dias de idade, o capim apresentou uma altura média de aproximadamente 35 cm e com porcentagem de hastes maior do que a apresentada por Carnevalli (1999), com 20 cm de altura para os capins Tifton 85, Florakirk e Coastcross. A época do ano em que esses capins apresentaram maiores porcentagens de hastes foi de novembro a março, ou seja, coincidiu com o período das chuvas, quando as forrageiras tropicais apresentam maior crescimento, que foi exatamente o período experimental deste trabalho. Talvez os valores maiores obtidos para a porcentagem de hastes possam ser explicados por esse fato, corroborando os valores de Carnevalli (1999).

Fagundes (1999) encontrou valores semelhantes para a porcentagem de hastes, variando na faixa de 31,8 a 49,0% de hastes para gramíneas do gênero *Cynodon*. Esse aumento ocorreu em função do avanço da estação de crescimento (meses de novembro e dezembro).

4.1.2.5 Material Morto

Os valores médios encontrados para a porcentagem de material morto podem ser vistos na Tabela 8. Essa variação seguiu uma tendência linear ($P < 0,05$), como mostra a Figura 6. Com o avanço da maturidade, houve aumento da porcentagem de material morto, seguindo a tendência descrita por Hodgson (1990) de que existe uma constante reciclagem de material morto e novas folhas e perfilhos dentro do *pool* de tecidos, ou seja, à medida que a maturidade aumenta, mais material entra em senescência, ao mesmo tempo que novas folhas vão surgindo, e perfilhos podem surgir ou morrer neste período, dependendo do manejo utilizado.

Lowe et al. (1995) encontraram no capim de Rhodes uma menor participação de material morto no verão e uma porcentagem maior dessa fração no início da primavera. Já as porcentagens de material verde foram muito superiores no verão do que na primavera, e a relação de material morto e vivo na primavera, quando se utilizaram 300 kg N ha^{-1} , foi de aproximadamente 50% para cada um.

As porcentagens de material morto encontradas por Hernández et al. (1994) foram de 27,25; 28,5 e 26,95 para ofertas de forragem de 15, 35 e 55 kg MS $\text{vaca}^{-1} \text{dia}^{-1}$, para o capim de Rhodes, valores bastante superiores aos encontrados neste trabalho até mesmo para a idade de 70 dias.

De forma complementar, a porcentagem de material morto é constituída pela diferença do total de massa obtido e da porcentagem de folhas mais hastes. Dessa forma, os resultados obtidos no presente ensaio estão de acordo com os resultados de Fagundes (1999), que obteve em *Cynodon* menores proporções de material morto em desfolhas mais severas, ao contrário de desfolhas mais lenientes, apresentando maiores proporções de material morto. Segundo Hodgson (1990), o aumento de material morto está relacionado com diversos fatores, entre eles o fato de que o sombreamento pelas folhas superiores é maior em pastos mais altos ou com desfolha mais leniente, ou seja, pastos mais baixos apresentam menos sombreamento do que pastos mais altos. Isso pode explicar o fato de que, com o aumento da maturidade do capim de Rhodes, neste trabalho, verificou-se um aumento crescente da altura do capim, expandindo-se a área de sombreamento, levando à senescência e morte de mais tecido vegetal, o que explica a tendência de aumento de material morto.

A porcentagem de material morto acompanhou a tendência de aparecimento de inflorescências. Segundo Fagundes (1999), grande parte dos perfilhos que entram em fase reprodutiva morrem no final dessa fase, o que corrobora os dados deste trabalho, em que se observou um aumento crescente de material morto e também o aparecimento de inflorescências.

Segundo Tainton (1974), pastos submetidos a regimes de desfolha intensos apresentam baixas taxas de acúmulo de forragem, mas, em contrapartida, apresentam baixa senescência; pastos submetidos a regimes de desfolha lenientes apresentam crescimento mais acelerado, que é compensado por taxas maiores de senescência e morte de tecidos.

Fagundes (1999) verificou que, para algumas gramíneas do gênero *Cynodon*, pastejos mais intensos resultam, de um modo geral, em 60% de material vivo e 40% de material morto; pastejos mais lenientes resultam em uma proporção próxima de 50% de

material vivo e 50% de material morto. Isso confirma as observações de Cowan et al. (1995c), que encontraram decréscimos na porcentagem de material morto no capim de Rhodes, com taxas de lotação maiores. Fertilização nitrogenada, aliada a baixas taxas de lotação, resultou em maior porcentagem de material morto, segundo os mesmos autores.

Figura 6. Porcentagem de material morto na parte aérea do capim de Rhodes (*Chloris gayana* Kunth.) em função da idade de corte.

Dessa forma, em épocas do ano em que se observa crescimento de forragem mais vigoroso (verão e chuvas), há uma tendência de aumento da proporção de material morto (porcentagem), com um aumento da produção de folhas e hastes, o que se verificou neste ensaio e foi observado também por Carnevalli (1999) e Fagundes (1999). Essa situação pode ser alterada em função do manejo adotado para a pastagem, melhorando a produção e a utilização de material vivo (folhas + hastes) e minimizando a perda de material potencialmente utilizável pelos animais (material morto).

4.1.2.6 Relação Folha:Haste

A relação folha : haste é o quociente entre a porcentagem de folhas e a porcentagem de hastes encontradas. Os resultados obtidos para a relação folha : haste variaram quadraticamente ($P < 0,05$), decrescendo com o avanço da maturidade do capim (Figura 7). Os valores médios para a relação folha : haste são encontrados na Tabela 8.

Os valores decrescentes da relação folha : haste seguiram a mesma tendência da diminuição da porcentagem de folhas, opostamente ao aumento da porcentagem de hastes obtidas neste ensaio. Observa-se que, a partir de 60 dias, começa a haver uma recuperação da relação folha : haste; o mesmo ocorre com a porcentagem de folhas descrita anteriormente. De maneira oposta à relação folha : haste e porcentagem de folhas, a porcentagem de hastes começa a diminuir a partir da mesma data. Essas tendências já eram esperadas, pois a somatória entre a porcentagem de folhas e de hastes resulta no total de material vivo encontrado, ou seja, folhas e hastes são complementares no *pool* de material vivo. O que chama a atenção é que somente a partir de 60 dias de maturidade a relação folha : haste começou a se elevar, o que também coincide com o momento em que começa a aparecer uma diminuição do número de inflorescências e também quando a altura observada começa a se estabilizar. Esses fatos levam a observar-se que, a partir de 60 dias de maturidade, o capim de Rhodes começa a finalizar o seu período reprodutivo, voltando ao estágio vegetativo a partir de então.

Figura 7. Relação folha:haste na parte aérea do capim de Rhodes (*Chloris gayana* Kunth.) em função da idade de corte.

Um dos principais fatores que justificam o estudo da composição morfológica das gramíneas é que as folhas perdem o valor nutritivo menos acentuadamente do que as hastes; com a maturidade, entretanto, essa taxa de decréscimo pode ser constante, dependendo do estágio vegetativo e posição da folha na haste (Hacker & Minson, 1981). Esse fato pode ser relacionado também com a digestibilidade, não só entre folhas e hastes, mas também entre folhas novas e velhas, já que hastes e folhas velhas apresentam grau de lignificação maior (Deinum, 1981).

A digestibilidade da haste tem maior interferência na qualidade do capim de Rhodes à medida que se aumenta o intervalo entre cortes, devido à participação maior dessa fração na parte aérea da planta (Wilson & Minson, 1980). Entretanto, Milford & Minson (1966) não determinaram qualquer efeito da data de florescimento e da relação folha : haste sobre a qualidade do capim de Rhodes cv. Callide, Sanford e Pioneer.

Hernández et al. (1994) verificaram que a participação de folhas é maior no estrato superior da pastagem, sendo que as porcentagens de hastes e material morto são maiores nos estratos inferiores da pastagem de capim de Rhodes sob pastejo.

A Figura 8 mostra mais claramente a variação das porcentagens de folhas, hastes e material morto do capim de Rhodes em função da maturidade. É bastante clara a diminuição da porcentagem de folhas com o decorrer do tempo. Opostamente, a porcentagem de hastes aumenta, assim como a porcentagem de material morto. Todo esse processo caracteriza o fluxo de tecidos descrito por Hodgson (1990) e que é observado nos resultados deste experimento, demonstrando que há um dinamismo de material nas plantas, ou seja, à medida que aumenta a proporção de hastes, a altura do capim se eleva e, conseqüentemente, o sombreamento das folhas inferiores é maior, o que causa a morte das folhas que se encontram no estrato inferior do dossel, aumentando a porcentagem de material morto.

Figura 8. Composição morfológica da parte aérea do capim de Rhodes (*Chloris gayana* Kunth.) em função da idade de corte.

Martin (1997), trabalhando em casa de vegetação com Tifton 85 e Coastcross 1, cortados em diferentes idades (44, 32 e 26 dias, respectivamente), verificou que a relação haste : lâmina foi mais elevada em Coastcross 1 do que em Tifton 85, e foi reduzida pela adubação nitrogenada e ampliada pela aplicação de potássio.

Os resultados encontrados por Vieira et al. (1980) mostram que houve um aumento na relação haste : lâmina do capim-colonião, influenciada pela idade do capim

(30 e 75 dias de crescimento), variando de 0,87 a 1,02, o que corrobora os resultados apresentados no presente trabalho. Da mesma forma, Pinto et al. (1992), observaram aumentos na relação haste : folha com o aumento da maturidade dos capins *Andropogon*, *Guiné* e *Setária*. Burton et al. (1963), estudando o capim *Coastal*, verificaram que a porcentagem de folhas na matéria seca diminuiu com a idade, sendo de 81,4% para cortes realizados a cada quatro semanas.

4.2 Composição Bromatológica

A composição bromatológica estudada neste experimento para o capim de Rhodes é referente às análises laboratoriais de teor de matéria seca, fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), lignina, digestibilidade verdadeira *in vitro* da matéria seca e da matéria orgânica e cálculo dos teores de celulose e hemicelulose, pela diferença entre FDA e lignina, FDN e FDA, respectivamente, além do cálculo da produção de matéria seca digestível, obtido pelo produto da produção de matéria seca e da DVIVMS. Esses resultados são apresentados nas Tabelas 9 e 10.

Tabela 9. Teores de matéria seca, proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), lignina, celulose, hemicelulose, na parte aérea do capim de Rhodes (*Chloris gayana* Kunth.) em função da idade de corte.

Dias de crescimento	MS ¹	PB	FDA	FDN	Lignina	Celulose ²	Hemicelulose ³
g kg ⁻¹							
20	129,7	133,6	336,9	642,8	30,0	306,9	305,8
30	186,2	83,6	385,3	718,2	38,3	347,0	332,9
40	172,5	70,7	435,2	774,4	50,3	384,9	339,2
50	251,6	49,3	428,8	768,9	52,1	376,8	340,1
60	339,5	43,4	425,3	755,1	58,9	366,4	329,8
70	323,7	40,8	424,7	759,7	60,8	363,9	335,0
C.V. (%)	5,19	18,74	1,42	1,33	4,18	1,31	2,95

¹ teor de matéria seca;

² diferença entre FDA e lignina, respectivamente;

³ diferença entre FDN e FDA, respectivamente.

4.2.1 Teor de Matéria Seca

Os teores de matéria seca encontrados neste trabalho variaram cubicamente ($P < 0,05$), podendo ser observado na Figura 9. As médias obtidas encontram-se na Tabela 9. Segundo a equação de regressão, o valor máximo estimado seria de $333,9 \text{ g kg}^{-1}$, o que significa que o ponto de maior teor de matéria seca apresenta-se entre os 60 e 70 dias de crescimento.

Figura 9. Teor de matéria seca (g kg^{-1}) na parte aérea do capim de Rhodes (*Chloris gayana* Kunth.) em função da idade de corte.

Os teores de matéria seca neste trabalho encontram-se muito abaixo daqueles encontrados no capim de Rhodes por Haffar & Alhadrami (1997), nos Emirados Árabes, valores esses que estiveram ao redor de 841 g kg^{-1} no inverno e 869 g kg^{-1} no verão. Os mesmos autores verificaram que os teores de MS foram inferiores para o cultivar Alimba (784 e 835 g kg^{-1} , respectivamente, para o inverno e o verão) do que da cv. Pioneer (826 e 882 g kg^{-1} , respectivamente, para o inverno e o verão).

Hernández et al. (1994) verificaram que o teor de matéria seca do capim de Rhodes é significativamente maior no material morto da pastagem do que nas hastes e folhas, sendo que nestas ele também é menor. Já na porção superior da pastagem, o teor de matéria seca foi significativamente menor que na porção inferior.

Sotomayor-Rios et al. (1976), estudando dezenove espécies de capins (*Brachiaria*, *Digitaria* e *Cynodon*), observaram que o conteúdo de matéria seca médio dos capins aumentou com a maturidade. Aumentos nos teores de matéria seca resultantes do aumento da maturidade do capim também foram observados por Vélez-Santiago et al. (1979), Castro (1997), Vieira (1998) e Vendramini (1999).

Os resultados obtidos por Castro (1997), que trabalhou com capim Florico, estão bastante próximos dos encontrados no presente trabalho. Já Vieira (1998) encontrou teores de matéria seca superiores, situados numa faixa entre 261,4 e 401,3 g kg⁻¹, variando de forma quadrática. Já os teores de matéria seca observados por Vendramini (1999) para o capim Tifton 9 (*Paspalum notatum* cv. Tifton 9) apresentam-se próximos daqueles encontrados para o capim de Rhodes, sendo um pouco inferiores (de 158,5 a 222,4 g kg⁻¹ para 34 e 48 dias de crescimento, respectivamente).

4.2.2 Fibra em Detergente Ácido

Os resultados referentes a FDA variaram seguindo uma curva cúbica ($P < 0,05$), havendo um aumento nos teores médios de FDA com o aumento da maturidade do capim de Rhodes. A Figura 10 mostra a variação dos teores de FDA nas diferentes idades de corte. Os valores encontrados, segundo a Tabela 9, variaram de 336,9 a 435,2 g kg⁻¹, aos 20 e 40 dias, respectivamente. Após essa data, os teores de FDA se estabilizaram.

A metodologia de Goering & Van Soest (1970) para a fibra em detergente ácido recupera como componentes da parede celular a celulose e a lignina, além de frações não-carboidratos menos digestíveis. Portanto, os aumentos nos teores de FDA representam aumentos nos teores desses dois componentes estruturais.

Os teores de FDA apresentados acima apresentaram-se semelhantes aos do capim de Rhodes cv. Alimba e Pioneer nos trabalhos de Haffar & Alhadrami (1997); esses valores mostraram-se inferiores no inverno para a cv. Alimba, mas no verão foram semelhantes. Os efeitos da variedade e do clima foram considerados, pelos autores, como os principais responsáveis pelas diferenças. Para a cv. Pioneer foram encontrados teores de FDA de 402 e 389 g kg⁻¹, no inverno e no verão, respectivamente. Para a cv. Alimba, os valores não diferiram no inverno e no verão, ficando próximos a 340 g kg⁻¹. Segundo os autores, isso se deu principalmente devido ao efeito da rápida maturação das plantas, ao florescimento precoce e conseqüente interrupção do crescimento, além das altas temperaturas. O mesmo pode ter acontecido com o capim de Rhodes neste trabalho, uma vez que a temperatura elevada nos meses em que foi realizado, aliada ao florescimento detectado a partir de 20 dias, pôde ter influenciado nos teores de FDA encontrados.

Figura 10. Fibra em detergente ácido (g kg⁻¹) na parte aérea do capim de Rhodes (*Chloris gayana* Kunth.) em função da idade de corte.

Os resultados encontrados para o capim de Rhodes com 20 e 30 dias mostraram-se inferiores aos obtidos por Vendramini (1999) com o Tifton 9 nas idades de 20 e 27 dias, porém, após essa data, os teores de FDA para primeiro apresentaram-se superiores aos do Tifton 9. Já, comparando-se com os teores de FDA encontrados por Castro (1997) para a grama estrela Florico, os resultados encontrados para o capim de Rhodes mostraram-se muito semelhantes; porém, a Florico apresentou acréscimos quadráticos de FDA até 70 dias, o que não aconteceu para o capim de Rhodes. Vieira (1998) encontrou valores de FDA bem inferiores para a Florakirk aos obtidos neste trabalho.

Segundo Van Soest (1994), a análise bromatológica e do valor nutritivo das plantas forrageiras é de suma importância na análise qualitativa das espécies de gramíneas e leguminosas, pois esses parâmetros podem influenciar, direta ou indiretamente, o consumo de matéria seca pelo animal.

Segundo Omaliko (1980), maiores produções de matéria seca são obtidas em intervalos de cortes maiores, porém isso resulta em maior proporção de colmos na planta e aumento no teor de fibra. Estas afirmações são confirmadas no presente experimento com o capim de Rhodes, tendo sido possível observar-se aumentos nos teores de hastes e fibra com o avanço da maturidade.

Os decréscimos nos teores de FDA a partir de 50 dias de crescimento podem ser explicados, segundo Hodgson et al. (1981), que estudou forrageiras com crescimento ininterrupto. As perdas por senescência e decomposição, resultante do elevado índice de área foliar, tornam o fluxo de CO_2 desfavorável, resultando em queda da FDA. De forma complementar, Van Soest (1994) cita que os componentes indigestíveis (hemicelulose, celulose e lignina) são recuperados no FDN, enquanto o detergente ácido divide o FDN nas frações solúvel e insolúvel em ácido sulfúrico a 1 N. A fração solúvel em ácido compreende a hemicelulose e as proteínas da parede celular, enquanto o resíduo (FDA) recupera a lignina, a celulose e as frações não-carboidratos menos digestíveis. Isso explica as variações nos teores de FDN e FDA do capim de Rhodes com o avanço da idade de corte, pois esses parâmetros estão intimamente relacionados com a parede

celular, a qual, segundo Wilkins (1969), aumenta progressivamente com a maturidade da planta, passando a constituir uma maior porção dos constituintes celulares.

Martin (1997) encontrou uma tendência semelhante à deste estudo na variação de FDA em três cortes de Coastcross 1 e Tifton 85; houve um aumento do teor de FDA no primeiro e no segundo cortes, seguido de um ligeiro decréscimo para o terceiro corte. A adubação nitrogenada diminuiu os teores de FDA no segundo e no terceiro cortes; já a adubação potássica não resultou em variações nos teores de FDA.

Carnevali (1999) verificou para Tifton 85, Florakirk e Coastcross que pastos mais baixos apresentavam valores de FDA menores do que pastos mais altos, além de a proporção entre parede celular e conteúdo celular também variar da mesma forma. Esta observação corrobora os resultados obtidos neste trabalho, pois, com o avanço da maturidade, observaram-se alturas maiores e um aumento dos teores de FDA até 40 dias, estabilizando-se a partir de então.

4.2.3 Lignina

A lignina variou no capim de Rhodes quadraticamente ($P < 0,05$), apresentando valores médios na faixa que vai de 30,0 a 60,8 g kg⁻¹ (Tabela 9), para os cortes aos 20 e 70 dias, respectivamente (Figura 11). Houve um crescente aumento nos teores de lignina com o avançar da maturidade do capim. Seguindo a equação de regressão, os valores máximos de lignina são de 6,13 g kg⁻¹ aos 78 dias; este dado não foi observado, mas sim estimado pela análise de regressão, uma vez que o período experimental terminou com 70 dias de idade do capim.

Os teores de lignina encontrados por Shimojo et al. (1995) no capim de Rhodes aos 25, 41 e 74 dias de crescimento foram de 39,3; 73,6 e 83,4 g kg⁻¹, respectivamente, teores estes muito superiores aos encontrados no presente trabalho, mas a digestibilidade foi semelhante, apesar de a lignina ser altamente indigestível, segundo os mesmos autores.

Já os teores de lignina encontrados por Haffar & Alhadrami (1997) para o capim de Rhodes cv. Alimba e Pioneer foram semelhantes aos encontrados neste

trabalho, com teores de 48 g kg⁻¹ no verão e de 39 g kg⁻¹ no inverno para o segundo cultivar. Já para a cv. Alimba, foram observados teores menores que da cv. Pioneer, sendo de 33 e 26 g kg⁻¹ para o inverno e o verão, respectivamente. Segundo os autores, esses resultados se devem ao fato de a cv. Pioneer apresentar mais folhas do que a cv. Alimba.

O aumento da lignificação já foi proposto por diversos autores como sendo diretamente relacionado com o avanço da maturidade de gramíneas forrageiras (Palhano e Haddad, 1992).

Brown et al. (1988) explicaram o aumento da lignificação pelo aumento da parede celular, que pode estar relacionado com variações climáticas. Carnevalli (1999) encontrou diferenças nos teores de lignina de Tifton 85, Florakirk e Coastcross 1. Essas diferenças, segundo o autor, foram devidas a diferenças entre os cultivares e em função do tempo (de agosto a abril). Os mesmos autores, manejando *Cynodon* em diferentes alturas, não encontraram diferenças significativas nos teores de lignina, em função da altura do capim, mas sim nos meses de maior produção, devido à redução de folhas e ao aumento considerável de hastes e material morto.

Segundo Van Soest (1983), a lignina está diretamente relacionada com a celulose e a hemicelulose, restringindo o ataque das enzimas digestivas das bactérias e, conseqüentemente, diminuindo a digestibilidade da fibra.

Palhano & Haddad (1992), estudando a composição químico-bromatológica do capim Coastcross 1, em idades diferentes, concluíram que o aumento progressivo da fibra, com o avanço da maturidade, consiste no aumento da lignificação e da relação haste : folha, além do aumento na proporção de parede celular.

Figura 11. Teor de lignina (g kg⁻¹) na parte aérea do capim de Rhodes (*Chloris gayana* Kunth.) em função da idade de corte.

Contrariamente aos resultados do presente trabalho, Vendramini (1999) não encontrou diferenças significativas nos teores de lignina do capim Tifton 9 em seis idades de cortes diferentes. Esses valores encontram-se abaixo dos encontrados para o capim de Rhodes, apresentando até mesmo uma diminuição dos teores de lignina nesta gramínea. Valores semelhantes aos encontrados para o capim de Rhodes foram encontrados para Pensacola, Tifton 9 e Argentina, durante o período de verão, porém esses valores não apresentaram diferenças significativas com o avanço da maturidade dos referidos capins (Cuomo et al., 1996).

Plut & Melloti (1965) verificaram que o capim Jaraguá apresenta lignificação elevada no período de florescimento, o mesmo não acontecendo para o capim Gordura. Nascimento & Pinheiro (1975) encontraram o mesmo efeito de aumento de lignificação no período de florescimento do capim Jaraguá. Esses resultados corroboram os deste trabalho, já que o capim de Rhodes apresentou, aos 40 dias, um aumento no aparecimento de inflorescências, o que também foi observado para os teores de lignina na mesma idade.

Nakanishi et al. (1996) verificaram que o número de bocados por caprinos pastejando o capim de Rhodes foi maior nos estádios mais avançados do que para o pasto mais novo. Segundo esses autores, o maior número de bocados é resultante da maior mastigação necessária para triturar e deglutir hastes e folhas mais lignificadas, resultante da maturação. Isso pode ter reflexos na produção animal, uma vez que é necessário mais tempo pastejando e maior gasto de energia na atividade de pastejo, além de a digestibilidade ser menor para materiais mais lignificados.

4.2.4 Celulose

O teor de celulose, no presente trabalho, foi obtido pela diferença entre os teores de FDA e lignina, pois, segundo Van Soest (1994), o resíduo da análise gravimétrica com detergente ácido (FDA) recupera as frações celulose e lignina além de algumas frações menos digestíveis. Esses valores, para o capim de Rhodes, variaram cubicamente ($P < 0,05$), com diminuição da celulose a partir de 50 dias (Figura 12).

Os valores médios encontrados na Tabela 9 para a celulose no capim de Rhodes durante o período estudado, variaram de 306,9 a 384,9 g kg⁻¹ para as idades de 20 e 40 dias, respectivamente. Esses valores seguem a mesma variação da FDA, além de também ter apresentado uma variação cúbica, ambas as variáveis sofreram aumentos na porção fibrosa da planta (parede celular).

Os teores de celulose no capim de Rhodes para as cv. Alimba e Pioneer nos trabalhos de Haffar & Alhadrami (1997), foram um pouco inferiores aos encontrados no presente trabalho. Os mesmos autores afirmaram que o conteúdo de celulose é função direta da estação do ano, já que a celulose na cv. Alimba foi, em média, 30 g kg⁻¹ mais baixa no verão (304 g kg⁻¹) do que no inverno (269 g kg⁻¹). Já para a cv. Pioneer não houve diferença significativa entre as estações do ano, situando-se ao redor de 296 g kg⁻¹.

Figura 12. Teor de celulose (g kg⁻¹) na parte aérea do capim de Rhodes (*Chloris gayana* Kunth.) em função da idade de corte.

Os teores de celulose apresentados pelo capim de Rhodes aos 30 dias mostraram-se semelhantes aos encontrados por Moura (1980), que foram de 317,7; 355,3 e 355,3 g kg⁻¹ para de 45, 90 e 135 dias de crescimento da mesma gramínea. Isso demonstra que, nas condições deste ensaio, o capim de Rhodes apresentou maturação mais rápida que do autor acima. Mas, no presente experimento, os resultados estão de acordo com os encontrados por Yasman et al. (1977), que encontraram para a grama Florico aumentos nos teores de FDA e FDN em função da idade de corte. Esses aumentos são devidos aos acréscimos nos teores de hemicelulose, celulose e lignina. Essa afirmação está em concordância com os resultados deste ensaio, no qual foi observado um aumento progressivo nos teores de fibra do capim de Rhodes.

Brown et al. (1988) afirmaram que o teor de fibra das gramíneas tropicais aumenta, assim como o conteúdo dos componentes da parede celular, em função da maturidade da planta, fato que pode estar relacionado com variações climáticas.

Gomide et al. (1969) verificaram que os teores de celulose aumentaram significativamente com o avançar da maturidade em capim elefante, sempre verde, capim gordura, pangola, estrela e quicuiu, corroborando os resultados deste trabalho.

4.2.5 Fibra em Detergente Neutro

Os teores de FDN variaram cubicamente ($P < 0,05$), com aumentos já a partir de 20 dias (Figura 13), apresentando valores médios mínimos e máximos de 642,8 e 774,4 g kg⁻¹ para 20 e 40 dias, respectivamente (Tabela 9). A partir de 40 dias, houve uma queda nos valores de FDN encontrados e, segundo esses dados e a linha de tendência, houve uma estabilização nos teores de FDN no capim de Rhodes.

Segundo Haffar & Alhadrami (1997), a estação do ano afeta muito o teor de FDN no capim de Rhodes. Os mesmos autores encontraram teores de FDN significativamente maiores no verão do que no inverno; os teores foram maiores também para a cv. Pioneer do que para a cv. Alimba. A média foi de 768 e 758 g kg⁻¹ para a cv. Pioneer e Alimba no verão, e de 720 e 672 g kg⁻¹ para os mesmos cultivares no inverno.

Hernández et al. (1994) encontraram teores de fibra bruta semelhantes entre as hastes e o material morto significativamente maiores do que nas folhas do capim de Rhodes sob pastejo, porém os teores de fibra bruta não diferiram significativamente entre as porções superior e inferior da pastagem.

Regressões semelhantes foram encontradas por Domingues (1993), que observou para o capim Pensacola variações quadráticas para o FDN e cúbicas para a FDA. Já Castro (1997) e Palhano & Haddad (1992), estudando gramíneas do gênero *Cynodon*, encontraram variações quadráticas para essas duas variáveis. Gomide (1996) estudou cinco cultivares de *Cynodon* e encontrou aumentos nos teores de fibra até os 50 dias de idade; verificou que esse aumento ocorreu de forma linear.

A variação de FDN foi a mesma que para FDA no capim de Rhodes (cúbica), com estabilização posterior. A mesma correlação entre altura e FDA pode ser feita para a altura e FDN, pois foi observado que o capim de Rhodes apresentou-se mais alto em idades mais avançadas, com aumento nos teores de FDN e, conseqüentemente, maiores teores de parede celular e menor conteúdo celular, o que segue as observações de Carnevalli (1999) para Tifton 85, Florakirk e Coastcross. Ainda, o aumento nos teores de fibra, com o crescimento da forrageira, resulta em maior produção de matéria seca,

porém com maior proporção de colmos (Omaliko, 1980), o que corrobora as observações realizadas para o capim de Rhodes no presente trabalho, pelo qual o avanço da maturidade resultou em maiores produções, capim mais alto, maiores proporções de hastes, menos folhas e maiores teores de fibra.

Figura 13. Teor de fibra em detergente neutro (g kg⁻¹) na parte aérea do capim de Rhodes (*Chloris gayana* Kunth.) em função da idade de corte.

Contrariamente aos resultados apresentados para o capim de Rhodes nas condições do presente trabalho, Vendramini (1999) não encontrou variações significativas nos teores de FDA, FDN e lignina para o Tifton 9 em função de diferentes idades de crescimento. Cuomo et al. (1996) também não encontraram diferentes valores de FDN entre 20 e 40 dias de idade.

Os valores de FDN encontrados por Vendramini (1999) para Tifton 9 estão um pouco abaixo dos encontrados para o capim de Rhodes, apesar de este apresentar valores inferiores de FDN aos 20 e 30 dias de idade. Castro (1997) determinou que os teores de FDN em Florico estavam bem próximos dos valores encontrados neste experimento, sendo que, para o capim mais jovem, os teores de FDN em Florico estavam abaixo dos

teores do capim de Rhodes, mas em idades mais avançadas (a partir de 50 dias) apresentam-se bastante próximos.

Palhano & Haddad (1992), estudando o capim Coastcross 1 com diferentes idades de crescimento, encontraram valores de FDA e FDN maiores que os encontrados para o capim de Rhodes neste trabalho. Segundo os autores, o aumento progressivo da fibra é explicado pela maior lignificação e maior relação colmo : folha, além do aumento na proporção de parede celular com o avançar da idade do capim.

4.2.6 Hemicelulose

A hemicelulose, obtida pela diferença entre os teores de FDN e FDA encontrados para o capim de Rhodes, na Tabela 9, apresentaram valores médios entre 305,8 e 340,1 g kg⁻¹ para as idades de 20 e 50 dias, respectivamente.

Esses valores variaram cubicamente ($P < 0,05$), podendo-se verificar, na Figura 14.

Figura 14. Teor de hemicelulose (g kg⁻¹) na parte aérea do capim de Rhodes (*Chloris gayana* Kunth.) em função da idade de corte.

Carnevali (1999) encontrou pequenas variações nos teores de hemicelulose em Tifton 85, Florakirk e Coastcross 1. Essas variações seguiram as dos teores de lignina e celulose em função do tempo.

4.2.7 Proteína Bruta

Os teores médios de proteína bruta variaram quadraticamente ($P < 0,05$), em função da idade de corte do capim de Rhodes (Figura 14), havendo decréscimo dos teores de proteína bruta com o avançar da maturidade do capim. A variação nas médias de PB foi de 40,8 a 133,6 g kg⁻¹ para 70 e 20 dias, respectivamente (Tabela 9).

Figura 15. Teor de proteína bruta (g kg⁻¹) na parte aérea do capim de Rhodes (*Chloris gayana* Kunth.) em função da idade de corte.

A partir de 50 dias de idade, houve estabilização dos teores de PB no capim de Rhodes, sem ocorrerem grandes decréscimos dessa variável.

Moura (1980) trabalhou com capim de Rhodes e verificou que, aos 45 dias de crescimento, apresentou 111,5 g kg⁻¹, valor este bastante superior ao encontrado no presente trabalho para a idade semelhante do capim de Rhodes. O mesmo fato ocorreu

para os teores encontrados pelo mesmo autor aos 90 dias ($49,8 \text{ g kg}^{-1}$) e aos 135 dias ($51,4 \text{ g kg}^{-1}$). Nas condições do presente ensaio, o capim de Rhodes perdeu em PB mais rapidamente, pois foi observado que, já aos 50 dias, os teores se aproximaram do que foi verificado pelo autor aos 90 e 135 dias.

Os teores de PB encontrados no capim de Rhodes por Hernández et al. (1998) foram inferiores aos encontrados no presente trabalho até a idade de 40 dias, no qual se obteve um teor médio de 70 g kg^{-1} .

Os teores de PB encontrados no capim de Rhodes por Haffar & Alhadrami (1997) foram mais baixos para a cv. Pioneer (61 a 64 g kg^{-1}). Já para a cv. Alimba a PB foi mais alta (97 a 98 g kg^{-1}), mas esses valores encontram-se abaixo dos teores de PB encontrados neste trabalho para as idades de 20 e 40 dias para as cv. Alimba e Pioneer, respectivamente.

O teor de PB no capim de Rhodes cv. TUC La Oriental, segundo Toll Vera (1995), está ao redor de 73 g kg^{-1} , sendo $71,2$; $70,3$ e $75,8 \text{ g kg}^{-1}$ na primavera, no verão e no outono, respectivamente. Esses valores são semelhantes aos encontrados no presente trabalho, aos 40 dias de crescimento. O mesmo autor encontrou teores de PB de 75 , 60 e 50 g kg^{-1} aos 30, 45 e 68 dias de crescimento, respectivamente, para o capim de Rhodes cv. Comum. Aos 30 dias, o teor de PB foi superior ao deste trabalho, igualando-se aos 45 dias e tornando-se menor aos 68 dias. Já para o capim de Rhodes cv. TUC La Oriental, os teores foram de 85 , 70 e 60 g kg^{-1} aos 30, 45 e 60 dias, respectivamente, sendo que aos 30 e 45 dias o teor de PB, neste ensaio, foi semelhante aos teores encontrados por esse autor, e aos 60 dias foi menor.

A PB foi significativamente maior nas folhas do que nas hastes e no material morto, no capim de Rhodes sob pastejo, não havendo diferença significativa entre a PB das hastes e do material morto. Teores de PB significativamente maiores também foram encontrados para as porções superiores do pasto de capim de Rhodes, comparando-se com as porções inferiores da pastagem (Hernández et al., 1994).

A diminuição dos teores de PB em forrageiras também foi observada por Castro (1997) para o Florico, por Vieira (1998) para Florakirk, por Vendramini (1999) para

Tifton 9, em função da idade de corte dos referidos capins. Os valores observados por Vendramini (1999), aos 20 dias são inferiores aos do capim de Rhodes, mas, a partir dessa data, os valores foram superiores, apresentando uma diminuição linear da PB. Vieira (1998) encontrou valores médios de PB maiores, ao longo do tempo, para Florakirk, que os obtidos para o capim de Rhodes neste trabalho.

Plut & Melloti (1965) verificaram que o teor de proteína bruta do capim Jaraguá caiu no estágio de florescimento, o que também pôde ser observado neste ensaio, no qual se observou que o aparecimento de inflorescências ocorreu mais acentuadamente a partir de 40 dias, culminando com a queda brusca de PB a partir de 50 dias.

Essa variação dos teores de PB, decrescendo com o passar do tempo, é provavelmente devida ao efeito de diluição da PB na maior produção de matéria seca de capins com mais idade (Palhano e Haddad, 1992). Outra explicação pode ser que a variação de PB nas gramíneas se deve a causas fisiológicas, como exportação de nutrientes para locais de maior atividade (Sampaio, 1973), a possível fixação do N em estruturas da parede celular (Van Soest, 1982), a maior presença de folhas velhas ou mortas no material coletado nas idades mais avançadas e ao aumento na proporção de hastes, cuja concentração protéica é inferior à das folhas, devido à diminuição na concentração protéica nas frações folha e haste (Minson, 1992), e à maior produção e acúmulo de matéria seca, causando efeito de diluição de proteínas e minerais (Gomide, 1976).

Essas afirmações foram comprovadas por Carnevalli (1999), que observou efeito de tempo (de agosto a abril) e altura (05, 10, 15 e 20 cm) dos capins Tifton 85, Florakirk e Coastcross 1. Os teores de proteína bruta encontrados para esses capins estão acima dos encontrados para o capim de Rhodes nas condições deste experimento e apresentaram valores mais elevados a partir de fevereiro. A mesma autora verificou que os pastos mais baixos apresentam teores de proteína bruta mais elevados, mantendo uma tendência de queda da PB com a elevação da altura do pasto. Essa tendência também foi observada no presente trabalho com o capim de Rhodes que, com o avançar da idade, sofreu aumento na altura, com conseqüente diminuição dos teores de PB.

Ainda, os resultados encontrados, referentes à porcentagem de folhas, hastes e material morto da porção fibrosa (FDA, FDN, celulose, hemicelulose e lignina) e à produção de matéria seca, em função da idade, relacionados com as variações de PB, seguem as tendências das afirmações descritas acima.

A PB é função direta do teor de N ($PB = \text{teor de N} \times 6,25$), sendo que a variação na sua concentração é o que realmente se altera do ponto de vista analítico (AOAC, 1995). Sendo assim, fertilizações nitrogenadas crescentes elevam o teor de PB das forrageiras; já adubações potássicas crescentes diminuem o teor de nitrogênio na parte aérea das gramíneas (Martin, 1997).

Seguindo as recomendações de alguns autores, o teor mínimo de PB para que não ocorra redução no consumo de matéria seca, em função da deficiência de N na dieta, é de 70 g kg^{-1} , o que, neste estudo, foi encontrado até a idade de 40 dias. Até esta idade, o teor de PB do capim de Rhodes não seria o responsável por possíveis quedas no consumo de matéria seca pelos bovinos em manutenção, em todas as idades (Milford & Minson, 1966; Raymond, 1969; Ulyatt, 1973). Para bovinos leiteiros, as exigências para animais em crescimento, dos 6 aos 12 meses de idade, são de 140 g kg^{-1} e, acima de 12 meses, são de 120 g kg^{-1} , o que foi atingido pelo capim de Rhodes neste ensaio aos 20 dias de idade, somente para esta segunda categoria (NRC, 1988). Para os eqüinos em crescimento, as exigências de potros, dos 6 aos 12 meses de idade, são de 145 g kg^{-1} , o que não foi atingido pelo capim de Rhodes, estando o valor, aos 20 dias de idade ($133,6 \text{ g kg}^{-1}$), próximo da exigência mínima (NRC, 1989). Para bovinos de corte em crescimento, a exigência é de 105 g kg^{-1} , o que foi encontrado para o capim de Rhodes somente até a idade de 26 dias, segundo a equação de regressão polinomial.

Segundo Forbes (1995), a exigência mínima de PB necessária para não haver queda do consumo pelos bovinos de corte e pelas vacas em lactação é de 80 e 120 g kg^{-1} , respectivamente, valores estes atingidos somente nas idades de 20 e 30 dias pelo capim de Rhodes.

4.3 Digestibilidade verdadeira *in vitro* da matéria seca, da matéria orgânica e produção de matéria seca digestível

Os teores encontrados para a digestibilidade verdadeira *in vitro* da matéria seca e da matéria orgânica, assim como a produção de matéria seca digestível na parte aérea do capim de Rhodes, encontram-se na Tabela 10.

Tabela 10. Teores de digestibilidade verdadeira *in vitro* da matéria seca e da matéria orgânica e produção de matéria seca digestível, pelo capim de Rhodes (*Chloris gayana* Kunth.) em função da idade de corte.

Idade	DVIVMS ¹	DVIVMO ²	MSD ³
	g kg^{-1}		g m^{-2}
20	734,9	725,1	169,06
30	671,7	654,1	250,37
40	579,0	561,5	304,71
50	525,6	512,4	287,86
60	478,8	457,3	338,79
70	472,1	456,8	324,17
C.V. (%)	2,36	2,65	14,78

¹ digestibilidade verdadeira *in vitro* da matéria seca;

² digestibilidade verdadeira *in vitro* da matéria orgânica;

³ produção de matéria seca digestível.

Os valores médios de DVIVMS decresceram cubicamente ($P < 0,05$), até 60 dias (Figura 16). Com o avançar da maturidade, a DVIVMS foi caindo (Tabela 10), partindo de 734,9 a 472,1 g kg^{-1} , de 20 a 70 dias, respectivamente.

Figura 16. Digestibilidade verdadeira *in vitro* da matéria seca (g kg⁻¹) na parte aérea do capim de Rhodes (*Chloris gayana* Kunth.) em função da idade de corte.

Masuda (1977) relatou que a digestibilidade do capim de Rhodes variou de 320 a 750 g kg⁻¹ no Japão, enquanto na Austrália esses valores foram de 500 a 660 g kg⁻¹, muito inferiores aos encontrados no presente ensaio. Tagari & Bem-Ghedalia (1977) obtiveram digestibilidades da matéria seca variando de 620 a 731 g kg⁻¹ para o capim de Rhodes irrigado e colhido a cada 21 dias, valores mais próximos dos encontrados nas condições deste experimento. Valores semelhantes aos apresentados acima foram encontrados por Sleper (1974), que estudando a qualidade de 88 novas introduções de capim de Rhodes, observou que a digestibilidade média da matéria seca, para crescimento de duas semanas, era de 740 g kg⁻¹, enquanto ela decresceu para 620 g kg⁻¹ quando o intervalo entre cortes aumentou para 6 semanas. Silva & de Faria (1995), encontraram variações de DIVMS de capim de Rhodes no semi-árido de Pernambuco variando de 400 a 856 g kg⁻¹, com média de 542 g kg⁻¹, sendo este valor superior aos deste trabalho somente a partir de 50 dias.

Shimojo et al. (1995) encontraram DIVMS de 696,8; 522,4 e 449,7 g kg⁻¹ no capim de Rhodes cortado aos 25, 41 e 74 dias de crescimento, teores bastante semelhantes aos obtidos neste trabalho.

Toll Vera (1995) recomenda que o capim de Rhodes deva ser pastejado a uma frequência de 45 a 60 dias, deixando-se um resíduo de 10 a 15 cm, para que não ocorram prejuízos na produção de matéria seca e na qualidade e digestibilidade da forragem. Segundo o mesmo autor, o capim de Rhodes cv. Comum apresenta digestibilidade de 560, 530 e 510 g kg⁻¹ aos 30, 45 e 68 dias de crescimento; para a cv. TUC La Oriental, de 570, 540 e 520 g kg⁻¹ aos 30, 45 e 60 dias de intervalo entre cortes. Percebe-se que, aos 30 dias, os valores de DIVMS, no presente trabalho, foram superiores aos encontrados por esse autor; já aos 45 dias esses valores foram semelhantes e, em idade mais avançada (60 e 68 dias), inferiores.

Já Moura (1980) obteve valores mais elevados de DIVMS para o capim de Rhodes, que aos 45, 90 e 135 dias de crescimento apresentou 599,5; 534,6 e 460,4 g kg⁻¹. Valores semelhantes foram alcançados em idades menos avançadas, nas condições deste trabalho.

A DIVMS encontrada por Hernández et al. (1994) foi significativamente maior nas folhas do capim de Rhodes pastejado do que nas hastes e no material morto, não ocorrendo diferenças significativas entre os dois últimos. Diferença maior também foi encontrada pelos autores entre as porções superior e inferior da pastagem.

Corsi (1982) verificou que a DIVMS do capim de Rhodes decresceu linearmente com o avanço da maturidade; neste trabalho, seguiu uma tendência cúbica ($P < 0,05$), e os teores encontrados foram de 762, 863, 678, 672 e 608 g kg⁻¹ com duas, três, quatro, seis e sete semanas de crescimento, respectivamente, num primeiro ano de estudo. Esses valores são superiores aos encontrados neste ensaio em idades semelhantes. Já para o segundo ano de estudo, os valores foram semelhantes aos encontrados para o capim de Rhodes nas condições deste experimento. O mesmo autor detectou efeito do ano na DIVMS do capim de Rhodes.

Segundo Van Soest (1994), de um ponto de vista físico-químico, a digestibilidade é função do acúmulo de nutrientes disponíveis. Apesar de *in vitro* obter-

se uma estimativa direta e realista da digestibilidade, é uma técnica lenta, cara e menos reproduzível que a análise de fibra.

A DVIVMS seguiu a mesma tendência dos teores de PB e porcentagem de folhas ao avançar a maturidade do capim de Rhodes, ou seja, quanto mais velho o capim, menor é a DVIVMS, mais baixa é a PB e menor é a porcentagem de folhas para o capim de Rhodes, nas condições apresentadas.

A participação da haste no valor nutritivo da dieta é importante, porém a participação de folhas em senescência e material morto, que são partes da planta menos selecionadas pelos animais, tem papel decisivo no valor nutritivo da dieta (Carnevali, 1999). Essa relação está diretamente relacionada com a digestibilidade do material, uma vez que ela, como outros fatores, determina o valor nutritivo de um alimento.

Palhano & Haddad (1992) observaram DIVMS em Coastcross 1 de 690 g kg^{-1} cortado a cada quatro semanas e adubado com $250 \text{ kg de N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. Martin (1997) não encontrou diferença na DIVMS de Tifton 85 e Coastcross 1, cortado aos 44 dias, sendo que a DIVMS do primeiro foi maior que a do Coastcross 1. Waite (1970) e Blaser (1964), relataram aumentos da DIVMS com a adubação nitrogenada, mas Van Soest (1994) discorda dessa afirmação.

Vieira (1998) encontrou declínio quadrático da DVIVMS e da DVIVMO de Florakirk, com o avanço da maturidade. Monson & Burton (1982) e Holt & Conrad (1986) também observaram declínios na digestibilidade de gramas bermuda com o aumento da idade de corte, o que também foi observado em condições de pastejo (Mislevy et al., 1988; Adjei et al, 1989; Pedreira, 1995). Carnevali (1999) encontrou valores mais elevados de digestibilidade para pastos de Cynodon manejados a 5 cm de altura, em comparação com os de 10, 15 e 20 cm.

O decréscimo da DVIVMS e da DVIVMO deve-se ao aumento no conteúdo de parede celular (aumento dos teores de FDN e FDA), associado a um acréscimo na sua lignificação, uma vez que a lignina é considerada indigestível. Buxton & Redfearn (1997) consideram a concentração de fibra como o principal fator limitante da digestibilidade e, segundo Van Soest (1994), o efeito da fibra sobre ela depende da sua associação com a lignina.

Vendramini (1999) encontrou valores decrescentes de lignina para o Tifton 9, em diferentes maturidades, mas a DIVMS obtida pelo autor não variou significativamente, mantendo-se constante em 55 dias de crescimento do capim. Já Castro (1997) verificou declínios quadráticos da DVIVMS para a grama Florico, em função da idade de corte, concordando com Vieira (1998).

A DVIVMS abaixo de 650 g kg^{-1} é considerada por Moore & Mott (1973) como um fator limitante ao consumo, o que foi observado no capim de Rhodes, no presente experimento, a partir de 40 dias. Palhano & Haddad (1992) verificaram que esse valor foi atingido aos 33 dias de crescimento do Coastcross 1.

Decréscimos na digestibilidade e alterações na composição química das forragens são influenciados pela idade da planta e pelo aumento no teor de fibra em detergente neutro, sendo estes associados ao decréscimo nos teores de PB e digestibilidade da planta (Pedreira, 1995).

As produções de matéria seca digestível foram obtidas pelo produto entre as médias de produção de matéria seca e as médias de digestibilidade *in vitro* da matéria seca em cada idade. Os valores da produção de matéria seca digestível aumentaram entre 20 e 40 dias de forma quadrática ($P < 0,05$), não mais diferindo estatisticamente a partir de 30 dias, o que se pode verificar na Tabela 10 e na Figura 17. As médias de produção de matéria seca digestível mostradas na Tabela 10 apresentaram variações entre 169,61 e $338,79 \text{ g kg}^{-1}$, para 20 e 60 dias, respectivamente, com tendência de variação quadrática ($P < 0,05$), em função da idade de corte.

O acréscimo da produção de matéria seca digestível a partir de 60 dias deve-se ao aumento da produção de matéria seca, e não à digestibilidade do material, uma vez que, a partir dessa idade, houve estabilização na DVIVMS do capim de Rhodes.

Figura 17. Produção de matéria seca digestível (MSD) (g m⁻²) na parte aérea do capim de Rhodes (*Chloris gayana* Kunth.) em função da idade de corte.

Os resultados de Domingues (1993), trabalhando com Pensacola, enquadraram-se numa regressão polinomial quadrática, assim como neste experimento, para o capim de Rhodes, enquanto Castro (1997), com Florico, e Vendramini (1999), com Tifton 9, encontraram variações seguindo uma regressão polinomial cúbica. Os valores de produção de matéria seca digestível do capim de Rhodes, nessas condições, foram inferiores aos resultados alcançados por Castro (1997), que obteve 535 g m⁻² aos 60 dias de crescimento. Já os resultados encontrados por Vendramini (1999) mostraram-se inferiores aos encontrados para o capim de Rhodes nas condições deste experimento, igualando-se somente a partir dos 41 dias de crescimento, o que equivaleu, para o capim de Rhodes, à idade de 40 dias.

Esses valores levam a considerações de que o manejo de cortes do capim de Rhodes deverá estar mais relacionado com o valor nutritivo da forragem do que com a quantidade de matéria seca produzida, dando ênfase à produção e ao crescimento de novas folhas e de alta digestibilidade.

Os resultados obtidos para a DVIVMO seguem uma variação que se enquadra numa regressão polinomial quadrática ($P < 0,05$), decrescendo com o avançar da idade do capim, o que pode ser visualizado na Figura 18. Da mesma forma que para a DIVMS, houve decréscimos dos 20 até 60 dias de crescimento. Os valores médios máximos e mínimos encontrados, apresentados na Tabela 10, foram de 725,1 a 456,8 g kg⁻¹, para 20 e 70 dias de idade, respectivamente.

Devido à solubilização da sílica em detergente neutro (Van Soest, 1994), os valores de DVIVMS foram superiores aos de DVIVMO, o que foi encontrado também na grama estrela Florico e Florakirk, por Castro (1997) e Vieira (1998), respectivamente. Esses mesmos autores observaram variações, seguindo análise de regressão polinomial quadrática, que também ocorreu com o capim de Rhodes no presente experimento.

Figura 18. Digestibilidade verdadeira *in vitro* da matéria orgânica (g kg⁻¹) na parte aérea do capim de Rhodes (*Chloris gayana* Kunth.) em função da idade de corte.

Hernández et al. (1994) encontraram diferença significativa ($P < 0,05$) para a DIVMO nas folhas do capim de Rhodes. Ela foi maior para as folhas do que para as hastes e o material morto, seguindo a mesma tendência da DIVMS. A mesma situação

ocorreu para a DIVMO nas porções superiores do pasto, que se apresentou maior ($P<0,05$) do que nas porções inferiores da pastagem.

A mesma variação que Moura (1980) observou para a DIVMS, ocorreu para a DIVMO, que apresentou valores e tendências semelhantes aos encontrados nas condições do presente ensaio, em idades mais avançadas. Os valores da DIVMO do capim de Rhodes encontrados pelo mesmo autor foram de 593,5; 550,9 e 454,0 g kg⁻¹ para 45, 90 e 135 dias de crescimento, respectivamente.

4.4 Composição química

A composição química do material coletado refere-se aos teores de cinzas, de ácido cianídrico – HCN (Tabela 11) e de macroelementos, suas interações, e de microelementos (Tabelas 11, 12 e 13, respectivamente) encontrados na parte aérea do capim de Rhodes em diferentes idades de corte. Os resultados dos macro e microelementos minerais são relativos às análises de rotina do Laboratório do Departamento de Solos e Nutrição de Plantas.

Tabela 11. Teores de cinzas e ácido cianídrico (HCN) na parte aérea do capim de Rhodes (*Chloris gayana* Kunth.) em função da idade de corte.

Dias de crescimento	Cinzas	HCN
	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹
20	118,2	0,56
30	94,4	1,35
40	84,1	1,51
50	81,3	1,18
60	85,4	1,04
70	83,4	0,58
C.V. (%)	5,49	40,38

4.4.1 Teor de Cinzas

Os teores médios de cinzas (Figura 19) variaram de 81,3 a 118,2 g kg⁻¹ para 50 e 20 dias de crescimento, respectivamente, conforme a Tabela 11. Essa variação ocorreu seguindo uma curva cúbica ($P < 0,05$).

Os resultados obtidos no presente ensaio demonstram que o teor de cinzas diminui com o avanço da maturidade do capim, o que foi descrito também por Haag (1984). Monteiro (1986) cita que fatores como adubação, correlação entre nutrientes, época do ano e características dos tecidos vegetais influenciam a concentração de minerais nas espécies forrageiras.

Já Haffar & Alhadrami (1997) afirmaram que o teor de cinzas variou proporcionalmente à variação do teor de matéria seca no capim de Rhodes. No presente ensaio, houve tendências contrárias entre os dois parâmetros estudados, já que o teor de MS aumentou com o avançar da maturidade, e o teor de cinzas diminuiu com o tempo no capim de Rhodes. Esses mesmos autores citam que o teor de cinzas do capim de Rhodes cv. Pioneer é maior (100 g kg⁻¹) que o da cv. Alimba (89,3 g kg⁻¹), valores esses inferiores aos encontrados neste trabalho para as idades de 20 e 30 dias, respectivamente.

Os resultados de cinzas neste estudo decresceram seguindo a mesma variação encontrada por Domingues (1993), trabalhando com capim Pensacola, por Castro (1997), com Florico, e por Vieira (1998), com Florakirk. Em contrapartida, Vendramini (1999) não verificou declínio muito evidente nas concentrações de cinzas de Tifton 9, sendo que essas concentrações decresceram somente até o 34º dia, voltando a aumentar a partir de então.

A queda nos teores de matéria mineral encontrados no presente ensaio deve-se, provavelmente, ao aumento crescente da produção de matéria seca, ou seja, ocorre um efeito de diluição dos teores de minerais em função da matéria seca produzida e acumulada. Esse mesmo efeito foi observado por Gomide (1976), que encontrou queda dos teores de minerais nas plantas em função da sua maturidade. Foi melhor observado

por Vieira (1998), que encontrou teores de cinzas decrescendo linearmente com o avanço da maturidade do capim.

Figura 19. Teor de cinzas (g kg⁻¹) na parte aérea do capim de Rhodes (*Chloris gayana* Kunth.) em função da idade de corte.

4.4.2 Ácido Cianídrico

Os teores de HCN encontrados no presente trabalho para o capim de Rhodes variaram seguindo uma regressão polinomial quadrática ($P < 0,05$), o que se pode ver na Figura 20.

Não existem citações na literatura sobre a possibilidade de o capim de Rhodes apresentar HCN em sua composição química, porém isso foi investigado neste trabalho, uma vez que foi identificada a presença de ácido oxálico na Índia, mas nenhum caso de intoxicação animal foi registrado (Skerman & Riveros, 1992).

Figura 20. Teor de ácido cianídrico (HCN) (mg kg⁻¹) na parte aérea do capim de Rhodes (*Chloris gayana* Kunth.) em função da idade de corte.

Os valores alcançados neste experimento contrastam com aqueles encontrados por Castro (1997) e Vieira (1998), que obtiveram teores mais elevados de HCN para Florico e Florakirk, respectivamente, principalmente em idades mais jovens. Esses autores referenciam a diminuição do HCN com o avançar da idade como sendo consequência do efeito de diluição em função do aumento da produção de matéria seca. Ainda, os valores de HCN no capim de Rhodes estão muito abaixo daqueles encontrados por esses autores, sendo superiores a 70 mg kg⁻¹ para Florico e acima de 20 mg kg⁻¹ para Florakirk.

Diversos fatores alteram os teores de HCN na planta. Um deles é a precipitação, pois, segundo diversos autores (Tapper & Reay, 1973; Crowder & Chheda, 1982; Harris & Shearer, 1994 e Castro 1997), sob baixa precipitação, os teores de HCN aumentam. Outros fatores são: estágio de crescimento, clima, adubação nitrogenada e manuseio do material vegetal (Schroder, 1977). Segundo Vieira (1998), o declínio na concentração de HCN pode ser devido à queda na concentração de N na planta, ocorrida com o aumento da idade de corte.

Os teores de HCN no capim de Rhodes, neste trabalho, encontram-se muito abaixo da faixa considerada letal, que é de 200 mg kg^{-1} , e do limite máximo de segurança para pastejo, que é de 100 mg kg^{-1} (Herrera, 1996). Castro (1997) observou que, aos 50 dias de idade, o Florico apresentou $109,01 \text{ mg kg}^{-1}$ de HCN, valor superior ao considerado adequado para pastejo. Vieira (1998) não encontrou valores superiores ao limite de 100 mg kg^{-1} para Florakirk, entre 20 e 70 dias de idade.

Tapper & Reay (1973) citam que o HCN pode ser um fator de baixa palatabilidade de alguns alimentos, o que se observa pela pequena aceitação de gramíneas que apresentam teores de HCN mais elevados do que o capim de Rhodes sob pastejo, por parte dos eqüinos. A confecção de feno elimina esse fator, uma vez que não há problemas de palatabilidade de feno de Florico pelos eqüinos, alimento praticamente livre de HCN (Castro, 1997). Esse fato corrobora o que se observou neste trabalho, uma vez que não se tem relatos de rejeição do capim de Rhodes pelos animais.

Durand & Komisarczuk (1988) citam que o excesso de S na planta pode detoxicar o HCN, pois, atendidas as exigências animais, o excesso de S, superando a relação de 1,2 g de S por grama de HCN, forma o composto tiocianeto, não-tóxico.

4.4.3 Macro elementos

As variações dos macroelementos minerais no capim de Rhodes, com o avançar da sua maturidade, serão demonstradas a seguir, com a discriminação de cada um dos elementos. As variações ocorreram sempre de forma decrescente para todos os macroelementos minerais estudados, mas uma tendência geral foi observada: a partir de 50 dias de idade, houve redução da diminuição dos teores dos minerais e, em alguns casos, até um pequeno aumento numérico das suas concentrações na parte aérea do capim de Rhodes.

Segundo alguns autores, o decréscimo de macroelementos na parte aérea das forrageiras deve-se ao efeito de diluição, em função do aumento da produção de matéria seca pela morte de folhas velhas, devido ao sombreamento pelas folhas mais novas, ao aumento na proporção de material morto em idades mais avançadas e ao aumento na

relação haste : folha do capim (Gomide, 1976; Wilson & Mannetje, 1978, Mengel & Kirkby, 1987; Norton, 1982).

Tabela 12. Teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre na matéria seca da parte aérea do capim de Rhodes (*Chloris gayana* Kunth.) em função da idade de corte.

Dias de crescimento	N	P	K	Ca	Mg	S
	g kg ⁻¹					
20	21,38	3,82	21,34	4,27	1,24	4,34
30	13,37	3,22	18,83	3,21	0,91	3,68
40	11,31	2,96	19,29	2,71	0,82	3,50
50	7,88	2,65	15,40	2,65	0,65	2,47
60	6,94	2,59	15,28	2,55	0,65	2,53
70	6,53	2,67	15,41	2,65	0,62	2,26
C.V. (%)	18,72	10,06	10,89	17,96	10,83	15,06

4.4.3.1 Nitrogênio

Os teores médios de N na parte aérea do capim de Rhodes, no presente experimento, estão listados na Tabela 12 e variaram de 21,37 a 6,53 g kg⁻¹, para 20 e 70 dias, respectivamente. Essa variação enquadrou-se em uma regressão polinomial quadrática ($P < 0,05$), como se pode ver na Figura 21, com o decréscimo do teor de N com o avanço da idade de corte.

Os valores de N encontrados no presente trabalho estão abaixo daqueles alcançados por Jones et al. (1995a), que obtiveram, em dois experimentos com capim de Rhodes cortado aos 31 dias, valores médios de N maiores (16,2 e 30,6 g kg⁻¹, respectivamente), mas que se mostraram superiores, até os 30 dias, àqueles encontrados por Silva & De Faria (1995) para o capim de Rhodes (13,0 g kg⁻¹), sendo que, a partir dessa idade, tornaram-se inferiores aos teores encontrados pelos autores acima.

Figura 21. Teor de nitrogênio (g kg^{-1}) na parte aérea do capim de Rhodes (*Chloris gayana* Kunth.) em função da idade de corte.

Os teores de N encontrados por Cowan et al. (1995c), quando foram aplicados 600 kg N ha^{-1} , mostraram-se semelhantes aos teores de N aos 20 dias, no presente trabalho. Quando foram aplicados 300 kg N ha^{-1} , sem qualquer aplicação de N, foram semelhantes aos encontrados neste ensaio, com 30 dias. Em Cowan et al. (1995a), os teores de N nas folhas do capim de Rhodes foram semelhantes aos encontrados nos trabalhos de Cowan et al. (1995c). Já a aplicação de 600 kg N ha^{-1} resultou em teores de N nas hastes semelhantes aos de 60 e 70 dias para a planta toda neste trabalho, e a aplicação de 0 e 300 kg N ha^{-1} resultou em teores de N nas hastes inferiores aos encontrados para 70 dias.

Prakash et al. (1994) encontraram variações de $9,6$ a $12,4 \text{ g kg}^{-1}$ no capim de Rhodes e detectaram aumentos crescentes do teor de N em função de fertilização nitrogenada; o maior teor de N foi obtido em função da aplicação de 120 kg N ha^{-1} . Esses valores são inferiores aos encontrados no presente trabalho até a idade de 30 dias.

Corsi (1982) encontrou teores de N na matéria seca do capim de Rhodes superiores aos obtidos neste trabalho, mas seguindo uma tendência linear de decréscimo,

com o avançar da maturidade do capim; já neste trabalho, seguiram uma tendência cúbica ($P < 0,05$). A variação encontrada pelo mesmo autor foi de 31,3 a 12,0 g kg⁻¹ para idades de duas e sete semanas, respectivamente, no primeiro ano, e de 31,5 a 11,8 g kg⁻¹ para idades de uma e sete semanas, respectivamente, no segundo ano. Esses valores são superiores aos encontrados para o mesmo capim, nas condições do presente ensaio.

Essa variação decrescente dos teores de N com o aumento da maturidade do capim de Rhodes está de acordo com as observações de Gomide (1976), que atribuiu esse fato principalmente a um efeito de diluição desse elemento na quantidade total de matéria seca produzida e acumulada. Essas mesmas observações foram feitas por Caro-Costas et al. (1972a) e Castro (1997), com o Florico; por Domingues (1993), com Pensacola; por Vieira (1998), com Florakirk; e por Vendramini (1999), com Tifton 9. Todos esses autores concluíram que a diminuição dos teores de N na parte aérea das forrageiras estudadas ocorreu em função do aumento na produção de matéria seca apresentada pelos respectivos capins. Diferenças climáticas também podem ter influenciado os teores de N apresentados pelos autores citados, assim como os teores de N no capim de Rhodes, nas condições deste trabalho (Martin & Matocha, 1973), e a disponibilidade desse elemento no meio (Mengel & Kirkby, 1987).

Decréscimos lineares para o Coastcross 1 foram encontrados por Palhano e Haddad (1992), com a variação de idade do capim de 20 a 70 dias. O valor máximo foi encontrado aos 20 dias de idade, o que está de acordo com os resultados obtidos para o capim de Rhodes no presente trabalho.

Os teores médios encontrados por Castro (1997) e Vieira (1998), estudando gramíneas do gênero *Cynodon*, foram mais elevados do que os obtidos para o capim de Rhodes neste experimento. Essas variações devem-se, provavelmente, a diferenças entre as espécies e à disponibilidade do elemento no meio (Gomide, 1976; Mengel & Kirkby, 1987).

Segundo Van Soest (1994), os minerais, assim como a digestibilidade e o conteúdo celular, declinam com o tempo, ocorrendo uma diminuição do tecido metabólico, o que ocorreu neste experimento com relação ao N.

4.4.3.2 Fósforo

A variação do P no capim de Rhodes decresceu com o aumento da maturidade (Tabela 12); os valores médios máximos encontrados foram aos 20 dias de idade ($3,82 \text{ g kg}^{-1}$), e os valores médios mínimos, aos 60 dias, com $2,59 \text{ g kg}^{-1}$. Essa queda dos teores de P seguiu uma tendência quadrática ($P < 0,05$), de acordo com a análise de regressão polinomial, como pode ser visto na Figura 22.

Os teores de P apresentados acima para o capim de Rhodes são mais elevados que os obtidos por Jones et al. (1995a). Os valores médios de P encontrados por esses autores no capim de Rhodes, aos 31 dias de idade, foram de $2,45$ e $2,44 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente, em dois experimentos. O mesmo aconteceu com relação aos teores encontrados por Silva & De Faria (1995), situados ao redor de $0,6 \text{ g kg}^{-1}$, em média, para o capim de Rhodes cortado em diferentes idades e épocas do ano no semi-árido de Pernambuco.

Os teores de P encontrados por Cowan et al. (1995c), quando foram aplicados 300 e 600 kg N ha^{-1} , mostraram-se inferiores aos teores deste trabalho. Já quando não foi feita qualquer aplicação de N, apresentaram-se semelhantes aos teores obtidos neste trabalho, indicando que a fertilização nitrogenada pode ter prejudicado a absorção de P.

Cowan et al. (1995a) encontraram teores de P semelhantes aos deste experimento nas folhas de capim de Rhodes somente quando não foi feita aplicação de fertilizantes nitrogenados. Quando foram aplicados 300 e 600 kg N ha^{-1} , os teores de P nas folhas do capim de Rhodes apresentaram-se inferiores aos do presente trabalho para a planta toda. Essa diferença no teor de P nas folhas, em função da adubação nitrogenada, foi também verificada para as hastes, com maior intensidade, sendo que elas apresentaram teores similares aos de 20 dias, com 0 kg N ha^{-1} , e a aplicação de N resultou em drástica queda de P nas hastes.

Os teores de P nas folhas do capim de Rhodes encontrados por Hernández et al. (1994) foram significativamente maiores ($P < 0,05$) do que nas hastes e no material

morto. Já para as porções inferiores e superiores da pastagem não foi detectada diferença significativa nos teores de P ($P>0,05$).

Prakash et al. (1994) encontraram teores de P variando de 0,9 a 1,3 g kg⁻¹ e verificaram que adubações nitrogenadas resultaram em decréscimo de P na matéria seca do capim de Rhodes. Os teores de P obtidos neste trabalho são muito superiores aos encontrados pelos autores acima.

Corsi (1982) encontrou teores de P no capim de Rhodes um pouco inferiores aos obtidos neste experimento, com decréscimos com o avançar da maturidade. Os teores encontrados pelo autor variaram de 3 a 2,4 g kg⁻¹ para o primeiro ano, com duas e sete semanas, respectivamente, e de 3,6 a 1,8 g kg⁻¹ para duas e sete semanas, no segundo ano de avaliação.

As variações quadráticas para o P no capim de Rhodes, no presente trabalho, seguem a mesma tendência que a do capim Florico (Castro, 1997). Já Vieira (1998) e Vendramini (1999) encontraram decréscimos lineares para Florakirk e Tifton 9, respectivamente. Os teores obtidos por Castro (1997) e Vieira (1998), para Florico e Florakirk, respectivamente, foram superiores aos encontrados para o capim de Rhodes nas condições deste experimento. Já os teores de P encontrados para o Tifton 9 foram inferiores (Vendramini, 1999) aos do capim de Rhodes neste estudo.

Martinez (1980) estudou os níveis críticos internos de fósforo para algumas espécies forrageiras (*Brachiaria decumbens*, *B. humidicola*, *Digitaria decumbens*, *Hyparrhinea rufa*, *Melinis minutiflora*, *Panicum maximum*, *Penisetum purpureum*), que se situaram na faixa de 2,5 g kg⁻¹. Os resultados encontrados para o capim de Rhodes apresentaram-se superiores a esse valor durante todo o período experimental.

O declínio nos teores de P apresentado pelo capim de Rhodes com o decorrer da maturidade está de acordo com as afirmações de Gomide (1976), que atribui esse fato a um efeito de diluição, em função do aumento da produção de matéria seca com o avanço da idade.

Figura 22. Teor de fósforo (g kg⁻¹) na parte aérea do capim de Rhodes (*Chloris gayana* Kunth.) em função da idade de corte.

Os teores de P de 20 a 70 dias de crescimento do capim de Rhodes (3,82 a 2,59 g kg⁻¹) estão dentro dos limites descritos por Haag (1984) para gramíneas forrageiras no Brasil, de 1,0 a 3,6 g kg⁻¹, e enquadram-se também dentro dos limites propostos por Van Soest (1994), de 1,4 a 3,0 g kg⁻¹.

Gomide (1976) e Mengel & Kirkby (1987) citam que os teores de minerais na planta são influenciados pela sua disponibilidade no solo, o que provavelmente ocorreu no capim de Rhodes no presente trabalho, uma vez que os valores de P para este capim situam-se em níveis adequados e o solo também apresenta boa disponibilidade de P.

Caro-Costas et al. (1972a) estudaram o efeito de doses de N, altura de corte e intervalo de colheita na produção e composição de Florico e verificaram que tanto o aumento no intervalo de corte como o da altura do capim resultam em decréscimos nos teores de P, o que também foi verificado no presente estudo para o capim de Rhodes, indicando que essa variação acontece independentemente da espécie forrageira, mas os teores numéricos variam de uma espécie para outra.

Mesmo sob adubações pesadas ($2.400 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de 15-05-10), gramíneas apresentam decréscimos no conteúdo de P quando se aumenta o intervalo de corte de 30 para 60 dias (Sotomayor-Rios et al., 1976), o que corrobora os resultados deste trabalho, levando-se em consideração que os níveis de P no solo podem ser considerados bons (Tabela 4).

Para Van Soest (1994), o teor de minerais declina com o decréscimo de conteúdo celular, da mesma maneira que a digestibilidade diminui em função da maturidade. Tal fato foi observado neste experimento para o P.

Os teores de P obtidos durante o período experimental estão acima de $2,0 \text{ g kg}^{-1}$, nível considerado marginal na dieta de ruminantes (Van Soest, 1994).

4.4.3.3 Potássio

A variação ocorrida com o K em decorrência do aumento da maturidade do capim de Rhodes foi linear ($P < 0,05$), decrescendo com o avançar da idade. Essa queda é demonstrada na Tabela 12 e partiu de $213,3 \text{ g kg}^{-1}$, aos 20 dias de idade, para $152,8 \text{ g kg}^{-1}$, aos 60 dias. Esse valor mínimo observado aos 60 dias não coincide com a tendência mínima resultante da análise de regressão polinomial que, sendo linear, apresenta tendência de valores cada vez menores. Aos 70 dias de idade, o capim de Rhodes começou a apresentar pequeno aumento nos teores de K, mas, houve uma estabilização a partir de 50 dias de idade (Tabela 12 e Figura 23).

Os teores encontrados por Jones et al. (1995a) no capim de Rhodes com 31 dias de rebrota foram inferiores ($13,77 \text{ g kg}^{-1}$) aos obtidos neste trabalho. Num segundo experimento, os mesmos autores encontraram valores um pouco superiores ($23,9 \text{ g kg}^{-1}$) aos da Tabela 12.

Figura 23. Teor de potássio (g kg^{-1}) na parte aérea do capim de Rhodes (*Chloris gayana* Kunth.) em função da idade de corte.

O K encontrado no capim de Rhodes por Cowan et al. (1995c), quando foram aplicados 0, 300 e 600 kg N ha^{-1} , e com 1,17 vacas por hectare, foram semelhantes aos teores de 40 dias ou mais deste trabalho; já quando se utilizaram 1,37 vacas por hectare, com as mesmas aplicações de N, os teores de K apresentaram-se semelhantes aos de 20 e 30 dias neste ensaio. Em Cowan et al. (1995a), os teores de K nas folhas de capim de Rhodes mostraram-se semelhantes aos encontrados para 30 dias neste trabalho quando não se fez aplicação de N. Quando este foi aplicado em doses de 300 e 600 kg ha^{-1} , os teores de K nas folhas caíram, apresentando-se inferiores aos encontrados no presente trabalho.

Corsi (1982), estudando o capim de Rhodes por dois anos consecutivos, encontrou variações no teor de N, no primeiro ano, de 31,4 a 17 g kg^{-1} para as idades de duas e sete semanas, respectivamente. No segundo ano, a variação foi de 27,3 a 20,4 g kg^{-1} para uma e sete semanas de crescimento, respectivamente. Esses valores são superiores aos encontrados para os teores de K neste ensaio, em idades equivalentes.

Os teores de K nas hastes de capim de Rhodes foram semelhantes aos de 20 e 30 dias obtidos neste trabalho quando não foi utilizada qualquer fertilização nitrogenada, mas quando se aplicaram 600 kg N ha^{-1} , apresentaram-se semelhantes aos de 70 dias (Cowan et al., 1995a).

Silva & De Faria (1995) encontraram teores de K inferiores aos obtidos neste trabalho até os 40 dias, sendo que, a partir desse ponto, o teor médio obtido para o capim de Rhodes cortado em diferentes idades foi superior ($17,8 \text{ g kg}^{-1}$).

Mengel & Kirkby (1987) verificaram que o teor de minerais é muito dependente da idade da planta, pois tecidos jovens possuem altas concentrações de N, P e K, diminuindo com a maturidade.

Prakash et al. (1994) encontraram teores de K no capim de Rhodes variando de $15,6$ a $17,3 \text{ g kg}^{-1}$, e verificaram que eles não diferiram significativamente ($P > 0,05$) em resposta à aplicação de P e K, mas sim ($P < 0,05$) à aplicação de fertilizante nitrogenado. Esses valores são inferiores aos encontrados neste trabalho até a idade de 40 dias.

Vieira (1998) verificou que o K foi o elemento mineral que apresentou a maior redução em Florakirk. Castro (1997), com Florico, encontrou declínios nos teores de K na parte aérea, porém essa diminuição não foi tão drástica. Já Vendramini (1999) não obteve variações significativas dos teores de K para o Tifton 9, em diferentes idades de corte, em discordância com Underwood (1971) e De Spears (1994), que consideram que o declínio da concentração de K com o avanço da maturidade é marcante.

O K demonstrou estar dentro da faixa considerada normal nas plantas (12 a 28 g kg^{-1}) para o capim de Rhodes de 20 a 70 dias de idade, nas condições apresentadas (Gallo et al., 1974). Castro (1997) encontrou teores mais elevados de K para Florico, o que foi considerado pelo autor como decorrência de um consumo de luxo desse elemento, em função da alta disponibilidade do mineral no solo e da elevada capacidade de extração dessa forrageira. O mesmo consumo de luxo foi considerado por Vendramini (1999) como o responsável pela manutenção dos teores de K no Tifton 9 em diferentes idades. Esse fato não ocorreu com o capim de Rhodes, pois os resultados encontrados variaram de $15,28$ a $21,34 \text{ g kg}^{-1}$ e são considerados dentro da faixa normal do K nas forrageiras (Gallo et al., 1974).

Domingues (1993) apresentou um modelo cúbico do comportamento do K em Pensacola, pouco definido, dificultando a interpretação dos resultados e a conclusão.

Os teores médios de K encontrados neste trabalho para o capim de Rhodes estão de acordo com os apresentados por McDowell (1985), que verificou, em gramíneas tropicais, valores superiores a $8,0 \text{ g kg}^{-1}$, enquadrados nos valores descritos por Haag (1984) de 13 a 40 g kg^{-1} para gramíneas forrageiras no Brasil.

4.4.3.4 Cálcio

Os teores médios de cálcio no capim de Rhodes variaram seguindo uma curva de regressão quadrática ($P < 0,05$), apresentando diminuição do K com o aumento da maturidade do capim (Tabela 12). A partir dos 40 dias de idade, houve uma estabilização dos teores de cálcio no capim de Rhodes (Figura 24).

Teores muito superiores de Ca, comparativamente aos deste trabalho, foram encontrados por Jones et al. (1995a), que obtiveram, em um experimento, média de $11,3 \text{ g kg}^{-1}$; num segundo experimento, encontraram valores não tão superiores ($4,87 \text{ g kg}^{-1}$) para o capim de Rhodes aos 31 dias. Já o teor médio encontrado por Silva & De Faria (1995) para o capim de Rhodes cortado em diferentes idades no semi-árido Pernambucano foi semelhante ($4,4 \text{ g kg}^{-1}$) ao encontrado neste trabalho aos 20 dias; a partir de 30 dias, foi inferior.

Os teores de Ca encontrados nas folhas do capim de Rhodes por Cowan et al. (1995a) foram superiores aos encontrados no presente trabalho para a planta toda, principalmente quando foi utilizada a aplicação de 600 kg N ha^{-1} .

Os teores de Ca encontrados nas folhas de uma pastagem de capim de Rhodes foram significativamente superiores ($P < 0,05$) aos das hastes e do seu material morto. Estes dois últimos parâmetros não diferiram significativamente ($P > 0,05$) entre si, o que aconteceu também comparando-se as porções superiores e inferiores da pastagem (Hernández et al., 1994).

Figura 24. Teor de cálcio (g kg^{-1}) na parte aérea do capim de Rhodes (*Chloris gayana* Kunth.) em função da idade de corte.

Vendramini (1999) não encontrou variações significativas para o Ca em diferentes idades do Tifton 9, o que vem ao encontro das afirmações de Gomide et al. (1969), que citam os teores de Ca em função da idade da planta apresentando tendências distintas para cada espécie, decrescendo, permanecendo estável ou mostrando comportamentos variáveis durante o período. Diante disso, os valores obtidos por Castro (1997) também apresentam-se dentro de uma normalidade para Florico, pois mostraram variações significativas em diferentes idades de corte, seguindo uma tendência de declínio linear. Vieira (1998), estudando Florakirk em diferentes idades de corte, encontrou, inicialmente, um aumento nos teores de Ca até 30 dias, seguido de uma tendência de estabilização de 30 a 50 dias; a partir de então, começou a apresentar declínio.

Dessa forma, a variação quadrática encontrada para o capim de Rhodes no presente trabalho enquadra-se dentro das expectativas de variação do Ca em gramíneas forrageiras. Confirmando isso, os teores de Ca obtidos estão dentro dos parâmetros considerados normais por Gallo et al. (1974), que variam de 2 a 4 g kg^{-1} , e por Haag

(1984), que encontrou concentrações de cálcio entre 1,2 e 4,0 g kg⁻¹ para gramíneas forrageiras no Brasil.

4.4.3.5 Magnésio

O Mg variou quadraticamente ($P < 0,05$) com o avançar da maturidade do capim de Rhodes, o que pode ser visto na Figura 25, diminuindo com o tempo. A variação foi de 1,24 g kg⁻¹, aos 20 dias de idade, para 0,62 g kg⁻¹, aos 70 dias (Tabela 12). Da mesma forma que para os demais macronutrientes, com exceção do S e do K, a partir de 40 dias houve uma tendência de estabilização nos teores de Mg com o passar do tempo.

Os teores descritos acima e na Tabela 12 encontram-se abaixo dos teores de Mg encontrados por Jones et al. (1995a) para o capim de Rhodes com 31 dias de rebrota, sendo de 1,9 e 3,0 g kg⁻¹, respectivamente, para dois experimentos. Silva & De Faria (1995) encontraram também teores médios superiores (2,4 g kg⁻¹) para o capim de Rhodes cortado em diferentes idades.

Figura 25. Teor de magnésio (g kg⁻¹) na parte aérea do capim de Rhodes (*Chloris gayana* Kunth.) em função da idade de corte.

Cowan et al. (1995a) encontraram teores de Mg nas folhas do capim de Rhodes muito superiores aos encontrados no presente trabalho, tanto para adubações com 0 como com 600 kg N ha^{-1} .

A curva quadrática apresentada pelo Mg neste trabalho foi diferente da variação do Mg em Florico e Florakirk obtida por Castro (1997) e Vieira (1998), em diferentes idades de corte. Esses autores encontraram variações lineares decrescentes em função do tempo para o elemento Mg. Já Vendramini (1999) não obteve variações significativas do Mg em função do tempo para o Tifton 9. Este fato demonstra uma grande variação do comportamento do Mg nas diferentes gramíneas. Domingues (1993) encontrou variações quadráticas semelhantes às deste trabalho para Pensacola, com declínios no decorrer da idade da planta. Caro-Costas et al. (1972a), avaliando o efeito de doses de nitrogênio, altura de corte e intervalo de colheita, observaram que o conteúdo de Mg não foi afetado pela idade da planta. Esses resultados estão em discordância com aqueles observados neste ensaio. Essas diferenças apresentadas pelos autores citados devem-se às diferentes disponibilidades desse nutriente no solo (Mengel & Kirkby, 1987) e das condições climáticas (Martin & Matocha, 1973).

A diminuição do Mg até os 50 dias de idade e sua tendência de estabilização a partir de então foi observada também por Domingues (1993), com variações quadráticas para o capim Pensacola, por Palhano e Haddad (1992), por Castro (1997) e por Vieira (1998), com variações lineares para Coastcross 1, Florico e Florakirk, respectivamente. Essa tendência relaciona-se à síntese protéica e fotossíntese, além de atuar como ativador enzimático. Com isso, espera-se que esse elemento seja absorvido em maior quantidade em fase de metabolismo intenso da planta, como a rebrota, e diminua com a maturidade. Essa afirmação foi confirmada pelos resultados do presente trabalho com capim de Rhodes.

Os valores médios de Mg encontrados para o capim de Rhodes neste trabalho encontram-se abaixo dos valores normais ($2,7 \text{ g kg}^{-1}$) descritos por Malavolta et al. (1986) e Haag (1984), de $1,0$ a $2,7 \text{ g kg}^{-1}$ e de $2,6 \text{ g kg}^{-1}$, descritos por Gallo et al. (1974).

4.4.3.6 Enxofre

O S seguiu a mesma variação do K, ou seja, de forma linear ($P < 0,05$), diminuindo seus teores no capim de Rhodes com o passar do tempo (Figura 26), partindo de $4,34 \text{ g kg}^{-1}$ para $2,26 \text{ g kg}^{-1}$ aos 20 e 70 dias de idade, respectivamente (Tabela 12).

Jones et al. (1995a) encontraram, em dois experimentos com capim de Rhodes cortado com 31 dias de rebrota, teores inferiores ($2,5$ e $3,85 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente) aos apresentados no presente trabalho.

Os valores médios de S nas folhas do capim de Rhodes encontrados por Cowan et al. (1995a) são semelhantes aos encontrados neste trabalho.

Os teores médios de enxofre encontrados neste trabalho para o capim de Rhodes estão bastante acima daqueles obtidos por Castro (1997), com Florico; por Vieira (1998), com Florakirk; e por Vendramini (1999), com Tifton 9. Esses autores não encontraram diferenças significativas na variação do S em função da idade de corte. As variações foram mínimas nesses trabalhos, o que não ocorreu com o capim de Rhodes que, além de apresentar teores mais elevados, apresentou uma diminuição linear do elemento na parte aérea da planta com o avanço da maturidade. Já Domingues (1993) encontrou declínio quadrático do S para o capim Pensacola em diferentes idades de corte. Palhano e Haddad (1992), estudando o Coastcross 1, verificaram decréscimos lineares no teor de S dos 20 aos 70 dias de idade, o que está de acordo com os resultados obtidos neste trabalho.

Figura 26. Teor de enxofre (g kg^{-1}) na parte aérea do capim de Rhodes (*Chloris gayana* Kunth.) em função da idade de corte.

Os resultados encontrados para o capim de Rhodes neste ensaio estão acima da concentração média de 1 g kg^{-1} observada por Malavolta et al. (1986) em gramíneas do estado de São Paulo e dentro do intervalo considerado normal por Haag (1984) para gramíneas tropicais de $1,0$ a $2,4 \text{ g kg}^{-1}$ de S na matéria seca, acima do intervalo considerado por Gallo et al. (1974) como normal, que varia de 1 a 3 g kg^{-1} .

O nível crítico de S encontrado por Mitchel & Blue (1989) para o capim Pensacola foi de $1,61 \text{ g kg}^{-1}$, abaixo dos teores de S encontrados neste trabalho para o capim de Rhodes.

As prováveis causas da diminuição do S observada no presente experimento podem estar relacionadas à diluição desse elemento com o aumento da produção de matéria seca (Gomide, 1978), à redução da relação folha : haste (Gomide, 1996) ou, ainda, à redistribuição dos nutrientes dentro da planta (Malavolta et al., 1986). Todas essas afirmações foram confirmadas pelos resultados deste trabalho.

4.4.3.7 Relações entre os nutrientes

Além dos teores, a relação entre os elementos é muito relevante em termos de nutrição animal, notadamente a relação cálcio : fósforo (Ca : P), que para Ensminger & Olentine Jr. (1980) é uma das mais importantes. Assim, excessos de Ca causam diminuição na absorção de P, e o excesso desse elemento em relação ao Ca pode causar cálculos, laminite ou fraturas de ossos.

Segundo Van Soest (1994), os microorganismos ruminais utilizam o enxofre juntamente com o nitrogênio na síntese de proteína microbiana (aminoácidos sulfurados). Sendo assim, a relação N : S tem grande importância na nutrição animal.

As relações entre nutrientes observadas no presente experimento foram para o N e o S, e para o Ca e o P. Essas relações são apresentadas na Tabela 13.

Tabela 13. Relação entre nutrientes na matéria seca da parte aérea do capim de Rhodes (*Chloris gayana* Kunth.), em função da idade de corte.

Dias de crescimento	N:S	Ca:P
20	4,82 : 1	1,14 : 1
30	3,64 : 1	1,00 : 1
40	3,25 : 1	0,92 : 1
50	3,21 : 1	1,00 : 1
60	2,74 : 1	0,99 : 1
70	2,91 : 1	0,99 : 1
Média	3,42 : 1	1,00 : 1
C.V. (%)	16,26	19,63

Jones et al. (1995a) encontraram, em dois experimentos com capim de Rhodes aos 31 dias de rebrota, relações N : S de 6,55 : 1 e 7,96 : 1, e relações Ca : P de 4,52 : 1 e 1,99 : 1. Esses valores superiores devem-se ao fato de os teores de N e Ca encontrados neste trabalho serem inferiores, e os teores de S e P serem mais elevados que aqueles obtidos pelos autores citados.

A relação Ca : P encontrada por Silva & De Faria (1995) para o capim de Rhodes cortado em diferentes idades foi de 4,9 : 1, valor muito superior àqueles encontrados neste trabalho. Esse fato se deu em função de o teor de P encontrado por

esses autores ser muito baixo e inferior aos encontrados para o capim de Rhodes nas condições deste experimento.

Para a relação Ca : P foi encontrado um valor médio entre os tratamentos de 1,00 : 1 de Ca : P. Essa relação, obtida neste trabalho, está um pouco abaixo da relação média de Ca : P encontrada por Castro (1997), que foi de 1,46 : 1 para o Florico, e da encontrada por Vendramini (1999), que apresentou média de 1,19 : 1 para o Tifton 9, mas está acima das médias encontradas por Vieira (1998), que foram de 0,75 : 1 para Florakirk. Valores próximos aos encontrados neste trabalho foram obtidos por Pedreira & Mattos (1981) e por Domingues (1993) para Pensacola.

Segundo diversos autores (Georgievskii et al., 1982; McDowell, 1985; NRC, 1988), a relação ideal entre Ca e P para a nutrição de ruminantes encontra-se na faixa de 1 : 1 a 2 : 1, o que não foi encontrado somente aos 40, 60 e 70 dias de idade do capim de Rhodes, mas esses valores estão bem próximos do ideal recomendado. Já Boin (1985) considera que quando as exigências de P são atendidas, a relação Ca : P deixa de ser importante.

A relação N : S (média de 3,42 : 1) encontrada neste trabalho situa-se abaixo da relação encontrada por Castro (1997), Vieira (1998) e Vendramini (1999) para Florico (9,79 : 1), Florakirk (8,16 : 1) e Tifton 9 (10,18 : 1), respectivamente.

A relação N : S no capim de Rhodes apresentada acima sofreu decréscimo com o avanço da idade. Essa queda na relação N : S deve-se ao declínio do teor de N com o passar do tempo. Talvez uma análise de comparação de médias indique uma possível estabilização nos teores de S, não variando com o passar do tempo, o que poderia ajudar a explicar o decréscimo e os baixos valores da relação N : S encontrados neste trabalho. Esse fato foi verificado por Vieira (1998) e Vendramini (1999).

Segundo Follet & Wilkinson (1995), a relação ideal para a máxima produção vegetal é de 12 : 1 a 15 : 1. A relação 14 : 1 é atingida e mantida constante quando as gramíneas atingem a maturidade (Vitti & Novaes, 1986). As relações encontradas para o N : S no presente trabalho encontram-se abaixo desses valores.

Segundo Church (1993), a relação N : S ideal é de 15 : 1 para bovinos, e de 10 : 1 a 12 : 1 para ovinos; para Van Soest (1994), é de 12 : 1 para os microorganismos

ruminais. Dessa forma, os valores encontrados neste trabalho estão abaixo dos recomendados pelos autores citados.

4.4.4 Micro elementos

No presente trabalho, foram encontradas variações nos teores de B, Cu, Fe e Zn (Tabela 14). Para o manganês não foram encontradas tendências, de acordo com a análise de regressão polinomial, ou seja, não foi obtido resultado de variações lineares, quadráticas ou cúbicas que pudessem explicar a variação dos teores de Mn. Porém, os teores de Mn encontrados neste ensaio estão próximos daqueles obtidos por Jones et al. (1995a), que foram de 88 e 205 mg kg⁻¹, em dois experimentos com capim de Rhodes cortado aos 31 dias de crescimento. O teor médio de Mn encontrado por Silva & De Faria (1995) no capim de Rhodes no semi-árido Pernambucano foi de 73 mg kg⁻¹, teor este inferior àqueles encontrados neste trabalho em todas as idades estudadas.

Tabela 14. Teores de boro, cobre, ferro, manganês e zinco, cálcio na matéria seca da parte aérea do capim de Rhodes (*Chloris gayana* Kunth.) em função da idade de corte.

Dias de crescimento	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	mg kg ⁻¹				
20	4,73	11,75	327,60	120,72	40,53
30	4,44	7,99	112,39	112,74	36,01
40	3,05	6,25	140,04	114,54	27,69
50	3,44	5,81	174,69	96,20	21,67
60	3,06	6,88	199,13	112,87	22,25
70	3,14	5,79	301,49	115,59	20,95
C.V. (%)	22,48	13,00	36,99	21,17	26,85

Para os demais microelementos, foram verificadas variações diferentes, segundo a análise de regressão polinomial. Ao contrário do que ocorreu com os macroelementos, que variaram de forma mais homogênea, seguindo sempre a tendência

de diminuição com o passar do tempo e tendendo a estabilizar, os microelementos variaram de forma mais inconsistente, com tendências mais divergentes.

4.4.4.1 Boro

A variação do microelemento B ocorreu de forma linear ($P < 0,05$), decrescendo com o aumento da idade de corte no capim de Rhodes. Houve diminuição do elemento na parte aérea do capim de Rhodes até 60 dias, apesar de a linha de tendência indicar decréscimos constantes (Figura 27).

Os valores de B para o presente trabalho variaram de $4,73 \text{ mg kg}^{-1}$ a $3,06 \text{ mg kg}^{-1}$ para 20 e 60 dias, respectivamente (Tabela 14), sendo inferiores aos encontrados por Jones et al. (1995a), que obtiveram $6,41 \text{ mg kg}^{-1}$ para o capim de Rhodes aos 31 dias de crescimento.

Figura 27. Teor de boro (mg kg^{-1}) na parte aérea do capim de Rhodes (*Chloris gayana* Kunth.) em função da idade de corte.

Os valores encontrados neste trabalho para o B estão abaixo daqueles obtidos nos trabalhos de Castro (1997), com Florico; de Vieira (1998), com Florakirk; e de Vendramini (1999), com Tifton 9. Esses autores verificaram variações cúbicas nos teores de B, com exceção do capim Florakirk, que apresentou variação quadrática para esse elemento. Entretanto, nenhum deles obteve variações significativas nesse elemento em função da idade de corte. As variações observadas nos trabalhos citados foram relacionadas à diluição em decorrência do aumento de produção de matéria seca verificado.

Gallo et al. (1974) verificaram que 80% das amostras de gramíneas analisadas no estado de São Paulo continham de 10 a 20 mg kg⁻¹ de B, enquanto Malavolta et al. (1986) observaram concentrações médias de 17 mg kg⁻¹. Sendo assim, as concentrações de B na parte aérea do capim de Rhodes são inferiores às encontradas por esses autores. Esse fato pode ser atribuído à baixa disponibilidade do nutriente no solo, apesar de ter sido realizada uma adubação inicial com micronutrientes, ou à pequena capacidade de absorção desse nutriente pela forrageira, ou a ambos os fatores (Mengel & Kirkby, 1987).

4.4.4.2 Cobre

A variação do Cu foi cúbica ($P < 0,05$), de acordo com a análise de regressão polinomial. Os valores da Tabela 14 variaram de 11,75 a 5,79 mg kg⁻¹ para 20 e 70 dias, respectivamente. Como pode ser visto na Figura 28, o decréscimo dos teores de Cu foram bastante evidentes até 40 dias, período seguido de uma aparente estabilização do elemento na planta.

Jones et al. (1995a) encontraram teores de Cu inferiores (6,35 mg kg⁻¹) num primeiro experimento com capim de Rhodes cortado com 31 dias de crescimento. Já num segundo experimento encontraram teores superiores (13,76 mg kg⁻¹), nas mesmas condições.

O teor médio de Cu encontrado no capim de Rhodes cortado em diferentes idades, no semi-árido Pernambucano, por Silva & De Faria (1995), foi de $6,6 \text{ mg kg}^{-1}$, valor este superior aos teores do presente trabalho somente a partir de 40 dias.

Os resultados encontrados para o capim de Rhodes encontram-se acima daqueles obtidos por Vieira (1998), com Florakirk, e por Vendramini (1999), com Tifton 9. Estão também acima dos teores encontrados em Florico por Castro (1997), porém mais próximos deste do que do Tifton 9 e do Florakirk. Gomide (1969) não obteve um padrão definido nas variações nos teores de Cu em diferentes idades de corte em forrageiras tropicais.

Haag (1984) considera um intervalo médio de Cu para gramíneas forrageiras de 8 a 20 mg kg^{-1} . Os teores do Cu no capim de Rhodes, nas condições do presente experimento, estão abaixo desses valores, exceção feita aos 20 dias de idade. Porém, estão dentro dos valores do intervalo proposto por Van Soest (1994), que varia de 5 a 10 mg kg^{-1} . Os decréscimos nos teores de Cu apresentados provavelmente devem-se ao efeito de diluição desse elemento na matéria seca produzida.

Figura 28. Teor de cobre (mg kg^{-1}) na parte aérea do capim de Rhodes (*Chloris gayana* Kunth.) em função da idade de corte.

4.4.4.3 Ferro

O Fe variou de forma quadrática ($P < 0,05$), com uma grande amplitude de valores. Apresentou-se em declínio dos 20 aos 30 dias. A partir daí começou a se elevar na parte aérea do capim de Rhodes, podendo ser visualizado na Figura 29. Essa variação em função da maturidade partiu de $327,60 \text{ mg kg}^{-1}$, aos 20 dias, para $112,39 \text{ mg kg}^{-1}$, aos 30 dias, aumentado para $301,49 \text{ mg kg}^{-1}$, aos 70 dias (Tabela 14). Os teores encontrados aos 30 dias são superiores aos encontrados por Jones et al. (1995a), em dois experimentos com capim de Rhodes cortado aos 31 dias de crescimento (72 e 161 mg kg^{-1} , respectivamente). Silva & De Faria (1995) encontraram teores de ferro em capim de Rhodes também inferiores (94 mg kg^{-1}), em diferentes idades de crescimento, àqueles encontrados no presente trabalho.

Os resultados obtidos neste experimento com capim de Rhodes apresentam-se semelhantes aos de Vendramini (1999), com Tifton 9, sendo que este apresentou variação linear crescente com o aumento da idade. Já os resultados obtidos por Castro (1997), com Florico, e por Vieira (1998), com Florakirk, são inferiores aos encontrados neste experimento.

Uma possível explicação para a variação do Fe no capim de Rhodes pode ser o fato de ter chovido no período experimental, o que pode ter causado contaminação da forragem com solo. Segundo o NRC (1996), o conteúdo de Fe das forragens é muito variável, e parte dessa variação é devida à contaminação pelo solo.

As grandes variações do Fe nas forrageiras devem-se provavelmente às diferenças individuais das espécies forrageiras quanto à capacidade de absorção desse elemento e da sua disponibilidade no solo (Gomide, 1976; Mengel & Kirkby, 1987).

Figura 29. Teor de Ferro (mg kg⁻¹) na parte aérea do capim de Rhodes (*Chloris gayana* Kunth.) em função da idade de corte.

O teor médio de Fe encontrado durante o período experimental enquadra-se no largo intervalo descrito por Haag (1984) para gramíneas forrageiras tropicais, que varia de 60 a 1.400 mg kg⁻¹, justificando a variação encontrada no presente ensaio.

4.4.4.4 Zinco

O Zn apresentou declínio bastante acentuado dos 20 aos 50 dias, o que se pode ver na Tabela 14. A partir de 50 dias, o Zn estabilizou-se na parte aérea do capim de Rhodes, apesar da curva linear ($P < 0,05$), indicar constantes decréscimos na sua concentração (Figura 30).

Figura 30. Teor de zinco (mg kg⁻¹) na parte aérea do capim de Rhodes (*Chloris gayana* Kunth.) em função da idade de corte.

Os teores de Zn encontrados no presente trabalho são superiores aos obtidos no capim de Rhodes aos 31 dias de rebrota em dois experimentos (14 e 18,44 mg kg⁻¹, respectivamente) por Jones et al. (1995a); superiores, até os 30 dias, ao teor médio encontrado no capim de Rhodes por Silva & de Faria (1995), que foi de 34 mg kg⁻¹, sendo este valor superior àqueles obtidos neste ensaio a partir de 40 dias e próximos aos encontrados por Castro (1997), Vieira (1998) e Vendramini (1999) com os capins Florico, Florakirk e Tifton 9, respectivamente, que obtiveram variações seguindo tendências quadrática e cúbicas que, no presente experimento, foram lineares ($P < 0,05$).

Domingues (1993) encontrou um modelo quadrático na variação dos teores de Zn em função da idade do capim Pensacola. As diferenças nas concentrações dos teores de Zn nesses trabalhos devem-se, provavelmente, às diferenças individuais das espécies forrageiras quanto à capacidade de absorção desse elemento e da sua disponibilidade no solo (Gomide, 1976; Mengel & Kirkby, 1987), à morte de folhas velhas devido ao sombreamento pelas folhas mais novas (Wilson & Mannetje, 1978) e ao aumento na relação haste : folha (Norton, 1982). Caro-Costas et al. (1972a) também encontraram decréscimos nos teores de Zn dentro do intervalo de cortes de 30 a 90 dias; este fato se

justifica pelo efeito de diluição na matéria seca produzida, o que também foi verificado neste trabalho com o capim de Rhodes.

Haag (1984) encontrou valores variando num intervalo de 20 e 70 mg kg⁻¹ para esse elemento em gramíneas forrageiras no Brasil.

4.5 Exigência Animal

Conforme as Tabelas 6, 7 e 8 (NRC, 1988, 1989, 1996), os teores de P encontrados atendem, em todas as idades estudadas, às exigências de todas as categorias leiteiras, com exceção de novilhas em crescimento, para as quais o capim de Rhodes atendeu às exigências somente até os 30 dias de idade. Para vacas produzindo até 10 litros de leite por dia, o capim de Rhodes apresentou valores que atendem às exigências até os 40 dias; já para vacas que produzem de 20 a 30 litros dia⁻¹, atende somente até os 20 dias. O P não foi encontrado em níveis suficientes para atender às exigências de vacas em início de lactação. Para bovinos de corte, o capim de Rhodes atendeu às exigências estabelecidas em todas as idades de corte, para todas as categorias apresentadas. O mesmo aconteceu com relação às exigências dos equinos, para todas as categorias. Ainda, segundo o NRC (1988, 1996), o teor máximo de P tolerado para animais é de 10 g kg⁻¹, sendo este valor mais alto do que os encontrados para o capim de Rhodes neste trabalho.

Segundo Van Soest (1994), o teor mínimo de P na dieta de ruminantes é de 2,0 g kg⁻¹, o que foi atingido em todas as idades estudadas para o capim de Rhodes.

Fick et al. (1978) observaram que o P é o nutriente mais deficiente nas forrageiras da América Latina (deficiência em 72,8% das amostras), em relação às exigências animais, o que não foi observado no presente trabalho, uma vez que a concentração de P excedeu as concentrações médias citadas na literatura. Essa mesma observação foi feita por Vieira (1998). Gallo et al. (1974) observaram deficiência de P em 41% das amostras de gramíneas tropicais do estado de São Paulo.

Os teores médios de K encontrados no capim de Rhodes neste experimento atendem às exigências de todas as categorias de bovinos leiteiros, de corte e equinos, de

acordo com as exigências do NRC (1988, 1989, 1996); o K apresentou-se abaixo do máximo tolerado, que é de 30 g kg^{-1} para bovinos de corte e de leite. Teores superiores a esse podem causar diarreias, devido à maior concentração de K em relação ao Ca e Mg (Haddad & Platzeck, 1985). Segundo Van Soest (1994), o teor mínimo de K na dieta dos ruminantes é de 6 g kg^{-1} , o que foi superado pelo capim de Rhodes no presente ensaio. O NRC (1988, 1996) referencia o nível máximo tolerável desse elemento para animais como sendo de 30 g kg^{-1} , valor este superior aos encontrados para todas as idades do capim de Rhodes, nas condições deste experimento.

Os teores de Ca encontrados no capim de Rhodes encontram-se dentro da faixa para atender às exigências de novilhas leiteiras em crescimento e vacas prenhas secas somente até os 20 dias de idade. Vacas em lactação necessitam de suplementação de Ca, pois o capim de Rhodes não apresentou níveis adequados às exigências desses animais em nenhuma idade de corte (NRC, 1988, 1989, 1996). Castro (1997) e Vieira (1998) também não encontraram níveis de Ca suficientes para atender às exigências animais nos capins Florico e Florakirk. Van Soest (1994) considera que o nível marginal para a dieta de ruminantes é de 4 g kg^{-1} , o que foi alcançado somente aos 20 dias de idade do capim de Rhodes neste ensaio.

O teor de Mg exigido por bovinos leiteiros de todas as categorias não foi atingido no presente trabalho para o capim de Rhodes. Para bovinos de corte, o capim de Rhodes apresentou, neste trabalho, teores médios que atendem a animais em crescimento, acabamento e no final da gestação. Para os eqüinos, foram atingidos os teores exigidos por animais em manutenção, crescimento, prenhez e lactação até 30 dias de idade do capim de Rhodes e, para trabalho, até os 20 dias de idade, segundo as recomendações do NRC (1988, 1989, 1996). O nível mínimo de magnésio encontrado no capim de Rhodes para as condições deste ensaio foi de $0,62 \text{ g kg}^{-1}$ aos 70 dias de crescimento, valor este inferior ao mínimo para dieta de ruminantes, que é de 2 g kg^{-1} (Van Soest, 1994).

Segundo Fontenot et al. (1989), mesmo apresentando níveis elevados de Mg na matéria seca, a sua utilização pode ser prejudicada se o nível de K estiver acima de 22,5

g kg⁻¹, o que não foi observado neste trabalho, e pelo elevado nível de P associado à baixa concentração de Ca.

Os teores de S mínimos para atender às exigências dos animais situam-se ao redor de 1,7 g kg⁻¹ (Humphreys, 1991); valores inferiores a este podem limitar o consumo de matéria seca. Isso não constitui um problema, pois o capim de Rhodes apresentou valores superiores aos recomendados por esse autor, nas condições do presente trabalho. Para o S, foram encontrados valores que atendem a todas as categorias de bovinos leiteiros, de corte e eqüinos, sendo que, para os dois primeiros, os teores encontrados de S aos 20 dias de idade do capim de Rhodes estão acima do máximo tolerado (4 g kg⁻¹), mas para os eqüinos não constitui um problema, uma vez que o máximo tolerado por essa espécie animal é de 12,5 g kg⁻¹, segundo o NRC (1988, 1989, 1996).

Conforme Humphreys (1991), a concentração de N, observada aos 40 dias (11 g kg⁻¹), foi igual ao limite mínimo para que não haja limitação no consumo de forragem, sendo a exigência de N pelo animal atendida de forma mais adequada até os 30 dias de crescimento (N acima de 13 g kg⁻¹).

Segundo Raymond (1969), os valores de proteína bruta devem estar acima de 70 g kg⁻¹ para satisfazer às exigências de manutenção dos bovinos, valores esses encontrados no capim de Rhodes até os 40 dias de idade, nas condições deste experimento. Já o NRC (1996) recomenda teores de PB da ordem de 100,5 g kg⁻¹ para as exigências de bovinos de corte, para crescimento e acabamento, limitando a utilização do capim de Rhodes somente aos 20 dias de idade, nas condições do presente trabalho.

Os trabalhos de Cowan et al. (1995b) com capim de Rhodes, que recebeu doses crescentes de fertilizantes nitrogenados e vacas leiteiras, resultaram em aumentos da produção de leite, em função da adubação nitrogenada.

Segundo o NRC (1988, 1989, 1996) e Van Soest (1994), o B não é considerado elemento essencial à nutrição animal.

As exigências de Cu pelos bovinos leiteiros, de corte e eqüinos foram atingidas somente aos 20 dias de idade do capim de Rhodes, segundo o NRC (1988, 1989, 1996).

Os teores médios de Fe e Mn encontrados na parte aérea do capim de Rhodes nas condições do presente trabalho, atingiram os mínimos recomendados para todas as categorias de bovinos leiteiros, de corte e eqüinos, segundo o NRC (1988, 1989, 1996).

As exigências de Zn, segundo o NRC (1988, 1989, 1996), por parte dos eqüinos e bovinos leiteiros, são de 40 mg kg^{-1} . Estes valores foram atingidos pelo capim de Rhodes neste trabalho somente aos 20 dias de idade; já para bovinos de corte, a exigência é de 30 mg kg^{-1} , o que foi encontrado para o capim de Rhodes aos 20 e 30 dias após o corte de rebaixamento. Segundo Spears (1994), os níveis de Zn recomendados pelo NRC (1988, 1996) são superestimados e, segundo Minson (1990), dietas com 16 a 26 mg Zn kg^{-1} seriam suficientes para ruminantes. Seguindo essa recomendação, o capim de Rhodes apresentou teores de Zn acima desses valores para todas as idades estudadas.

A deficiência de Zn pode ser acentuada devido à alta concentração de P e ao antagonismo entre os dois nutrientes, afetando a absorção de Zn pelo animal (Georgievskii et al., 1982).

Gallo et al. (1974) encontraram deficiência de Zn em relação à exigência animal em diversos trabalhos no estado de São Paulo e Fick et al. (1978) encontraram deficiência em aproximadamente 75% das amostras de forrageiras da América Latina analisadas.

5 CONCLUSÕES

De acordo com as condições experimentais do presente trabalho, pode-se concluir que:

- Com o avanço da maturidade, o aumento de hastes e material morto, frações que contém maiores teores de fibra e compostos menos digestíveis, ocasionou queda da digestibilidade e valor nutritivo do capim de Rhodes.
 - Considerando-se os resultados obtidos, o melhor intervalo de utilização do capim de Rhodes situa-se entre 30 e 40 dias de crescimento.
 - A composição química é adequada no capim de Rhodes, com exceção do Ca, Mg, Cu e Zn, que podem ser corrigidos pela prática de suplementação mineral.
 - A utilização do capim de Rhodes não é limitada pela presença de glucosídeos cianogênicos, pois os teores encontrados não atingem limites considerados tóxicos para os animais.
 - É possível utilizar o capim de Rhodes como pasto diferido, desde que acompanhado de uma suplementação adequada.
-

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADJEI, M.B.; MISLEVY, P.; KALMBACHER, R.S. et al. Production, quality and persistence of tropical grasses as influenced by grazing frequency. **Proceedings of Soil and Crop Science Society of Florida**, v.48, p.1-6, 1989.
- ANDREW, C.S.; ROBINS, M.F. The effect of phosphorus on the growth, chemical composition and critical phosphorus. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.22, p.693-706, 1971.
- ASSOCIATION OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 11. ed. Washington, 1970. 1015 p.
- BARNES, F.R.; GUSTINE, D.L. Allelochemistry and forage crop. In: MATCHES, A.G.; HOWELL, R.W. (Ed.) **Anti-quality components of forage**. Madison: CSSA, 1973. p.1-13.
- BATAGLIA, O.C. Determinação indireta de enxofre em plantas por espectrofotometria de absorção atômica. **Ciência e Cultura**, v.28, n.6, p. 672-675, 1976.
- BOIN, C. Exigências de minerais pelas categorias do rebanho bovino e funções desses nutrientes. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 3., Piracicaba, 1985. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1985. p.15-46.

- BOTELHO, W.; REIS, P.R. Resistência de espécies de gramíneas às cigarrinhas das pastagens. 1. Efeito do ataque de adultos de *Deois flavopicta*. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 21, n. 2, p. 5-14, 1992.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Serviço Nacional de Pesquisa Agronômica. Comissão de Solos. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo**. Rio de Janeiro, 1960. 634 p. (Boletim, 12).
- BROWN, R.H.; BLASER, R.E. Leaf area index in pasture growth. **Herbage Abstracts**, v.38, n.1, p.1-9, Mar. 1968.
- BROWN, W.G.; PITMAN, W.D.; MISLEVY, P. Intake and digestibility of, and performance by cattle grazing *Cynodon* varieties. **Nutrition Reports International**, v.38, n.6, p.1201-1209, 1988.
- BURTON, G.W.; JACKSON, J.E.; HART, R.H. Effects of cutting frequency and nitrogen on yield, *in vitro* digestibility and protein, fiber and carotene content of Coastal bermudagrass. **Agronomy Journal**, v.55, n.2, p.500-502, 1963.
- BUXTON, D.R.; REDFEARN, D.D. Plant limitations to fiber digestion and utilization. **Journal of Nutrition**, 127, n.5, p.814S-818S, 1997. Supplement, 5S.
- CARNEVALLI, R.A. Desempenho de ovinos e respostas de pastagens de *Cynodon* spp. Submetidas a regimes de desfolha sob lotação contínua. Piracicaba, 1999. 86 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
-
- CARNEVALLI, R.A.; DA SILVA, S.C. Validação de técnicas experimentais para avaliação de características agronômicas e ecológicas de pastagens de *Cynodon dactylon* cv. Coastercross-1. **Scientia Agricola**, v.56, n.2, p.489-499, abr./jun. 1999.

- CARO-COSTAS, R.; ABRUNA, F.; FIGARELLA, J. Effect of nitrogen rates, harvest interval and cutting heights on yield and composition of stargrass in Puerto Rico. **Journal of Agriculture of University of Puerto Rico**, v.56, n.3, p.267-279, 1972.
- CASTRO, F.G.F. Efeito da idade de corte sobre a produção, composição químico-bromatológica, digestibilidade “in vitro” da matéria seca e da matéria orgânica e do conteúdo de ácido cianídrico de *Cynodon nlemfuensis* Vanderyst var. *nlemfuensis* cv. Florico. Piracicaba, 1997. 132 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- CHURCH, D.C. **El ruminante: fisiologia digestiva y nutricion**. Zaragoza: Editorial ACRIBIA, 1993. 641p.
- CLAPP Jr., J.G.; CHAMBLEE, B.S.; GROSS, H.D. Interrelationships between defoliation systems, morphological characteristics and growth of “Coastal bermudagrass”. **Crop Science**, v.5, p.428-471, 1965.
- COHEN, R.D.H. Phosphorus nutrition of beef cattle. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, v.13, p.65-68, 1973.
- CORSI, M. Efeito da maturidade sobre a produção de matéria seca, a digestibilidade *in vitro* e a absorção de minerais pelo capim de Rhodes (*Chloris gayana*, Kunth.). Piracicaba, 1982. 163 p. Tese (Livre Docência) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- CORSI, M. Pastagens de alta produtividade. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 8., Piracicaba, 1986. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1986. p.499-512.

- CORSI, M.; SILVA, R.T.L. Fatores que afetam a composição mineral de plantas forrageiras. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 3., Piracicaba, 1985. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1985. p.1-14.
- COWAN, R.T.; LOWE, K.F.; EHRLICH, W. et al. Nitrogen-fertilised grass in a subtopical dairy sistem 1. Effect of level of nitrogen fertiliser on pasture yield and soil chemical characteristics. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 35, n. 2, p. 125-135, 1995a.
- COWAN, R.T.; LOWE, K.F.; EHRLICH, W. et al. Nitrogen-fertilised grass in a subtopical dairy sistem 2. Effect of level of nitrogen fertiliser on animal production. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 35, n. 2, p. 137-143, 1995b.
- COWAN, R.T.; LOWE, K.F.; UPTON, P.C. et al. Nitrogen-fertilised grass in a subtopical dairy sistem 3. Effect of stocking rate on the response to nitrogen fertilizer. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 35, n. 2, p. 145-151, 1995c.
- CROWDER, L.V.; CHHEDA, H.R. **Tropical grasslands husbandry**. New York: Longman, 1982. 561p. (Tropical Agriculture Series).
- CUOMO, G.J.; BLOUIN, D.C.; CORKERN, D.L. et al. Plant morphology and forage nutritive value of three bahiagrass as affected by harvest frequency. **Agronomy Journal**, v.88, n.1, p.85-89, 1996.
- DAVIES, D.A.; FUTHERGILL, M.; MORGAN, C.T. Assessment of constrasting perenial ryegrasses with and white clover, under continous stocking in the uplands. 5 – Herbage production, quality and intake in years 4-6. **Grass and Forage Science**, v.48, n.3, p.213-222, Sept. 1993.

DENIUM, B. The influence of physical factors on the natural content of forages.

Medelingen Landouwhogeschool, v.81, n.5, p.1-18, 1981.

DOMINGUES, J.L. Produção de matéria seca, digestibilidade “in vitro”, teores de fibra e de minerais na parte aérea do capim Pensacola, em função da idade de corte. Piracicaba, 1993. 104p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

DURAND, M.; KOMISARCZUK, S. Influence of major minerals on rumen microbiota.

Journal of Nutrition, v.118, n.2, p.249-260, Feb. 1998.

DWIVEDI, G.K.; DINESH, K.; TOMER, P.S. Effect of cutting management and nitrogen levels on growth, seed yield attributes and seed production of *Setaria sphacelata* cv. Nandi. **Tropical Grasslands**, v.33, p.146-149, 1999.

ENSMINGER, M.E.; OLENTINE JR., C.G. **Feeds and nutrition**. Clovis: Ensminger Publ., 1980. 824p.

FAGUNDES, J.L. Efeito de intensidades de pastejo sobre o índice de área foliar, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. Piracicaba, 1999. 69 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

FICK, K.R.; McDOWELL, L.R.; HOUSER, R.H. Current status of mineral research in Latin America. In: **LATIN AMERICAN SYMPOSIUM ON MINERAL NUTRITION RESEARCH WITH GRAZING RUMINANTS**, Belo Horizonte, 1976.

Proceedings. Gainesville: University of Florida, 1978. p.149-162.

- FLEMING, G.A. Mineral composition of herbage. In: BUTLER, G.W.; BAILEY, R.W. **Chemistry and biochemistry of herbage**. New York: Academic Press, 1973. v.1, p.529-566.
- FLORIDA COOPERATIVE EXTENSION SERVICE Florico Stargrass, circular S361, Gainesville, FL, <http://www.forages.css.orst.edu/Topics/Species/Grasses/Bermudagrass/Cultivar/Florico.htm>, 1995.
- FOLLETT, R.F.; WILKINSON, S.R. Nutrient management of forages. In: BARNES, R.F.; MILLER, D.A.; NELSON, C.J. **Forages: the science of grassland agriculture**. 5.ed. Ames: Iowa State University Press, 1995. v.2, p.55-82.
- FONTENOT, J.P.; ALLEN, V.G.; BUNCE, G.E. et al. Factors influencing magnesium absorption and metabolism in ruminants. **Journal of Animal Science**, v.67, n.12, p.3445-3455, Dec. 1989.
- FORBES, J.M. **Voluntary food intake and diet selection in farm animals**. Wallingford: CAB International, 1995. 532p.
- FULKERSON, W.J.; SLACK, K.; HAVILAH, E. The effect of defoliation interval and height on growth and herbage quality of kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum*). **Tropical Grasslands**, v.33, n.3, p.138-145, 1999.
- GALLO, J.R.; HIROCE, R.; BATAGLIA, O.C. et al. Composição química inorgânica de forrageiras do Estado de São Paulo. **Boletim da Indústria Animal**, v.31, n.1, p.115-137, 1974.
-

- GARCIA LOPEZ R.; FUNES F.; FERNANDEZ J. Introduction of Rhodes Callide (*Chloris gayana* cv. Callide) on established pastures and its effect on pasture stability and milk production. **Cuban Journal of Agricultural Science**, v. 29, n. 3, p. 297-300, 1995.
- GEORGIEVSKII, V.I.; ANNENKOV, B.N.; SAMOKHIN, V.T. **Mineral nutrition of animals**. London: Butterworths, 1982. 475p.
- GOERING, N.K.; VAN SOEST, P.J. **Forage fiber analysis: apparatus, reagentes, procedures and some applications**. Washington: USDA, 1970. 20 p. (USDA. Agriculture Handbook, 37a).
- GOMIDE, C.C.C. Algumas características fisiológicas e químicas de cinco cultivares de *Cynodon*. Jaboticabal, 1996. 77p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.
- GOMIDE, J.A. Fisiologia do crescimento livre de plantas forrageiras. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 1., Piracicaba, 1973. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1973. p.83-93.
- GOMIDE, J.A. Composição mineral de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE PESQUISA EM NUTRIÇÃO MINERAL DE RUMINANTES E PASTAGENS, 1., Belo Horizonte, 1976. **Anais**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1976. p.20-33.
- GOMIDE, J.A. Mineral composition of grasses and tropical leguminous forages. In: LATIN AMERICAN SYMPOSIUM ON MINERAL NUTRITION RESEARCH WITH GRAZING RUMINANTS, Belo Horizonte, 1976. **Proceedings**. Gainesville: University of Florida, 1978. p.32-40.

- GOMIDE, J.A. Mineral composition of grasses and tropical leguminous forages. In: LATIN AMERICAN SYMPOSIUM ON MINERAL NUTRITION RESEARCH WITH GRAZING RUMINANTS, Belo Horizonte, 1976. **Proceedings**. Gainesville: University of Florida, 1978. p.32-40.
- GOMIDE, J.A.; NOLLER, C.H.; MOTT, G.O.; et al. Effect of plant age and nitrogen fertilization on chemical composition and in vitro cellulose digestibility in tropical grasses. **Agronomy Journal**, v.61, p.120-123, Jan/Feb. 1969.
- GROSS, C.F.; JUNG, G.A. Season, temperature, soil pH and Mg fertilizer effects on herbage Ca and P levels and ratios of grasses and legumes. **Agronomy Journal**, v.73, n.4, p.629-634, July/Aug. 1981.
- GUTIERREZ, L.E. **Bioquímica animal**. Piracicaba, 1997. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Universidade de São Paulo. 221 p.
- GUZMÁN, L.P.; RICCI, H.R.; JUARÉZ, V.P. Efecto de diferir el corte en la producción invernal de gramíneas tropicales. **Pasturas Tropicales**. v.16, n.1, p. 22-26, abril 1994.
- HAAG, H.P. **Nutrição mineral de forrageiras no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1984. 152p.
- HACKER, J.B.; MINSON, D.J. The digestibility of plant parts. Review article. **Herbage Abstracts**, v.51, n.9, p.459-482, 1981.
-
- HADDAD, C.M.; PLATZECK, C.O. Administração e consumo de um suplemento mineral. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 3., Piracicaba, 1985. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1985. p.67-86.

- HAFFAR, I.; ALHADRAMI, G. Effect of various bale treatments on physical quality and chemical composition of Rhodes grass (*Chloris gayana*) hay. **Grass and Forage Science**. v.52, n.2, p.199-206, 1997.
- HARRIS, B.; SHEARER, K.J. Nitrate, prussic acid (HCN) and grass tetany problems in cattle feeding. Florida: Florida Cooperative Extension Service, IFAS, University of Florida, 1994. 3p. (Dairy Science, DS6).
- HEGARTY, M.P. Deleterious factors in forages affecting animal production. In: HACKER, J.B., Ed. **Nutritional limits to animal production from pastures**. U.K.: Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, 1982. p.133-150.
- HENZELL, E.F.; MATIN, A.E.; ROSS, P.J. Recovery of nitrogen by Rhodes grass. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 11. Surfess Paradise, **Proceedings**, p.411-414, 1970.
- HERNÁNDEZ, D.; CARBALLO, M.; MENDOZA, C.; FUNG, C. Estudio del manejo de *Chloris gayana* cv. Callide para la produccion de leche. 1. Efecto de la oferta diaria de materia seca. **Pastos y Forrajes**, v. 17, n. 3, p. 245-255, 1994.
- HERNÁNDEZ, D.; MIRTA, C.; FUNG, C.; MENDONZA, C. Estudio del manejo de Chloris Gayana cv. Callide para la produccion de leche. 2. Efecto del tiempo de estancia. **Pastos y Forrajes**. v.21, p.165-172, 1998.
- HERRERA, R.S. Stem and leaf contribution to the chemical composition of *Cynodon dactylon* cv. Coast cross 1. **Cuban Journal of Agricultural Science**. V.13, n.3, p.307-314, 1979.

- HERRERA, R.S. El genero *Cynodon* para la produccion de forraje en Cuba. In: WORKSHOP SOBRE O POTENCIAL FORRAGEIRO DO GÊNERO *Cynodon*, 1., Juiz de Fora, 1996. **Anais**. Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1996. p.153-166.
- HITCHCOCK, A.S. **Manual of the Grasses of the United States**. 2.ed. New York: Dover, 1971 2v., 569p.
- HODGSON, J. Herbage production and utilization. In: HODGSON, J. **Grazing management: Science into Practice**. New York: John Wiley, 1990. 203p.
- HODGSON, J.; BIRCHMAN, J.S.; GRANT, S.A. et al. The influence of cutting and grazing management on herbage growth and utilization. In: SIMPOSIUM ON THE PLANT PHYSIOLOGY AND HERBAGE PRODUCTION, Nottingham, 1981. **Plant physiology and herbage production: Proceedings**. Belfast: British Grassland Society, 1981. p.51-62.
- HOLT, E.C.; CONRAD, B.E. Influence of harvest frequency and season on bermudagrass cultivar yield and forage quality. **Agronomy Journal**, v.78, n.3, p.433-466, may/june 1986.
- HUMPHREYS, L.R. **Tropical pasture utilisation**. Cambridge: Cambridge University Press, 1991. 206p.
- JONES, R.J.; LOCH, D.S.; LeFEUVRE, R.P. Differences in mineral concentration among diploid and tetraploid cultivars of Rhodesgrass (*Chloris gayana*). **Australian Journal of Experimental Agriculture**. v.35, n.8, p.1123-1129, 1995a.
- JONES, R.M.; McDONALD, C.K.; SILVEY, M.W. Permanent pastures on a brigalow soil: the effect of nitrogen fertilizer and stocking rate on pastures and liveweight gain. **Tropical Grasslands**, v.4, n. 2, p. 193-209, 1995b.

- KANWAR, J.S.; MUDAHAR, M.S. Fertilizer sulfur and food production. Boston: Martinus Nijhoff, 1986. 247 p.
- KEMP, A.; t'HART, M.L. Grass tetany in grazing milking cows. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, v.5, n.1, p.4-17, Feb. 1957.
- KORTE, C.J.; HARRIS, W. Effects of grazing and cutting. In: SNAYDON, R.W. **Ecosystems of the world: Managed grassland analytical studies**. Amsterdam: Elsevier Science Publisher, 1987. p.71-79.
- LARBI A.; LAZIER, J.; OCHANG, J.; et al. Dry matter production of thirteen tropical legumes in association with rhodes grass (*Chloris gayana* cv. Callide) on na acid soil in Ethiopia. **Tropical Grasslands**, v. 29, n. 2, p. 88-91, 1985.
- LAREDO, M.A.; MINSON, D.J. The voluntary intake, digestibility, and retention time by sheep of leaf and stem fraction of five grass. **Australian Journal of Agriculture Research**, v.24, n.6, p.875-888, 1973.
- LEHNINGER, A.L. **Princípios de Bioquímica** 8 ed. São Paulo: Savier Editora de livros Médicos Ltda, 1993. 725p.
- LITTLE, D.A. Utilization of minerals. In: HACKER, J.B., Ed. **Nutritional limits to animal production from pastures**. U.K.: Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, 1982. p.259-283.
- LOCH, D.S.; AVILES, R.; HARVEY, G.L. Crop management: Grasses. In: LOCH, D.S.; FERGUNSON, J.E. Forrage seed production. v.2: Tropical and subtropical species. (CAB International:VK), 1998.

- LOWE, K.F.; BOWDLER, T.M.; COWAN, R.T. Management of nitrogen-fertilised Callide Rhodes grass for improved spring growth. Short Note. **Tropical Grasslands**. v.29, p.163-168, 1995.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251p.
- MALAVOLTA, E.; LIEM, T.H.; PRIMAVESI, A.C.P.A. Exigências nutricionais das plantas forrageiras. In: MATTOS, H.B. Ed. **Calagem e adubação de pastagens**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p.31-91.
- MALAVOLTA, E.; LIEM, T.H.; PRIMAVESI, A.C.P.A. Exigências nutricionais das plantas forrageiras. In: MATTOS, H.B.; WERNER, J.C.; YAMADA, T. et al. (Ed.). **Calagem e adubação de pastagens**. Piracicaba: POTAFOS, 1986. p.191-232.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. DE. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Princípios e aplicações. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Pótassa e do Fosfato, 1989. 201 p.
- MARASCHIN, G. E. Manejo de plantas forrageiras dos gêneros *Digitaria*, *cynodon* e *Chloris* In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 9., Piracicaba, 1995. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 69-99.
-

- MARTIM, R.A. Doses de nitrogênio e de potássio para produção, composição e digestibilidade dos capins Coastcross 1 e Tifton 85 em um latossolo vermelho-amarelo. Piracicaba, 1997. 109p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo.
- MARTIN, W.E.; MATOCHA, J.E. Plant analysis as an aid in the fertilization of forage crops. In: WALSH, L.M.; BEATON, J.D. (Ed.). **Soil testing and plant analysis**. Madison: Soil Science Society of America, 1973. p.393-426.
- MARTINEZ, H.E.P. Níveis críticos de fósforo em *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria humidicola*, *Digitaria decumbens*, *Hiparrhenia rufa*, *Melinis minutiflora*, *Panicum maximum* e *Pennisetum purpureum*. Piracicaba, 1980. 90p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- MASSUDA, Y. Digestibility and structural components of some tropical grasses. **Japanese Agricultural Research Quarterly**, v.11, n.1, p.60-63, 1977.
- MATTOS, H.B.; COLOZZA, M.T. Micronutrientes em pastagens. In: MATTOS, H.B. Ed. **Calagem e adubação de pastagens**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p.233-256.
- MBWILE, R.P.; UDEN, P. Effects of age and season on growth and nutritive value of Rhodes grass (*Chloris gayana* cv. Kunth.). **Animal Feed Science and Technology**, v. 65, n. 1, p. 87-98, 1997.
- McDOWELL, L.R. Contribution of tropical forages and soil toward meeting mineral requirements of grazing ruminants. In: McDOWELL, L.R. **Nutrition of grazing ruminants in warm climates**. Orlando: Academic Press, 1985. p.165-188.

- MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. 4.ed. Bern: International Potash Institute, 1987. 687p.
- MICHALK, D.L.; ZHI-KAI, H. Grassland improvement in subtropical Guangdong Province, China. 2. Evaluation of pasture grasses. **Tropical Grasslands**. v.28, p.139-145, 1994.
- MICHALK, D.L.; RYAN, W.J.; ZHI-KAI, H. Grassland improvement in subtropical Guangdong Province, China. 3. Strategy for improvement of acid soils. **Tropical Grasslands**. v.28, p.146-154, 1994.
- MILFORD, R.; MINSON, D.J. Intake of tropical pasture species. In: INTERNATIONAL GRASSLANDS CONGRESS, 9., São Paulo, 1965. **Proceedings**. São Paulo: Ed. Alarico, 1966. p.815-822.
- MINSON, D.J. Effects of chemical and physical composition of herbage eaten upon intake. In: HACKER, J.B., (Ed.) **Nutritional limits to animal production from pastures**. Farnham Royal: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1982. p.167-182.
- MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition**. San Diego: Academic Press, 1990. p.483.
- MINSON, D.J. Composición química y valor nutritivo de las gramíneas tropicales. In: SKERMAN, P.J.; RIVEROS, F. **Gramíneas tropicales**. Roma:FAO, 1992. p.181-199. (Colección FAO: Producción Vegetal, 23).
-
- MISLEVY, P.; BROWN, W.F.; CARO-COSTAS, R. et al. **Florico stargrass**. Ona: Florida Agricultural Experimental Station, 1989. 15p. (Circular, S-361).

- MISLEVY, P.; PATE, F.M. Establishment, management and utilization of *Cynodon* grasses in Flórida. In: WORKSHOP SOBRE O POTENCIAL FORRAGEIRO DO GÊNERO *CYNODON*, Juiz de Fora, 1996. **Anais**. Juiz de Fora: EMBRAPA, CNPGL, 1996. p.127-138.
- MISLEVY, P.; RUELKE, O.C.; MARTIN, F.G. Grazing evaluation of *Cynodon* species. **Proceedings of Soil and Crop Science Society of Florida**. v.47, p.207-312, 1988.
- MITCHEL, C.C.; BLUE, W.G. Bahiagrass response to sulfur on an aeríc Haplaquod. **Agronomy Journal**, v.81, p.53-57, Jan./Feb. 1989.
- MITIDIERI, J. **Manual de gramíneas e leguminosas para pastos tropicais**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1992. 198 p.
- MOHR, H.; SCHOPFER, P. **Plant physiology**. Harpenden: Springer, 1995. 629 p.
- MONSON, W.G.; BURTON, G.W. Harvest frequency and fertilizer effects on yield, quality and persistence of eight bermudagrasses. **Agronomy Journal**, v.74, n.2, p.371-374, mar./apr. 1982.
- MONTEIRO, F.A. **Sulfur fertilization and nutrient distribution in a Florida spodosol profile under withe clover-Pensacola bahiagrass**. Gainesville: 1986. 182p.
- MOORE, J.E.; MOTT, G.O. Structural inhibitors of quality in tropical grasses. In: MATHCES, A.G. **Anti-quality components of forages**. Madison: CSSA, 1973. p.53-98. (Special Publication, 4).

- MOURA, J.C. de. Efeito de diferentes estádios de crescimento sobre a digestibilidade em sacos de nylon nas gramíneas Braquiária (*Braquiaria decumbens*, Stapf), Estrela (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) e Rhodes (*Chloris gayana*, Kunth. cultivar Callide) Piracicaba, 1980. 67p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- MUIA, J.M.K.; TAMMINGA, S.; MBUGUA, P.N.; KARIUKI, J.N. Optimal stage of maturity for feeding napier grass (*Pennisetum purpureum*) to dairy cows in Kenya. **Tropical Grasslands**. v.33, p.182-190, 1999.
- NAKANISHI, Y.; SHIMOJO, M.; FUJITA, H.; et al. Grazing bites per day of goats on some tropical grass pastures and the influence of sward characteristics. **Journal of Faculty of Agriculture. Kyushu University**. v.40, n.3-4, p.359-365, 1996.
- NASCIMENTO, D.; PINHEIRO, J.S. Valor nutritivo do capim Jaraguá em diferentes idades. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.4, p.101-113, 1975.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6.ed. Washington: National Academy Press, 1988. 157p. (Nutrient Requirement of Domestic Animals, 3).
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of horses**. 5.ed. Washington: National Academy Press, 1989. 100p. (Nutrient Requirement of Domestic Animals, 6).
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington: National Academy Press, 1996. 242p. (Nutrient Requirement of Domestic Animals, 3).

- NELSON, C.J.; MOSER, L.E. Plant factors affecting forage quality. In: FAHEY JR., G.C. **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison, 1994. cap.3, p. 115-154.
- NORTON, B.W. Differences between species in forage quality. In: HACKER, J.B., Ed. **Nutritional limits to animal production from pastures**. U.K.: Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, 1982. p.89-110.
- OMALIKO, C.P.E. Influence of initial cutting date and cutting frequency on yield and quality of star, elephant and guinea grasses. **Grasses Forage Science**, v.35, n.1, p.139-145, 1980.
- OMETTO, J.C. **Registros e estimativas dos parâmetros metereológicos da Região de Piracicaba, SP**. Piracicaba: FEALQ, 1989. 76p.
- PALHANO, A.L.; HADDAD, C.M. Exigências nutricionais e valor nutritivo de *Cynodon dactylon* (L.) Pers. Cv. Caostcross 1. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.27, n.10, p.1429-1438, 1992.
- PEDREIRA, C.G.S. Plant and animal responses on grazed pastures of Florakirk and Tifton 85 bermudagrasses. Florida, 1995. 152p. Dissertation (Doctor of Philosophy) – University of Florida.
- PEDREIRA, C.G.S. Avaliação de novas gramíneas do gênero *cynodon* para pecuária do sudeste dos Estados Unidos. In: WORKSHOP SOBRE O POTENCIAL FORRAGEIRO DO GÊNERO *CYNODON*, Juiz de fora, 1996. **Anais**. Juiz de Fora: EMBRAPA, CNPGL, 1996. p. 112-125.

- PEDREIRA, J.V.S.; MATTOS, H.B. Crescimento estacional de vinte e cinco espécies ou variedades de capim. **Boletim da Indústria Animal**, v.38, p.117-143, jul./dez. 1981.
- PEREIRA, E.; PEREZ, A.; LAMELA, L.; et al. Evaluation of Rhodes grass (*Chloris gayana*) cv. Callide on a commercial dairy farm. **Pastos y Forrajes**, v. 16, n. 1, p. 63-70, 1993.
- PINTO, J.C.; GOMIDE, J.A.; MAESTRI, M. Produção de matéria seca e relação folha:caule de gramíneas forrageiras tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29. Lavras, 1992. **Anais**. Lavras:SBZ, 1992, p.74.
- PLUT, D.L.; MELLOTTI, L. Estudo dos teores de lignina e de outros componentes químicos nos capins Jaraguá e Gordura. **Boletim da Indústria Animal**. v.23, p.169-174, 1965.
- PRAKASH, K.S.; MANI A.; AL ZIDGALI, T. Effect of nitrogen, phosphorus and potassium fertilisation on herbage yield and quality and plant parasitic nematode populations in a irrigated rhodes grass (*Chloris gayana*) pasture in Oman. **Tropical Grasslands**, v. 28, n. 3, p. 164-169, 1994.
- PUPPO, N. I. H. **Manual de pastagens e forrageiras**, Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1991. 343 p.
- RAYMOND, W.F. The nutritive value of forage crops. **Advances in Agronomy**, v.21, p.1-108, 1969.

- REID, R.L.; JUNG, G.A. Effects of elements other than nitrogen on the nutritive value of forage. In: MAYS, D.A., Ed. **Forage fertilization**. Madison: ASA, CSSA, SSSA, 1974. p.395-433.
- REID, R.L.; POST, A.J.; OLSEN, F.J.; et al. Studies on the nutritional quality of grasses and legumes in Uganda. 1. Application of "in vitro" digestibility techniques to species and estage of growth effects. **Tropical Agriculture**, v.50, p.1-15, 1973.
- RODRIGUES, L.R.A. Espécies forrageiras para pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 8., Piracicaba, 1986. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1986. p375-387.
- SAMPAIO, E.V.S.B. Photossynthate partioning and growth in Pensacola bahiagrass. Athens, 1973. 93p. Thesis (PhD) – University of Georgia.
- SARWATT, S.V.; UTIO, N.A.; EKERN, A. Evaluation of some tropical forages as silage. **Agricultural Development Reports**, n. 11, p. 14-27, 1993.
- SAS INSTITUTE. **SAS user's guide**: release 6.03. Cary, 1988. 1028p.
- SHIMOJO, M.; MASUDA, Y.; BUNGO, T.; et al. Analytical expression for formation of indigestible materials and increase in dry matter indigestibility with growth of some tropical grasses. **Journal of Faculty of Agriculture, Kyushu University**. v.40, n.1-2, p.179-188, 1995.
- SCHRODER, V.N. Hydrogen cyanide from forage plants. **Proceedings of Soil and Crop Science Society of Florida**. v.36, p.195-197, 1977.

- SILVA, C.M.M. de S.; de FARIA C.M.B. Variação estacional de nutrientes e valor nutritivo em plantas forrageiras tropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, n. 3, p. 413-420, mar. 1995.
- SKERMAN, P.J.; RIVEROS, F. **Gramíneas tropicales**, Roma: FAO, 1992. 849 p. (Colección FAO. Producción y Protección Vegetal, 23).
- SLEPER, D.A. Digestibility of *Chloris gayana* in a breeding nursery. **Proceedings of the soil Crop Science Society of Florida**. v.33, p.5-6, 1974.
- SNYMAN, H.A. Evapotranspiration, water use efficiency and quality of six dryland planted pasture species and natural vegetation, in a semi-arid rangeland. **African Journal of Range and Forage Science**, v. 11, n. 3, p. 82-88, 1994.
- SOTOMAYOR-RÍOS, A.; VÉLEZ-SANTIAGO, J.; TORRES-RIVERAS, S. Effect of three harvest intervals on yield and composition of nineteen forage grasses in the humid mountain region of Puerto Rico. **Journal of Agriculture of University of Puerto Rico**, v.60, n.3, p.294-309, 1976.
- SPEARS, J.W. Minerals in forages. In: FAHEY JR., G.C. Ed. **Forage Quality, evaluation and utilization**. Madison: ASA, CSSA, SSSA, 1994. p.281-317.
- SUN, D.; LIDDLE, M.J. Plant morphological characteristics and resistance to simulated trampling. **Environmental Management**, v. 17, n. 4, p. 511-521, 1993.
- TAGARI, H.; BEN-GHEDALIA, D. The digestibility of Rhodes grass (*Chloris gayana*) in relation to season and proportions of the diet of sheep. **Journal of Agricultural Science**, v.88, n.1, p.181-185, 1977.

- TAINTON, N.M. A comparison of different pasture rotations. **Proceedings of the New Zealand Grassland Association**, v.35, p.204-210, 1974.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Plant physiology. Redwood City: Benjamin Cummings, 1991. 565 p.
- TALEISNIK E.; GRUNBERG, K. Salt tolerance in seedlings of *Chloris gayana* and *Cenchrus ciliaris*. **Revista Argentina de Producción Animal**, v. 13, n. 3, p. 267-276, 1993.
- TAPPER, B.A.; REAY, P.F. Cyanogenic glycosides and glucosinolates. In: BUTLER, G.W.; BAILEY, R.W. **Chemistry and biochemistry of herbage**. New York: Academic Press, 1973. v.1, p.447-476.
- TILLEY, J.M.; TERRY, R.A. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. **Journal of the British Grassland Society**, v.18, p. 104-111, 1963.
- TINNIMIT P. Forrage evaluation using varius laboratory techniques. East Lansing, 1974. Thesis (Ph.D.) – Michigan State University.
- TOKARNIA, C.H.; DÖBEREINER, J. Diseases caused by mineral deficiencies in cattle raised under range conditions in Brazil. In: LATIN AMERICAN SYMPOSIUM ON MINERAL NUTRITION RESEARCH WITH GRAZING RUMINANTS, Belo Horizonte, 1976. **Proceedings**. Gainesville: University of Florida, 1978. p.163-169.
-
- TOLL VERA, J.R. La grama Rhodes (*Chloris gayana*) cv. TUC La Oriental. **Avance Agroindustrial**, v. 16, n. 62, p. 13-15, 1995.

- ULYATT, M.J. The feeding value of herbage. In: BUTLER, G.W. **Chemistry and biochemistry of herbage**. London: Academic Press, 1973. v.3, cap.31, p.131-178.
- UNDERWOOD, E.J. **Trace elements in human and animal nutrition**. 3.ed. New York: Academic Press, 1971. 543p.
- UNDERWOOD, E.J. **The mineral nutrition of livestock**. 2.ed. Aberdeen: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1981. 180p.
- VALLIS, I.; HENZELL, E.F.; MARTIN, H.E.; et al. Isotopic studies on the uptake of nitrogen by pasture plants. N15 balance experiments in field macroplots. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.24, n.5, p.693-702, 1973.
- VAN RAIJ, B. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba:Ceres, Potafós, 1991. 343p.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminants**: Analytical systems for evaluation of feeds. Corvallis, O & B Books, 1982. p.75-94.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Corvallis: O & Books, 1983. 344p.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VASQUEZ, C.M.; CASTRESANA, P.; RODRIGUEZ, Y.C. Evaluation of Rhodes grass (*Chloris gayana*) cv. Callide and Guinea grass (*Panicum maximum*) cv. Likoni on recovered soils on a dairy farm. **Zootecnia de Cuba**, v. 2, n. 2, p. 81-89, 1992.

- VÉLEZ-SANTIAGO, J.; SOTOMAYOR-RÍOS, A.; TORRES-RIVERA, S. Effects of three harvest intervals and two fertilizes rates on the yield and HCN content of ten *Cynodon* cultivars. **Journal of Agriculture of University of Puerto Rico**, v.63, n.1, p.35-44, 1979.
- VENDRAMINI, J.M.B. Produção de matéria seca, digestibilidade “in vitro” e composição químico-bromatológica do capim *Paspalum notatum* cv. Tifton 9 em diferentes idades de crescimento. Piracicaba, 1999. 102 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo.
- VIEIRA, A.C. Efeito da idade de corte sobre a produção, composição químico-bromatológica, digestibilidade *in vitro* e teor de ácido cianídrico de *Cynodon dactylon* (L.) Pers. cv. Florakirk. Piracicaba, 1998. 103 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo.
- VIEIRA, J.D.; HAAG, H.P.; CORSI, M.; BOSE, M.L.V. Produção, coeficiente de digestibilidade da matéria seca e concentração de nutrientes em *Panicum maximum* Jacq., em função dos cortes aos 30, 45, 60 e 75 dias de idade. **Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**, v.37, p.419-441, 1980.
- VITTI, G.C.; NOVAES, N.J. Adubação com enxofre. In: MATTOS, H.B. Ed. **Calagem e adubação de pastagens**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1986. p.191-231.
- WAGENINGEN AGRICULTURAL UNIVERSITY. **Manual assay for the cyanogen content in cassava products**. Wageningen, 1993. 1v.
-
- WAITE, R. The structural carbohydrates and *in vitro* digestibility of a ryegrass and cocksfoot at two levels of nitrogenous fertilizer. **Journal of Agricultural Science**. v.74, p.457-462, 1970.

- WHEELER, J.L. Implications for domestic animals of cyanogenesis in sorghum forage and hay. In: International workshop on cassava safety. **Anais**. Ibadan, 1994. N. 375, p. 251-259.
- WILKINS, R.J. The potencial digestibility of cellulose in forage and faeces. **Journal of Agricultural Science**, v.73, n.1, p.57-64, 1969.
- WILSON, J.R. Shade stimulated growth and nitrogen uptake by pasture grasses in a subtropical environment. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 47, n. 7, p. 1075-1093, 1996.
- WILSON, J.R.; MANNETJE, L. Senescence, digestibility and carbohidrate content of Buffel grass and Green Panic leaves in swards. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.29, p.503-516, 1978.
- WILSON, J.R.; MINSON, D.J. Prospect for improving the digestibility and intake of tropical grasses. **Tropical Grasslands**, v.14, n.3, p.253-259, 1980.
- YASMAN, J.A.; ARROYO-AGUILÚ; McDOWELL, R.E. et al. Voluntary intake and apparent digestibility of artificially dried stargrass fed to holstein bull calves. **Journal of Agriculture of University of Puerto Rico**, v.61, n.4, p.429-437, 1977.
-