ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTASSICA NA
CONCENTRAÇÃO DE ÁCIDO OXÁLICO EM CAPIM SETÁRIA
(*Setaria anceps* STAPF) CV. KAZUNGULA EM UM
SOLO ORTHIC QUARTZIPSAMMENT

OSCAR ANTONIO MOLAS BUSCIO

Orientador: Prof. Dr. CLAUDIO MALUF HADDAD

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de Concentração: Nutrição Animal e Pastagens.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Abril - 1986

Aos meus pais,
ANGELA e *JULIÃO*,
 pelos seus ensinamentos,
 exemplos de amor e trabalho,

 MINHA GRATIDÃO.

À minha esposa *DORA*,
 pelo estímulo, dedicação e amor,
 e a meus filhos, *ROSANNA*, *OSCAR*
 e *RODRIGO*, companheiros desta
 jornada,

 MINHA DEDICAÇÃO.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Claudio Maluf Haddad, pela amizade e orientação durante o Curso de Pós-Graduação e execução deste trabalho.

Aos Docentes do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP, pelos ensinamentos recebidos.

À Prof.^a Dr.^a Marinéia de Lara Haddad pelo auxílio na interpretação da análise estatística e oportunas sugestões.

À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, Piracicaba - S.P., pela oportunidade de aperfeiçoamento.

Ao Ministério de Agricultura y Ganaderia (M.A.G.), do Paraguay, devo agradecimento por me ter permitido frequentar o Curso de Pós-Graduação e pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Programa Nacional de Investigación y Extensión Ganadera (PRONIEGA) pela permissão outorgada.

Aos funcionários do laboratório de Zootecnia, Química, CENA pelo auxílio nos trabalhos de laboratório.

À Limeirense de Fertilizantes pela ajuda outorgada.

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação, pelo incentivo.

I N D I C E

	Página
RESUMO	xiii
SUMMARY	xv
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Origem e Distribuição Geográfica	4
2.2. Descrição da Espécie	5
2.3. Cultivares	6
2.3.1. Nandi	6
2.3.2. Kazungula	6
2.3.3. Narok	7
2.4. Exigências Climáticas e Edáficas	7
2.5. Produvidade	10
2.6. Respostas a Fertilizantes	12
2.7. Valor Nutritivo	18
2.8. Problemas Relacionados com <u>Setaria anceps</u>	20
3. MATERIAL E MÉTODOS	40
3.1. Material	40
3.1.1. Local	40
3.1.2. Solo e Espécie Vegetal	40

3.1.3. Material Corretivo	41
3.1.4. Fonte de Nutrientes	42
3.2. Métodos	43
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
4.1. Efeito de Doses de Nitrogênio e Potássio na produção de Matéria Seca	50
4.2. Efeito dos Tratamentos sobre a Concentração de Oxalato na Parte Aérea!	55
4.3. Efeito dos Tratamentos sobre a Concentração de Nitrogênio, Potássio, Cálcio e Magnésio.....	58
4.3.1. Nitrogênio	59
4.3.2. Potássio	59
4.3.3. Cálcio	66
4.3.4. Magnésio	69
4.4. Efeito dos Tratamentos sobre os Teores de cálcio e Oxalato e a Relação Cálcio/Oxalato na Matéria Seca	75
5. CONCLUSÕES	77
6. LITERATURA CITADA	79
APÊNDICE	I

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 - Produtividade do capim setaria	13
Tabela 2 - Produção anual de matéria seca e de proteína bruta de <u>Setaria anceps</u> c.v. Nandi e Kazungula com adubação nitrogenada	15
Tabela 3 - Produção de feno de <u>Setaria anceps</u> c.v. Kazungula em função de adubação fosfatada e nitrogenada	18
Tabela 4 - Composição química da matéria seca de <u>Setaria anceps</u> (%)	19
Tabela 5 - Digestibilidade e composição química da matéria seca (M.S.) de pastagens de pangola (<u>Digitaria decumbens</u>), capim Rhodes (<u>Chloris gayana</u>) e setaria (<u>Setaria anceps</u>).....	21
Tabela 6 - Conteúdo de matéria seca, proteína bruta e coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, e energia total e proteína bruta da <u>Setaria anceps</u> em diferentes idades de rebrota e maturidade.....	21
Tabela 7 - Média de oxalato total e solúvel em água e conteúdo de Cálcio (Ca) e Nitrogênio (N)....	23

Tabela 8 - O efeito da fertilização com uréia sobre o oxalato e a composição mineral do <u>S. anceps</u> c.v. Kazungula.....	25
Tabela 9 - O efeito da fertilização nitrogenada e a idade de rebrota da <u>S. sphacelata</u> em outono e primavera sobre o oxalato solúvel, nitrogênio, potássio e sódio no material vegetal	27
Tabela 10- Efeito da fertilização nitrogenada e potássica sobre o conteúdo de oxalato de <u>Setaria anceps</u>	28
Tabela 11- Efeito do incremento dos níveis de N sobre a concentração de oxalato nas partes das plantas de <u>Setaria anceps</u>	28
Tabela 12- Efeito do intervalo de corte sobre a porcentagem de ácido oxálico em <u>Setaria anceps</u> em duas zonas de Costa Rica.....	31
Tabela 13- Níveis de Cálcio (Ca) no plasma sanguíneo de oito vacas lactantes saudáveis e oito doentes (suspeito de hipocalcemia).....	36
Tabela 14- Análise bioquímicas de diversas espécies de gramíneas. Dados médios, na base da matéria seca	38

Tabela 15 - Principais características químicas de amostras do solo	41
Tabela 16 - Principais características físico-químicas de amostra do corretivo	41
Tabela 17 - Esquema dos tratamentos utilizados no experimento	45
Tabela 18 - Doses e soluções de macro e micronutrientes utilizados	46
Tabela 19 - Esquema de análises de variância.....	49
Tabela 20 - Médias gerais da produção de matéria seca a 70°C, da parte aérea das plantas (g/vaso) em função dos níveis de N e K e o quadro da análise da variância	51
Tabela 21 - Médias gerais da concentração de ácido oxálico, em %, na parte aérea das plantas em função dos níveis de N e K e o quadro de análise de variância (Média de 4 repetições).....	56
Tabela 22 - Médias gerais da concentração de Nitrogênio, em %, na parte aérea das plantas, em função dos níveis de N e K e o quadro de análise de variância (Média de 4 repetições).....	60

Tabela 23 - Médias gerais da concentração de Potássio, em %, na parte aérea das plantas, em função dos níveis de N e K e o quadro de análise de variância (Média de 4 repetições).	63
Tabela 24 - Médias gerais da concentração de Cálcio, em %, na parte aérea das plantas, em função dos níveis de N e K e o quadro de análise de variância (Média de 4 repetições).	67
Tabela 25 - Médias gerais da concentração de Magnésio, em %, na parte aérea das plantas, em função dos níveis de N e K e o quadro de análise de variância (Média de 4 repetições).	71
Tabela 26 - Médias gerais da relação cálcio:oxalato em % na matéria seca da parte aérea do capim setaria (Média de 4 repetições).....	76

LISTA DE TABELAS DO APÊNDICE

	Página
Tabela 1 - Produção de matéria seca a 70°C da parte aérea do capim setaria (g/vaso) em função dos níveis de N e K	94
Tabela 2 - Concentração de Ácido Oxálico em % na matéria seca (70°C) da parte aérea do capim setaria em função dos níveis de N e K.....	95
Tabela 3 - Concentração de Nitrogênio em % na matéria seca da parte aérea do capim setaria em função dos níveis de N e K.....	96
Tabela 4 - Concentração de Potássio em % na matéria seca da parte aérea do capim setaria em função dos níveis de N e K.....	97
Tabela 5 - Concentração de Cálcio em % na matéria seca da parte aérea do capim setaria em função dos níveis de N e K.....	98
Tabela 6 - Concentração de Magnésio na matéria seca da parte aérea do capim setaria em função dos níveis de N e K	99

LISTA DE FIGURAS

Página

- Figura 1 - Variação diurna do conteúdo de oxalato em Setaria anceps c.v. Kazungula e Nandi expresso como anidro de ácido oxálico na matéria seca 29
- Figura 2 - Regressão linear do total de oxalato em folha e caule de Setaria splendida colhida há 3 semanas em relação à concentração de nitrogênio 33
- Figura 3 - Regressão linear do total de oxalato em folha e caule de Setaria splendida, colhida há 3 semanas em relação a % de folha..... 34
- Figura 4 - Regressão linear do total de oxalato em folha e caule de Setaria splendida colhida há 3 semanas em relação a taxa de crescimento.. 35
- Figura 5 - Efeito da dose de K na produção de matéria seca (g/vaso) da parte aérea do capim setária 52
- Figura 6 - Efeito de doses de K na produção de matéria seca (g/vaso) da parte aérea do capim setária 54

Figura 7 - Efeito de doses de K na concentração de ácido oxálico (%) da parte aérea do capim setaria.....	57
Figura 8 - Efeito de doses de N na concentração de Nitrogênio (%) da parte aérea do capim setaria	61
Figura 9 - Efeito de doses de N na concentração de potássio (%) da parte aérea do capim setaria..	64
Figura 10- Efeito de doses de potássio na concentração de potássio (%) da parte aérea do capim setaria	65
Figura 11- Efeito de doses de N na concentração de cálcio (%) da parte aérea do capim setaria.....	68
Figura 12- Efeito de doses de K na concentração de cálcio (%) da parte aérea do capim setaria.....	72
Figura 13- Efeito de doses de N na concentração de magnésio (%) na parte aérea do capim setaria...	73
Figura 14- Efeito de doses de K na concentração de magnésio (%) na parte aérea do capim setaria...	74

ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA NA CONCENTRAÇÃO DE ÁCIDO OXÁLICO
EM CAPIM SETARIA (*Setaria anceps* STAPF) CV. KAZUNGULA
EM UM SOLO ORTHIC QUARTZIPSAMMENT

AUTOR: OSCAR ANTONIO MOLAS BUSCIO

ORIENTADOR: PROF. DR. CLAUDIO MALUF HADDAD

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo verificar o efeito de doses crescentes de nitrogênio na forma de uréia ($N_0 = 0$; $N_1 = 50$; $N_2 = 100$; $N_3 = 150$ e $N_4 = 200$ kg N/ha) e potássio na forma de cloreto de potássio ($K_0 = 0$; $K_1 = 100$ e $K_2 = 200$ kg K/ha) sobre a concentração do ácido oxálico na matéria seca do capim setaria (*Setaria anceps* c.v. Kazungula), num esquema fatorial 5×3 inteiramente casualizado, com 4 repetições. O trabalho experimental foi desenvolvido em casa de vegetação do Departamento de Agricultura e Horticultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", utilizando vasos de solo classificado como Série Ribeirão Claro. Os seguintes parâmetros foram determinados trinta e cinco dias após a semeadura: a) rendimento da matéria seca da parte aérea; b) concentração de oxalato na parte aérea da graminha em estudo; c) teor de nitrogênio, potássio, cálcio e magnésio na matéria seca e d) relação de cálcio/oxalato. Os resultados obtidos revelaram: 1) houve um efeito quadrático

do N ($Y = 1,7752 + 0,05319x - 0,00011x^2$) e linear do K ($Y = 4,35 + 0,0098x$) sobre a produção de MS do capim setária; 2) o efeito do K sobre o teor de oxalato na matéria seca foi linear ($Y = 4,5150 + 0,0047x$); o máximo teor de oxalato (5,45%) foi alcançado com nível K_2 (200 kg K/ha); 3) os teores mínimo e máximo de N (0,69% a 2,53%), K (0,58% a 3,70%), Ca (0,32% a 0,41%) e Mg (0,29% a 0,47%) em função dos níveis de N e K, encontram-se acima dos valores considerados críticos para a nutrição bovina; e) a relação cálcio/oxalato em função dos tratamentos, apresentam valores considerados nocivos para a saúde animal (0,063% a 0,086%). Dos resultados obtidos permite-se concluir o seguinte:

- uma máxima produção de matéria seca é possível mediante o efeito associativo da fertilização nitrogenada versus potássica;

- o potássio influi diretamente sobre o conteúdo de oxalato na matéria seca;

- o efeito do nitrogênio é indireto sobre a concentração de oxalato;

- os teores de N, K, Ca e Mg da gramínea colhida aos 35 dias são suficientes para atender às exigências nutritivas do gado de corte;

- a relação cálcio/magnésio apresentam valores muito abaixo da exigência requerida para a nutrição animal.

NITROGEN AND POTASSIUM FERTILIZATION ON OXALATE CONCENTRATION
IN SETARIA (*Setaria anceps* STAPF) CV. KAZUNGULA
IN A ORTHIC QUARTZIPSAMMENT SOIL

AUTHOR: OSCAR ANTONIO MOLAS BUSCIO
ADVISER: PROF. DR. CLAUDIO MALUF HADDAD

SUMMARY

This experiment was carried out in greenhouse at the Departamento de Agricultura e Horticultura, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, Brazil, between March and July of 1985.

Five levels of nitrogen (urea) ($N_0 = 0$; $N_1 = 50$ kg N/ha; $N_2 = 100$ kg N/ha; $N_3 = 150$ kg N/ha; $N_4 = 200$ kg N/ha and three levels of potassium (KCl) ($K_0 = 0$; $K_1 = 100$ and $K_2 = 200$ kg K/ha) were used in a 5×3 factorial design with four replicates in order to measure the levels of oxalic acid in Setaria anceps cv. Kazungula.

The plants were clipped at 35 days of growth and the following parameters were measured: a) serial part dry matter production; b) oxalate concentration; c) nitrogen, potassium, calcium and magnesium concentrations; and d) calcium/oxalate ratio.

There was a quadratic effect of N ($Y = 1.7752 + 0.05319x - 0.00011x^2$) and a linear effect of K ($Y = 4.35 + 0.0098x$) on the dry matter production. There was a linear effect of K on the oxalate concentration ($Y = 4.5150 + 0.0047x$); its maximum concentration (5.45%) was reached at the highest K level (200 kg K/ha). The lowest and the highest concentrations of N (0.69% to 2.33%), K (0.58% to 3.70%), Ca (0.32% to 0.41%) and Mg (0.29% to 0.47%) were positively correlated with the N and K fertilization levels and they are higher than the NRC requirements for adult beef cattle in maintenance. The calcium/oxalate ratio was considered critical to animal health, specially for equines. The result of this experiment may lead one conclude that:

- a maximum dry matter production is obtained by the association of N and K fertilization;
- the potassium fertilization directly affects the oxalate level in setaria;
- the nitrogen effect on the oxalate level is considered an indirect effect, through the action of the potassium level;
- the levels of N, K, Ca and Mg found were considered adequate for adult beef cattle in maintenance.

1. INTRODUÇÃO

A produção de gado de corte em pastagens é uma das atividades de obtenção de alimentos mais importantes nas baixas latitudes da América Latina Tropical. Estas características aplicam-se, particularmente, ao Brasil, que possui cerca de 60% do rebanho bovino localizado em áreas de cerrado. Os animais dependem, para sua alimentação, de espécies de gramíneas nativas ou de algumas outras espécies forrageiras, voluntária ou acidentalmente introduzida de outras regiões, cuja capacidade de suporte dessas pastagens é extremamente baixa e seu valor nutritivo muito variável com as estações do ano, atingindo valores realmente críticos durante a estação seca (PEDREIRA, 1973).

Uma das alternativas para suprir essas deficiências é a procura de novas gramíneas consideradas promissoras, sendo suas introduções feitas na maioria das vezes, sem um conhecimento mesmo rudimentar a respeito, e que tem

levado a resultados negativos, motivado principalmente pelas limitações de clima e fertilidade do solo. Apesar destes fatos algumas gramíneas introduzidas recentemente, como os capins andropogon (Andropogon gayanus c.v. Planaltina) e setária (Setaria anceps) têm demonstrado ser bastante promissoras.

A Setaria anceps conhecida também como capim marangá ou capim do congo, tem despertado interesse dos pecuaristas, pelo bom comportamento em pastejo, boa capacidade de suporte e, especialmente, pelo razoável potencial de crescimento durante o período seco.

Pesquisas recentes, realizadas em vários países, mostraram que algumas cultivares desta espécie contém elevados teores de oxalato em seus tecidos (JONES e FORD, 1972a, ROUGHAN e SLACK, 1973; GONZÁLEZ e COWARD, 1977), os quais foram atribuídos casos de intoxicação em bovinos mantidos em pastejo (SEAWRIGHT et alii, 1970; GONZÁLEZ e COWARD, 1977). Nesta espécie, as formas de oxalato predominantemente encontradas são o ácido oxálico ou oxalatos, de potássio, sódio e cálcio (JONES e FORD, 1972b).

Desde que seja possível que a produtividade da pastagem de Setaria anceps possa ser influenciada pelos elementos enumerados acima, um estudo mais acabado sobre os fatores que possam afetar o conteúdo de oxalato no mate-

rial vegetal, torna-se necessário, uma vez que essa gramínea é utilizada em grande escala na exploração bovina dos países tropicais e sub tropicais.

Os objetivos do presente trabalho são verificar os efeitos dos níveis crescentes da fertilização nitrogenada e potássica sob o conteúdo de ácido oxálico do capim Setaria anceps cv. Kazungula em condições de casa de vegetação.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Origem e Distribuição Geográfica

O capim *Setaria* (*Setaria anceps* Stapf) faz parte de um grupo de espécie de gramíneas do gênero *Setaria*, Beauv, conhecido na Austrália como "complexo *Setaria*". A espécie é de origem africana, onde é encontrada naturalmente dominando extensas áreas (LUCK, 1979) e é cultivada principalmente na África do Sul, Quênia, Rhodesia, Índia, Filipinas, Japão, Taiwan, Austrália, Estados Unidos da América (Flórida) e Paraguai e, em condições de irrigação, no Marrocos e Israel (BOGDAN, 1977). No Brasil, segundo GODINHO (1968), foi introduzido no Estado de São Paulo, de 1953 a 1958, como capim de pastejo e capim para corte, através de material oriundo da África e, posteriormente, através de importações de semente da Austrália, se difundiu para outras regiões do país.

2.2. Descrição da Espécie

As características botânicas e morfo-fisiológicas da espécie, apresentam-na como uma planta perene, cespitosa, com crescimento entouceirado, podendo atingir no florescimento de 70 a 180 cm. Apresentam caule tipo colmo ereto e com rizomas curtos. As folhas são geralmente largas, glabras com bainhas largas e quilhadas. Nas plantas novas, as bainhas das folhas são achatadas, fortemente comprimidas, dispostas em forma de leque e apresentam coloração purpúrea. A inflorescência é de tipo panícula, racemosa, compacta e pseudo-espiga cilíndrica com ramificações secundárias muito curta e de coloração marrom, alaranjada ou amarela (LUCK, 1970).

A espécie ainda não passou por um processo de melhoramento, o que explica a falta de pureza varietal, devido ao fato que quase completamente é de polinização cruzada. Assim, dentro de uma mesma cultivar, podem surgir plantas com características bem distintas no porte, época de floração, e coloração de folhas. Apesar desta peculiaridade, não tem sido fator limitante para sua difusão (GODINHO, 1969; LUCK, 1970; BOLDRINI, 1976; MENDONÇA, 1976; ABRAMIDES et alii, 1980 e PIMENTEL, 1983).

2.3. Cultivares

2.3.1. *Nandí*

Material nativo, coletado no distrito de Nandí, Quênia e submetido a um programa de seleção, resultando um tipo de material bastante vigoroso e de floração tardia. Este cultivar possui rizoma muito curto, colmo ereto formando touceira com uma altura de até 1,50 m no alto da inflorescência (LUCK, 1979). A inflorescência tipo panícula, de dimensões variáveis, apresenta uma tonalidade escura que vai de uma coloração marrom-esverdeada ou marrom-alaranjada. Os afilhos apresentam uma coloração verde amarelada, achatada na base e de cor purpúrea na parte basal da bainha basal. É uma planta diplóide com número de cromossomos $2n = 18$ (HACKER e JONES, 1969; ALCÂNTARA et alii, 1979; PIMENTEL et alii, 1983).

2.3.2. *Kazungula*

É um ecótipo nativo de Zâmbia e desenvolvido para pastagem e produção de feno. Foi introduzido na Austrália em 1949 de material proveniente de Pretória e em 1962 foi lançada em escala comercial, a cultivar Kazungula diferente da Nandí por apresentar inflorescência de cor mais clara, folhas verde azuladas e de porte maior, podendo atingir altura superior a 2,00 m na inflorescência. As bainhas das folhas basais dos afilhos apresentam uma coloração purpúrea

menos acentuadas que a Nandi, e os nós do colmo são de um vermelho mais pálido. É uma planta tetraplóide com número de cromossomos $2n = 36$. Apresenta polinização cruzada com a Narok mas não com a Nandi (HACKER e JONES, 1969; LUCK, 1970).

2.3.3. *Narok*

Foi selecionada de introduções feitas de Aberdares, região do Kenya, e introduzido na Austrália no ano de 1963. O material foi submetido a um programa de seleção a fim de obter uma maior adaptação a geadas e maior produção no inverno, o resultado desse trabalho resultou a liberação da setaria Narok a nível comercial. Difere especialmente da Nandi por ser de maior porte, menos vigorosa que a Kazungula da qual difere por sua coloração verde mais acentuada. Na floração pode atingir até 1,80 m de altura. Os perfilhos são mais largos do que a Nandi e em algumas plantas podem faltar a pigmentação purpúrea da base, comum na Nandi e Kazungula. É uma planta tetraplóide, com número de cromossomos $2n = 36$. A cultivar Narok pode ter uma polinização cruzada com a Kazungula mas não com a Nandi (HACKER e JONES, 1969; LUCK, 1979).

2.4. Exigências Climáticas e Edáficas

Entre as exigências climáticas, destaca-se a temperatura como um dos fatores limitantes ao crescimento das

espécies tropicais e sub-tropicais. Segundo HACKER e JONES (1969), para um ótimo crescimento da setaria, são exigidas temperaturas médias superiores a 20°C . KEMP (1976) na Austrália considerou a temperatura como um fator de grande importância do início ao fim do crescimento de três espécies, entre as quais S. anceps c.v. Kazungula. O autor verificou que o crescimento iniciou quando as temperaturas médias diárias foram de $13^{\circ} - 15^{\circ}\text{C}$ na primavera e cessou nos dois anos seguintes no outono, com temperaturas de $12 - 14^{\circ}\text{C}$. Num terceiro ano, porém, quando as temperaturas decresceram gradualmente, o crescimento não cessou até $6 - 12^{\circ}\text{C}$. DEINUM e DIRVEN (1977) estudando três regimes de temperatura dia/noite ($23/18^{\circ}\text{C}$, $29/23^{\circ}\text{C}$, $31/27^{\circ}\text{C}$), verificaram que a temperatura ótima para o crescimento de S. anceps foi de $29/23^{\circ}\text{C}$. Com respeito a baixas temperaturas JONES (1969) relatou uma alta porcentagem (91%) de sobrevivência das plantas. Entretanto, BARNARD (1972) alertou que ocorrem pequenos danos nas folhas a temperatura de $-2,8$ a $3,3^{\circ}\text{C}$, e que abaixo dessa temperatura pode ocorrer a morte das folhas. Já HACKER et alii (1974) indicam que dentre as três cultivares mais difundidas a que apresenta maior tolerância à geada é a Narok, seguindo-se a Kazungula e a Nandi.

Um outro fator importante é a precipitação pluviométrica. Segundo KEMP (1976), trabalhando com S. anceps c.v. Kazungula, afirmou que a irrigação teve apenas um leve efeito sobre o crescimento e que, em períodos secos, a

queda na taxa de crescimento foi máxima com pouco nitrogênio e baixas temperaturas. Na Austrália, onde estas plantas são amplamente cultivadas, melhor se adaptaram às regiões de climas tropicais e sub-tropicais de maior semelhança com as condições de origem (LUCK, 1979). Nesse país, segundo o mesmo autor, a Kazungula é comumente plantada nas áreas com precipitação anual em torno de 750 mm, enquanto que a Nandi e a Narok são recomendadas principalmente para áreas com precipitação superior a 1.000 mm.

No Brasil, trabalhos feitos por GODINHO et alii (1968) em regiões que abrangem uma larga faixa climática, concluíram que a Setaria anceps c.v. Kazungula, é um capim razoavelmente resistente à seca e à geada, vegetando com grande intensidade no verão, chegando rapidamente à altura de 40 a 50 cm, dando boa quantidade de massa verde. Outros trabalhos feitos nos Estados de Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais (PEREIRA et alii, 1966; PIMENTEL, 1979) São Paulo, Paraná (ABRAMIDES et alii, 1980) Rio Grande do Sul (KOHMAN e ÁVILA, 1979), e Amazônia e Pantanal (CANTO et alii, 1979, CUNHA et alii, 1981) confirmam a ampla faixa de adaptação climática da espécie e em especial a cultivar Kazungula.

No Paraguai MOLAS et alii (1982) estudando a adaptação e comportamento agrostológico de gramíneas e leguminosas nas condições de estação experimental do Chaco encon

traram que a S. anceps c.v. Kazungula teve um bom comportamento em condições de prolongada inundação, confirmando as pesquisas feitas por ABRAMIDES et alii (1980) que a cultivar Kazungula é mais adaptada a solos rasos do que a Nandi e mais tolerante a períodos prolongados de encharcamento.

Em termos de solo, a espécie adapta-se bem ao mais variados tipos. Na Austrália, segundo LUCK (1979), é cultivada em diversos tipos de solos, bem ou mal drenados, especialmente naqueles de mediana e boa fertilidade e com um pH variando de 5,0 a 7,0.

Em um estudo comparativo entre gramíneas, SMITH (1979) encontrou que a setaria possui uma considerável tolerância aos solos ácidos, e apresenta boas respostas a fertilizantes quando cultivada em solo de baixa fertilidade.

No Brasil, as pastagens de setaria geralmente são utilizadas em solos ácidos e de baixa produtividade como do cerrado, e tem apresentado bons resultados em produção animal em especial a cultivar Kazungula (PIMENTEL et alii, 1979; NUNE et alii, 1979).

2.5. Produtividade

O potencial de produção de forragem do capim setaria, como nas demais gramíneas forrageiras tropicais, é

influenciado pelas condições climáticas, temperatura, fotoperíodo e precipitação edáfica, entretanto, a taxa de crescimento está marcadamente influenciada pela fertilidade e tipo de solo. O período de produção, nas regiões tropicais inicia-se na primavera e se estende até o outono, quando a temperatura começa a baixar (PEDREIRA, 1973; LUCK, 1979). Na Austrália, KEMP (1976) verificou também que o crescimento iniciou-se quando as temperaturas médias diárias foram de 13-15°C na primavera e cessou nos dois anos seguintes no outono, com temperatura de 12-14°C.

A Setaria anceps desenvolve grande número de perfilhos. BOONMAN (1971) encontrou cerca de 1.900 perfilhos/metro quadrado, sendo que em outras gramíneas, o número de perfilhos por metro quadrado variou de 1.280 a 1.800.

Nas áreas de cultivo da setária, na Austrália, a produtividade média anual de matéria seca da espécie é cerca de 10 t/ha, atingindo 27 t/ha com irrigação (HUMPHREYS, 1974).

STRICKLAND (1978) estudando as produções anuais e de inverno de várias gramíneas, encontrou que o rendimento anual de 18.330 kg/ha de matéria seca da setária e a produção de 2.870 kg/matéria seca/ha durante a estação fria, confirmam as afirmações feitas por outro pesquisador australiano (HACKER, 1972) da resistência dessa espécie à baixa temperatura.

No Brasil, PEREIRA et alii (1966), estudando a competição de 10 gramíneas para capineiras no cerrado, encontrou que a Setaria produziu 70 t/ha de matéria verde no verão chuvoso, mas apenas 5 t/ha durante o inverno seco.

PEREIRA et alii (1975) comparando a produção da matéria seca a 65°C de uma competição de capins encontrou que a Setaria anceps c.v. Kazungula tinha rendimento de 12,5 t/ha/ano sendo a de terceira maior produção. Outros pesquisadores como KOHMAN et alii (1979) e CASTILLO et alii (1981), obtiveram produções anuais da matéria seca e proteína bruta que variou de 8,5 a 9,9 t/ha 7,3 a 8,2%, respectivamente.

No Paraguai estudos feitos por HEYN e MOREL (1982) sobre o rendimento de três gramíneas cultivadas encontraram que a produção de Setaria anceps c.v. Kazungula atingiu um rendimento de 9,3 t/ha/ano de matéria seca e 8,4% de proteína bruta.

Na Tabela 1 se apresentam um resumo dos trabalhos citados.

2.6. Respostas a Fertilizantes

Muitos trabalhos com gramíneas tropicais indicam que os máximos rendimentos tanto em quantidade como em qualidade são obtidos com uso de adubos, principalmente nitrogenado. Trabalho feito no Sul da África por MALHERBE (1969),

Tabela 1 - Produtividade do capim setaria

Autor	Matéria Seca t/ha/ano	Matéria Verde t/ha/ano
HUMPHREYS (1974)	10,0	-
STRICKLAND (1978)	-	18
PEREIRA <u>et alii</u> (1966)	-	70
PEDREIRA (1973)	12,5	-
KOHMAN <u>et alii</u> (1979)	8,5	-
CASTILLO <u>et alii</u> (1981)	12,6	-
HEYN e MOREL (1982)	9,3	-

encontrou produções de forragem, 7,2 t/ha de matéria seca e 6,59% de proteína bruta, com o uso de fertilizações nitrogenada e fosfatada. Dados citados por HACKER e JONES (1969) e BOGDAN (1977) mostram que a setaria produz em torno de 30kg de matéria seca por quilograma de N aplicado; mas segundo esses mesmos autores, essa produção pode ser superior a 50 kg.

OLSEN (1972) trabalhando em Uganda com quatro gramíneas tropicais, entre elas a Setaria anceps, a testando o efeito de pesadas aplicações de nitrogênio, concluiu que todas as gramíneas responderam fortemente ao nitrogênio até 448 kg/ha, e com um leve acréscimo até os 896 kg/ha. Acima desta dose houve um declínio no rendimento da matéria se

ca. Os rendimentos de Setaria anceps foram de 7,6, 17,7, 19,3 e 22,0 t/ha de MS, respectivamente, com 0; 224; 448 e 896 kg/ha de N, e com 7,8, 9,6, 11,9 e 14,9% de proteína bruta na matéria seca, respectivamente (Tabela 2).

TIHARUHONDI e MUSANGI (1973) em Uganda estudando a aplicação de N e a irrigação da pastagem na produção de gado durante a estação seca concluiu que para ambas as condições de pastagem irrigada e não irrigada, a aplicação de nitrogênio incrementou substancialmente a produção de matéria seca, da proteína bruta e decréscimo na composição de fibra bruta. KEMP (1975) com 170 kg/ha de N, encontrou produção de 29 kg de matéria seca para cada kg de N aplicado. Dados obtidos por PEDREIRA et alii (1975) em solo arenoso, com uma adubação de plantio de 40, 100, 60 kg/ha, respectivamente, de N, P_2O_5 e K_2O , obtiveram produções anuais de matéria seca de 12,6 t/ha com 5,7% de proteína bruta o que evidenciou a capacidade produtiva da espécie, comparativamente com outras gramíneas forrageiras. PIMENTEL (1976) obteve, em plantas da cultivar Kazungula de Setaria anceps rendimentos de 4.580, 5.440 e 6.170 kg/ha de matéria seca nas doses de 0, 100 e 200 kg/ha de N, respectivamente.

KEMP (1976) na Austrália, com Setaria anceps c.v. Kazungula verificou que com 680 kg/ha de N por ano o crescimento iniciou em setembro e parou em maio-junho e também que uma taxa de crescimento maior que 60 kg/ha de maté-

ria seca por dia ocorreu durante quatro a seis meses. Já para 170 kg/ha de N por ano o crescimento iniciou-se em outubro e foi até abril-maio e com uma taxa de crescimento superior a 60 kg/ha de matéria seca por dia num período de 1 a 2 semanas. No tratamento sem nitrogênio, o crescimento só foi iniciado no verão.

Dados obtidos por EBERSOHN e MULDER (1980), na Austrália, evidenciaram produções de matéria seca e de proteína bruta até o nível de 896 kg/ha de N (Tabela 2).

Tabela 2 - Produção anual de matéria seca e de proteína bruta de Setaria anceps c.v. Nandi e Kazungula com adubação nitrogenada

Cultivares	Doses de Nitrogênio (kg/ha/ano)			
	0	224	448	896
<u>NANDI</u>				
OLSEN (1972)				
Matéria seca (t/ha)	7,6	17,7	19,3	22,0
Proteína Bruta (%)	7,8	9,6	11,9	14,7
<u>KAZUNGULA</u>				
EBERSOHN e MULDER (1980)				
Matéria seca (t/ha)	-	8,0	9,5	10,0
Proteína bruta (%)	-	1,7	2,1	2,3

Na Austrália, o nitrogênio via fertilizante ou leguminosa, através da capacidade de fixação simbiótica dessas plantas, tem sido utilizado com sucesso para aumentar a disponibilidade e valor nutritivo de pastagens no inverno.

A setaria, devido a seu hábito de crescimento entouceirado e a larga relação haste-folha facilita a penetração de raios luminosos até a superfície do solo, permitindo boa consorciação com leguminosas herbáceas tropicais, tais como: siratro, soja, perene, centrosema, galaxia e calopogônio.

Segundo BOGDAN (1977) a produção da mistura de leguminosa com Setaria anceps raramente incrementa a produção da gramínea, entretanto, a produção de matéria seca e proteína bruta é incrementada na mistura comparativamente com a gramínea crescendo sozinha.

MIDDLETOW (1970) estudando alguns aspectos sobre a taxa de semeadura de uma mistura de leguminosas e gramíneas sobre a produção da pastagem e composição química relatou que o incremento de semeadura de uma espécie geralmente aumenta a produção, mas não em forma proporcional, porém causa uma diminuição na produção do componente associado. Entretanto, THIRU (1972) estudando a contribuição do Desmodium uncinatum para a produção de Setaria anceps verificou que a produção total de matéria seca (9.860 kg/ha) e produção de nitrogênio (210 kg/ha) da mistura foram consistentes

mente mais alto do que a gramínea crescendo sozinha cuja produção de matéria seca e nitrogênio foram 6.734 e 112 kg/ha, respectivamente.

Enquanto a setaria aparentemente não é uma planta muito exigente em fósforo, exceto no estabelecimento, este elemento, segundo BOGDAN (1977), promove um maior e mais rápido desenvolvimento inicial da planta.

MALHERBE (1969) não observou respostas a altas aplicações de P, exceto quando combinada com N. Neste experimento, que foi conduzido com a cultivar Kazungula em solo de baixa fertilidade, foram utilizadas doses que variaram de 0 a 636 kg/ha de P_2O_5 . Com esta última dosagem e sem N, as produções foram 4,4 t/ha de matéria seca, contra 17,7 t/ha com N (Tabela 3).

Tabela 3 - Produção de feno de Setaria anceps c.v. Kazungula em função de adubação fosfatada e nitrogenada.

P_2O_5 (kg/ha/ano)	Doses de nitrogênio (kg/ha/ano)		
	0	397	1,590
	Produção de feno (t/ha/ano)		
0	4,6	8,3	14,9
318	4,5	9,1	16,5
636	4,4	10,4	17,7

FONTE: MALHERBE. (1969)

Quanto ao potássio (K), alguns estudos têm evidenciado que este elemento parece ser muito importante para a setaria, notadamente quando em consorciações com leguminosas. Segundo BOGDAN (1977) sua aplicação é essencial quando o conteúdo no tecido da planta é inferior a 1%.

O efeito de outros elementos tem sido pouco explorados. Na África do Sul, De Bruyn e McIbrath (1966), citados por BOGDAN (1977) observaram que dentre quatro micronutrientes estudados, apenas manganês e, aparentemente, boro revelaram-se mais exigidos para o crescimento normal de setaria Kazungula. No mesmo estudo não foram observados sintomas de deficiência de cobre e zinco na planta não adubada com esses nutrientes, ocorrendo sintomas de deficiência de manganês e boro quando os níveis desses elementos no solo eram inferiores a 0,5 e 0,001 ppm, respectivamente. Severo decréscimo na produção de matéria seca, em função de limitações de enxôfre foram observados por CASAGRANDE e CORREA (1980).

2.7. Valor Nutritivo

O valor nutritivo ou qualidade das plantas forrageiras é, sem dúvida, um dos mais importantes fatores relacionados com a produção animal a ser obtida nas pastagens.

A setaria quando nova apresenta bom valor nu-

tritativo e alta aceitabilidade pelos animais, contudo, ao atingir o estado de florescimento, seu conteúdo em nutriente e palatabilidade são relativamente baixos.

A composição química e bromatológica da forragem, além de variar com o estado de desenvolvimento da planta e época do ano em que se coleta a amostra pode ainda ser influenciada pela altura e frequência de corte ou pastejo.

Resultado de análise bromatológica e química apresentados por SHARMA et alii (1972) são mostrados na Tabela 4.

Tabela 4 - Composição química da matéria seca de Setaria anceps (%)

Matéria Seca	Proteína Bruta	Extrato Etéreo	Fibra Bruta	Extrato Não nitrogenado	Cinza	Cálcio	Fósforo
16,00	10,50	2,14	26,35	48,66	12,35	0,53	0,43

FONTE: SHARMA et alii (1972)

Na Austrália, STOBBS (1973) constatou que apesar da digestibilidade dessa forrageira ser ligeiramente mais baixa que a dos capins Pangola e Rhodes, não houve diferenças marcantes quanto ao teor de N e de outros componentes químicos analisados (Tabela 5).

GRIEVE e OBBOURN (1965) e SONEJI et alii (1971) estudando o valor nutritivo de algumas gramíneas tropicais encontraram que Setaria anceps c.v. Nandi, à medida que au-

mentava o estado de maturidade o potencial da matéria seca sofria um incremento, entretanto, a quantidade de proteína bruta e o coeficiente de digestibilidade diminuía (Tabela 6).

Como nas demais forrageiras, o valor nutritivo de setaria é relativamente mais alto nas folhas do que nas demais partes da planta e nas plantas novas do que nas velhas. Resultados obtidos por WIJK (1976) demonstraram que digestibilidade do caule e folhas de Nandi foi similar com até nove semanas de crescimento da planta, variando de 56 a 60%, enquanto que, com quinze semanas, baixou para cerca de 50% nas folhas e 36% no caule.

2.8. Problemas Relacionados com Setaria anceps

Trabalhos realizados por MATHAS e SUTHERLAND (1952), GARCIA-RIVERA (1955) mostraram que a Setaria anceps contém oxalatos. A essa substância que frequentemente é depositada em vários órgãos da planta ou em células especializadas na forma de oxalato de cálcio, sódio e de potássio (JONES e FORD, 1972; MCDONALD, 1982), foram atribuídos casos de intoxicação dos bovinos (JONES et alii, 1970; SEAWRIGHT et alii, 1970; GONZALEZ e COWARD, 1977; WARD et alii, 1979 e SHENK et alii, 1982), eqüinos (GROENENDYK e SEAWRIGHT, 1974; WALTHALL e MCKENZIE, 1976; BLANEY et alii, 1981a; BLANEY et alii, 1981b; GARTNER et alii, 1981; MCKENZIE et alii, 1981 e HINTZ

Tabela 5 - Digestibilidade e composição química da matéria seca (M.S.) de pastagens de pangola (Digitaria decumbens), capim Rhodes (Chloris gayana) e setaria (Setaria anceps)

Pastagem	Digestibilidade (%)	Composição Química da M.S. (%)					
		N	P	K	Ca	Mg	Na
Pangola	59,1	2,25	0,24	2,14	0,34	0,22	0,98
Rhodes	57,4	2,14	0,22	1,66	0,40	0,16	1,08
Setaria	55,0	2,16	0,25	2,78	0,30	0,20	0,85

FONTE: STOBBS (1973).

Tabela 6 - Conteúdo da matéria seca, proteína bruta e coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, e energia total e proteína bruta da Setaria anceps em diferentes idades de rebrota e maturidade

Espécie	Idade de rebrota (semana)	Estado de Maturidade	Matéria seca (%)	Proteína bruta (%)	Coeficiente de Digestibilidade		
					Matéria seca (%)	Proteína bruta (%)	Energia total (%)
<u>Setaria</u> <u>anceps</u>	4	imaturo	14,8	10,5	68,2	69,4	69,8
c.v.	6	imaturo	15,6	8,6	56,5	53,6	55,3
Nandi	8	imaturo	19,0	4,8	56,3	44,0	55,3

FONTE: GRIEVE e OBBOURN (1965).

et alii, 1984) e ovinos (WATTS, 1959; DOBSON, 1959 e ALLISON et alii, 1977).

A ingestão excessiva de oxalatos, acima de 5% na matéria seca (LUCK, 1979), causa certa irritação gastrointestinal, contração muscular ou tetania acompanhada por outros sintomas nervosos, devido à remoção do íon Ca^{++} do sistema orgânico, um desarranjo do balanço básico Ca Mg/Na K, capacidade de coagular diminuída do sangue devido ao decréscimo do íon Ca; lesões nos órgãos excretórios, rins, etc. devido à deposição de substância celular de grande concentrações de oxalato de cálcio cristalino (SMITH, 1972).

Num estudo dos níveis de oxalato total e solúvel em água, em quinze espécies de forrageiras dos distritos de Lango e Acholi em Uganda, NDYANABO (1971) determinou que a Setaria anceps c.v. Nandi e Pennisetum purpureum continham níveis mais altos de oxalato insolúvel e solúvel em água que as demais gramíneas. De acordo com a análise para o conteúdo de Ca e N não houve relacionamento entre o teor de oxalato com Ca e N nas gramíneas. Duas leguminosas Centrosema pubescens e Stylosanthes gracilis mostraram um conteúdo levemente mais alto de oxalato total (2,22 e 1,72%, respectivamente) e apesar de possuírem alto teor de Ca e N (1,91; 3,10 e 1,18 e 2,72%, respectivamente) apresentavam um baixo teor de oxalato solúvel (Tabela 7).

Tabela 7 - Média de oxalato total e solúvel em água e conteúdo de Cálcio (Ca) e Nitrogênio (N) (% de M.S.)

Espécie	Ácido Oxálico		Cálcio	Nitrogênio
	Total	Solúvel em água		
	(%)	(%)	(%)	(%)
<u>Setaria anceps</u>	3,79	3,22	0,44	1,90
<u>Pennisetum purpureum</u>	3,10	2,59	0,39	2,00
<u>Centrosema pubescens</u>	2,22	0,10	1,91	3,10
<u>Stylosanthes gracilis</u>	1,72	0,15	1,18	2,72

FONTE: NDYANABO, 1974.

A variação na acumulação de oxalato na setaria está largamente associada com sua área de origem. Introduções originárias do Sul e do Oeste da África tendem a acumular mais oxalato que aquelas originárias do Quênia. Entretanto, todas as introduções do Quênia foram pouco produtivas em comparação às do Sul da África, Tanzânia e Uruguai. Porém, o único grupo que combinou uma produção relativamente alta e um baixo teor de oxalato foi do Quênia, o qual incluía a cultivar Nandi.

As concentrações de Na e K foram negativamente correlacionadas ($r = 0,43$; $P < 0,01$) nas introduções provenientes de Quênia. Correlações altas ($r = 0,82$; $P < 0,001$) entre oxalato de Na e concentração de Na foram encontrados, mas não houve significância na correlação entre oxalato de K e concentração de K ($r = 0,07$).

O relacionamento entre oxalato de Na e K foi classificado quando ambos os cátions (somados como mEq%) foram sumarizados comparando com o oxalato. A alta correlação ($r = 0,93$) entre oxalato de Na e K indica que a variação está intimamente associada com a absorção de cátions.

A citada correlação estimada entre concentração de Na, e oxalato de K e matéria seca digestível, sugere que as introduções de setaria, com altos valores de matéria seca digestível devem algo de sua superioridade ao alto teor de oxalato.

HACKER (1974) conclui que existe um complexo inter-relacionamento entre concentração de cátions, concentração de oxalato, produção de matéria seca e digestibilidade.

Essas afirmações coincidem com os trabalhos feitos por SMITH (1972), onde o aumento da concentração de ácido oxálico, nas três cultivares de Setaria, foi proporcional a diferenças entre nível de cátions (K^+ , Na^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+}) e ânions (Na_3^- , Cl^- , H_2PO_4 e SO_4) no fluido celular para manter sua eletroneutralidade. Tais características seriam próprias da Setaria anceps na síntese e acumulação de oxalato solúvel como seus íons orgânicos, em maior quantidade para manter o equilíbrio cátions-ânions (DIJKSHOORN, 1973).

Isto significaria a curva obtida nos níveis

de adubação nitrogenada e potássica, pois, com maior disponibilidade e absorção de cátions, acumularia mais oxalato.

JONES e FORD (1972) tratando de obter informação sobre os possíveis fatores que afetam o conteúdo de oxalato na Setaria anceps realizaram três experimentos: no primeiro, buscaram medir o efeito da adubação nitrogenada (uréia) na composição mineral e o teor de oxalato da Setaria anceps, concluindo que o oxalato era 69,7% mais alto no caneteiro adubado com uréia que o não adubado. Este resultado coincidiu com níveis mais altos de N e Mg e com uma tendência para valores mais altos de K e Na na matéria seca. Uma alta correlação entre concentração de oxalato com a soma dos cátions totais e com a soma de Na e K na matéria seca (Tabela 8).

Tabela 8 - O efeito da fertilização com uréia sobre o oxalato e a composição mineral do S. anceps c.v. Kazungula

Componentes	Não adubado	Adubado 200 kg/ha N % da M. S.	Significância
Oxalato	3,3 (73,1)*	5,6 (124,4)	**
Nitrogênio (N)	1,3	2,9	***
Potássio (K)	2,8 (71,2)	3,9 (98,7)	NS
Sódio (Na)	0,66 (28,5)	0,83 (36,2)	NS
Magnésio (Mg)	0,13 (11,1)	0,20 (16,2)	***
Cálcio (Ca)	0,40 (20,0)	0,42 (20,9)	NS
Fósforo (P)	0,28	0,23	NS
K, Na, Mg, Ca	3,99 (132,6)	5,35 (172,0)	**

FONTE: JONES e FORD (1972)

* - mcq/100 g; *** - $p < 0,001$;

** - $P < 0,01$; NS - não significativo.

No segundo experimento os mesmos autores mediram o efeito da adubação nitrogenada na composição de oxalato da matéria seca na rebrota de outono e primavera, concluindo que os picos mais altos de oxalato foram obtidos para a rebrota de outono do que para a rebrota de primavera, para todos os níveis de N (Tabela 9). Os valores baixos na primavera comparados com o conteúdo no outono coincidem com os baixos valores de sódio e potássio. A essa mesma conclusão chegaram MIDDLETON e BARRY (1978) que encontram uma correlação positiva entre oxalato e nitrogênio.

No terceiro experimento, medindo os efeitos de altos e baixos níveis de N e K, usando como fontes de N, uréia e para K, KCl e K_2SO_4 , concluíram que houve uma variação na composição de oxalato quanto às duas fontes de K, sendo que a maior taxa foi encontrada quando se usou KCl (155 kg de K/ha) e uréia (50 kg de N/ha) (Tabela 10).

Os mesmos autores estudaram o conteúdo de oxalato nas partes das plantas e as variações diurnas e noturnas, concluindo que os níveis de oxalato nas partes das plantas num estágio de cinco semanas de rebrota, obedeciam a seguinte ordem: lâmina de folha maior que bainha de folha, maior que hastes, maior que inflorescência (Tabela 11). Quanto as variações diárias o teor de oxalato é mais alto à noite enquanto que ao redor do meio dia encontram-se os níveis mais baixos (Gráfico 1).

Tabela 9 - O efeito da fertilização nitrogenada e a idade de rebrota da S. sphacelata em outono e primavera sobre o oxalato solúvel, nitrogênio, potássio e sódio no material vegetal (%)

Estação e idade de rebrota	Não Fertilizado				Fertilizado			
	Oxalato	N	K	Na	Oxalato	N	K	Na
	%				%			
OUTONO *								
1ª Semana	5,3	2,2	3,9	1,0	3,7	2,9	4,4	1,0
2ª Semana	4,8	1,9	4,6	1,2	2,4	2,9	4,5	1,4
3ª Semana	4,2	1,8	4,3	1,4	6,0	2,2	3,7	1,9
4ª Semana	3,3	1,4	3,4	1,3	5,6	1,6	2,6	2,3
5ª Semana	1,2	1,2	3,2	1,2	3,3	1,8	2,9	1,4
6ª Semana	2,3	1,3	3,2	1,2	3,7	1,4	2,9	1,8
PRIMAVERA **								
1ª Semana	2,8	1,9	2,7	1,8	3,5	2,5	2,4	0,7
2ª Semana	3,8	1,5	2,6	-	4,5	2,5	2,7	-
3ª Semana	3,5	1,4	2,7	-	4,0	2,3	2,5	-
4ª Semana	3,6	1,2	3,0	0,7	3,7	2,8	2,5	1,2
5ª Semana	4,0	1,2	2,5	-	4,3	2,1	2,7	-
6ª Semana	3,6	1,1	2,7	-	2,4	1,3	2,0	-
7ª Semana	2,1	0,8	2,2	-	2,6	1,0	2,0	-
10ª Semana	1,8	0,6	2,0	0,9	1,2	0,6	1,3	1,1

*100 kg/ha N em Outono

**200 kg/ha N na Primavera

FONTE: JONES e FORD (1972)

Tabela 10 - Efeito da fertilização nitrogenada e potássica sobre o conteúdo de oxalato de Setaria anceps

Forma e Nível de K	Conteúdo de Oxalato com:		Média
	Baixo N **	Alto N	
	% da M. S.		
KCl			
Baixo *	1,40	3,30	2,35
Alto	2,79	4,20	3,49
K ₂ SO ₄			
Baixo	2,54	3,75	3,14
Alto	2,75	3,72	3,23
Médias	2,37	3,74	

FONTE: JONES e FORD (1972)

* - Alto N = 210 kg N/ha

Baixo N = 56 kg N/ha

** - Alto K = 155 kg K/ha

Baixo K = 25 kg K/ha

Tabela 11 - Efeito do incremento dos níveis de N sobre a concentração de oxalato nas partes da plantas de Setaria anceps

Parte da planta	Não adubada	25 kg N/ha % de M.S.	100 kg N/ha
Lâmina da folha	4,5	4,6	4,4
Bainha da folha	1,6	1,8	2,9
Hastes	0,5	1,4	2,8

FONTE: JONES e FORD (1972)

FONTE: JONES e FORD, 1972

Figura 1 - Variação diurna do conteúdo de oxalato em Setaria anceps cv. Kazungula e Nandi expresso como anhidro de ácido oxálico na matéria seca

ROUGHAN et alii (1976) estudaram os efeitos da fonte de nitrogênio na acumulação do oxalato em Setaria Kazungula. No primeiro experimento o tratamento com uréia resultou num pequeno e insignificante, decréscimo na concentração de oxalato comparado com nitrato, baixo potássio e nitrato mais tratamento de amônio. Contudo, a concentração de oxalato aumentou com a idade da folha e muitas folhas jovens ainda, continham níveis de oxalato relativamente altos. Os mesmos autores não encontraram variação diurna em oxalato de hastes não florescentes, nem havia qualquer variação diurna de oxalato em folhas maduras.

GONZALEZ e COWARD (1977) determinaram as concentrações de oxalatos em Setaria anceps em duas zonas da Costa Rica e sua relação com o intervalo de corte e a fertilização nitrogenada. As porcentagens de ácido oxálico total encontrados variaram de 3,98% até 7,69% em ambas as zonas. Encontrou-se um efeito altamente significativo do intervalo de corte sobre a porcentagem de oxalato aumentado de 4,10% a 6,43% entre 14 e 35 dias em um local e diminuindo de 7,18% até 6,33% no mesmo período em outra zona (Tabela 12). Os mesmos autores não encontraram efeito da fertilização nitrogenada, entre a interação desta com o intervalo de corte. Entretanto, foi determinada uma alta correlação entre o oxalato solúvel e o oxalato total; 82,30% do oxalato total foi solúvel.

Tabela 12 - Efeito do intervalo de corte sobre a porcentagem de ácido oxálico em Setaria anceps em duas zonas de Costa Rica

Intervalo de corte (dias)	ZONA X			ZONA Y			ZONA Z		
	Ác. oxálico solúvel (%)	Ác. oxálico total (%)	Ác. oxálico solúvel (%)	Ác. oxálico solúvel (%)	Ác. oxálico total (%)	Ác. oxálico solúvel (%)	Ác. oxálico solúvel (%)	Ác. oxálico total (%)	Ác. oxálico total (%)
14	3,17	4,10	3,14	3,98	5,85	7,18			
21	3,83	4,39	5,15	6,23	6,32	7,37			
28	4,83	6,06	4,81	5,87	5,98	7,08			
35	5,45	6,45	4,37	5,41	5,38	6,33			
Médias	4,32	5,25	4,37	5,37	5,88	6,99			

FONTE: GONZALEZ e COWARD (1977)

Entretanto, MIDDLETON e BARRY (1978) em um estudo de concentração de oxalato de 5 gramíneas nos trópicos úmidos de Queensland (Austrália), encontraram uma correlação linear e positiva; entre a concentração de oxalato e a concentração de nitrogênio durante o período primavera-verão (Figura 2), a concentração de oxalato e a porcentagem de folhas (Figura 3), e uma correlação linear e negativa entre a concentração de oxalato e a taxa de crescimento (Figura 4), devido a relação haste/folhas.

No Brasil, alguns relatos e observações pessoais, em visitas à fazenda indicam a existência do problema. SHENK et alii (1982), em trabalhos realizados no Mato Grosso do Sul, relatam a intoxicação por oxalatos em vacas lactantes em pastagem de setaria. Os animais apresentavam uma queda do cálcio do plasma (6,7 mg/100 ml), sendo que o nível normal do Ca no plasma do sangue é 9 a 11 mg/100 ml. A queda dos níveis de Ca do plasma sanguíneo tem sido atribuída a uma rápida precipitação de cátions deste elemento no organismo animal. Esta precipitação se dá através de absorção dos ânions oxalatos que atinge a corrente sanguínea, com consequente deposição, na forma de cristais, nos tecidos, notadamente nos rins (Tabela 13).

O efeito do oxalato sobre a disponibilidade de cálcio, fósforo e magnésio em bovinos foram estudados por BLANEY et alii (1982). Foi demonstrado que a disponibi-

% oxalato.

$$Y = 2,56 + 0,802x$$

$$R^2 = 76\%$$

FONTE: MIDDLETON et alii, 1978

Figura 2 - Regressão linear do total de oxalato em folha e caule de Setaria splendida colhida há 3 semanas em relação à concentração de nitrogênio

% oxalato

$$Y = 0,95 + 0,058x$$

$$R^2 = 44\%$$

FONTE: MIDDLETON et alii (1978)

Figura 3 - Regressão linear do total de oxalato em folha e caule de Setaria splendida, colhida a 3 semanas em relação a % de folha

FORTE: MIDDLETON et alii (1978)

Figura 4 - Regressão linear do total de oxalato em folha e caule de Setaria splendida colhida a 3 semanas em relação a taxa de crescimento

Tabela 13 - Níveis de Cálcio (Ca) no plasma sanguíneo de oito vacas lactantes saudáveis e oito doentes (suspeito de hipocalcemia)

Vacas	Níveis de Cálcio no plasma (mg/100 ml)								Média
Saudáveis	9,3	8,9	8,5	8,7	6,8	7,5	9,7	9,3	8,6
Doentes	7,0	6,7	7,0	8,2	5,1	5,5	7,0	6,7	6,7

Padrão normal de Ca = 9 a 11 mg/100 ml.

FONTE: SHENK et alii (1982).

lidade do Mg e P dos capins tropicais é satisfatória para os ovinos, entretanto, a disponibilidade do Ca é diminuída em mais de 20% por causa dos cristais de oxalato de cálcio nos capins que não são utilizados pelos bovinos. A disponibilidade máxima de Ca neste capim attingia cerca de 50% que é absorvida pelos bovinos.

Os ruminantes podem degradar os oxalatos solúveis no rúmen, e esta degradação é facilitada pela adaptação da microflora ruminal nos alimentos na concentração de oxalatos (BLANEY et alii, 1981 b).

Em relação aos eqüinos, segundo HINTZ (1983), nos últimos anos pesquisa mundial tem demonstrado grande preocupação no metabolismo do cálcio. Assim, Mc KENZIE e SCHULTZ (1983) relatam que os cavalos que pastejam em setaria podem desenvolver uma deficiência de cálcio induzida, denominada hiperparatiroidismo nutricional secundário. Den-

tre os sinais apresentados, cita, relutância em mover-se inchaço bilateral dos maxilares superiores e inferiores, além de perda de cálcio do esqueleto.

WALTHALL e Mc KENZIE (1976) relatam ocorrência de sintomas de osteodistrofia fibrosa em equídeos pastando diversas espécies forrageiras em Queensland-Austrália. Como tal moléstia geralmente ocorre, quando os animais ingerem alimentos cuja relação cálcio/fósforo esteja em níveis inferiores a 0,8 : 1 associaram-se a um desbalanço mineral das próprias forrageiras. Entretanto, como mostra a Tabela 14, a causa de tal enfermidade não foi o desbalanço mencionado, mas sim, a presença de teores elevados de oxalato.

Segundo Tosi, citado por PUPO (1984) as recentes observações efetuadas na região de Bauru, em São Paulo, dão conta que equínos criados em pastagens de Brachiaria humidicola apresentaram a enfermidade vulgarmente chamada de "cara inchada", traduzida cientificamente por doença carencial que afeta principalmente a animais jovens, mas que pode, também, surgir nos adultos, determinado por uma alimentação deficiente em cálcio e fósforo e insuficiente em vitamina D. Relata, ainda, que o sintoma principal dessa enfermidade é a alteração sofrida na cabeça, com o crescimento anormal dos ossos do maxilar, nasal, lacrimal e mandíbula, cujo tecido ósseo apresenta-se rarefeito, com pequena resistência, devido a quase ausência de cálcio, substituídas por tubércu-

Tabela 14 - Análises bioquímicas de diversas espécies de gramíneas. Dados médios, na base da matéria seca

Gramíneas	Cálcio	Fósforo	Relação Ca:P	Oxalato total %	Oxalato Solúvel %
buffel	0,26	0,20	1,26:1	1,99	1,30
green panic	0,30	0,23	1,27:1	1,26	0,33
angola	0,12	0,10	1,20:1	0,85	0,45
setária	0,27	0,25	1,08:1	2,80	2,50
quicuí	0,36	0,36	1,00:1	0,80	0,30
pastagens mistas (green panic, buffel e siratro)	0,51	0,21	2,42:1	1,20	0,45
gramíneas nativas (aristida, hete- ropogon, etc.)	0,45	0,15	2,93:1	0,50	-

FONTE: WALTHALL e Mc KENZIE, 1976.

los fibrosos e cartilaginosos, construída pelos organismos para suprir a falta do material, e que não possuem a mesma resistência do material original.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

3.1.1. *Local*

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Agricultura e Horticultura, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", em Piracicaba-SP., no período de março a julho de 1985.

3.1.2. *Solo e Espécie Vegetal*

O solo utilizado amostrado a uma profundidade de 0-20 cm, é uma areia quartzosa de ocorrência no Município de Piracicaba identificado como Orthic quartzipsamment (FRANÇA, 1985, Comunicação Pessoal) e classificado por RANZANI et alii (1966), como série Ribeirão Claro.

As análises químicas do mesmo são apresentadas na Tabela 15.

Tabela 15 - Principais características químicas de amostras do solo

pH		% ppm		meq/100 ml TFSA						% CTC	
CaCl ₂	H ₂ O	C	P	K	Ca	Mg	Al	H	S	CTC	V
4,2	4,7	0,2	2,0	0,02	0,4	0,1	0,5	1,7	0,5	2,7	19,1

Obtida de acordo com a metodologia descrita em RAIJ e QUAGGIO (1983).

3.1.3. Material Corretivo

Foi utilizado o calcário dolomítico calcinado cuja análise revelou as seguintes características físico-químicas, representadas na Tabela 16.

Tabela 16. Principais características físico-químicas de amostra do corretivo

Determinação	Análise	Resultado %
Óxido de cálcio	CaO	20,31
Óxido de Magnésio	MgO	19,02
Carbonato de Cálcio	CaCO ₃	36,35
Carbonato de Magnésio	MgCO ₃	39,94
PRNT		57,30
PN		86,78
Sílica e insolúveis	Cálcio	-
Solubilidade em EDTA	Magnésio	-
Solubilidade em EDTA		

Granulometria	ASTM USS	Tyler Mesh	Abertura (mm)	
	8	8	2,380	99,96
	10	10	2,000	99,51
	20	20	0,840	86,43
	30	28	0,590	75,56
	50	48	0,297	56,65
	60	60	0,250	51,35
	70	65	0,210	47,41
	100	100	0,149	40,11

A calagem foi baseada para elevar a saturação de bases (V) da capacidade de troca de cátions (CTC) do solo a valores de acordo com a necessidade do capim setaria, segundo a seguinte fórmula:

$$\text{Necessidade de calagem (em t/ha)} = \frac{(V_2 - V_1)}{100} T \times \text{fator de calagem}$$

onde, V_2 = saturação em base necessária para a planta forrageira a ser plantada

V_1 = saturação em base que o solo apresenta antes de sofrer calagem

T = capacidade de troca de cátions do solo

Fator de calagem = fator de correção 100/PRNT do material corretivo.

3.1.4. Fonte de Nutrientes

Os macronutrientes Nitrogênio, Fósforo e Potássio foram fornecidos, respectivamente, na forma de uréia (43% N), superfosfato triplo (42% P_2O_5) e Cloreto de potássio

(60% K_2O). Os micronutrientes boro, ferro, manganês, zinco, cobre e molibdenio foram fornecidos, respectivamente, nas formas de H_3BO_3 , $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, $MnSO_4 \cdot H_2O$, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ e $NaMoO_4 \cdot 4H_2O$. Cálcio e magnésio foram fornecidos via calagem.

3.1.5. Recipientes

Utilizaram-se vasos de terra com capacidade para 5 kg de TFSA, pintados internamente com uma tinta impermeabilizante "Neutrol", tendo na parte inferior um orifício para escoamento de água e solução de nutrientes, os quais eram recolhidos em pratos de barro.

3.2. Métodos

a) Coleta e preparo das amostras de terra

Foram retiradas amostras de terra do solo, já citado, na profundidade de 0-20 cm, as quais depois de destorroadas foram postas a secar ao ar, passadas em peneira com malha de 2 mm e uniformizadas por misturas sucessivas de porções.

b) Incubação das amostras com calcário

De posse da análise química do solo e do material corretivo foi determinada a necessidade de calagem visando elevar a saturação de base a 40%, valor exigido pelo capim setaria segundo WERNER (1984). A quantidade de calcário determinada foi equivalente a 0,959 t/ha.

Assim, foram tomadas aproximadamente 400 kg de TFSA esparramados uniformemente sobre uma lona plástica, aplicando o calcário e muito bem homogeneizado. Seguidamente, adicionaram-se 10 litros de água destilada para cada 100 kg de TFSA, deixando-se o solo assim incubado por um período aproximado de 30 dias. Durante esse período procedeu-se a um revolvimento constante dos solos, bem como, a uma reposição de umidade a cada 3 dias.

c) Tratamentos

Os tratamentos, cinco níveis de nitrogênio (N), três níveis de potássio (K) e quatro repetições, foram montados num delineamento inteiramente casualizado com esquema fatorial (5 x 3), conforme dados da Tabela 17.

d) Instalação do ensaio

d.1. Adubação básica dos vasos

Após a pesagem de 5 kg de TFSA, procedeu-se a uma adubação básica do mesmo, sendo que as soluções de micronutrientes foram baseadas em HOAGLAND e ARNON (1950), conforme dados da Tabela 18.

d.2. Nitrogênio (N)

O nitrogênio foi fornecido como uma solução de uréia em água (12 g uréia/litro), nas doses já enumeradas na Tabela 17, sendo que os tratamentos correspondentes

Tabela 17 - Esquema dos tratamentos utilizados no experimento

Tratamento		Vasos	Uréia	N	N	C1K	K	K
N	e	Nº	ml/vaso	kg/ha	mg/vaso	ml/vaso	kg/ha	mg/vaso
0	0	1 - 4	0	0	0	0	0	0
0	1	5 - 8	0	0	0	10	100	301,2
0	2	9 - 12	0	0	0	20	200	602,4
1	0	13 - 16	23,15	50	125,01	0	0	0
1	1	17 - 20	23,15	50	125,01	10	100	301,2
1	2	21 - 24	23,15	50	125,01	20	200	602,4
2	0	25 - 28	46,30	100	250,02	0	0	0
2	1	29 - 32	46,30	100	250,02	10	100	301,2
2	2	33 - 36	46,30	100	250,02	20	200	602,4
3	0	37 - 40	69,45	150	375,03	0	0	0
3	1	41 - 44	69,45	150	375,03	10	100	301,2
3	2	45 - 48	69,45	150	375,03	20	200	602,4
4	0	49 - 52	92,60	200	500,04	0	0	0
4	1	53 - 56	92,60	200	500,04	10	100	301,2
4	2	57 - 60	92,60	200	500,04	20	200	602,4

Tabela 18 - Doses e soluções de macro e micronutrientes utilizados

Nutriente	kg/ha	Quantidade	Época de aplicação
P ₂ O ₅	100	55 mg super triplo/vaso	Plantio
B	ppm 5.0	146 mg H ₃ BO ₃ /vaso	
Fe	10.0	250 mg FeSO ₄ ·8H ₂ O/vaso	
Mn	10.0	150 mg MnSO ₄ ·H ₂ O/vaso	Aplicados no Plantio
Zn	5.0	225 mg ZnSO ₄ ·7H ₂ O (vaso)	
Cu	5.0	100 mg CuSO ₄ ·5H ₂ O/vaso	
Mo	1.0	12,5 mg NaMoO ₄ ·4H ₂ O/vaso	

ao nível 2 de nitrogênio (50 kg N/ha) foi aplicado no início do tratamento e em uma só dose. Já os tratamentos com nível 3, 4 e 5 de nitrogênio (100, 150 e 200 kg N/ha) foram aplicados em duas doses iguais, uma no início do tratamento e outra 10 dias após.

d.3. Potássio (K)

O potássio foi fornecido como uma solução de cloreto de potássio (KCl) em água (50 g KCl)/ℓ, em uma só aplicação, no início do tratamento, em dose já enumerada na Tabela 17.

d.4. Semeadura e desbaste

Após a adição de água destilada nos vasos, de modo a elevar a umidade do solo acerca de 2/3 da capacidade de campo, foi realizada a semeadura, sendo utilizadas 20 sementes por vaso. Tal quantidade foi utilizada, devido ao resultado obtido na análise laboratorial apresentando um valor cultural de 48,3%. As sementes foram colocadas a 1,0 cm de profundidade, a seguir, coberta com o mesmo solo.

Dez dias após a semeadura, foi feita o desbaste em todos os vasos do experimento, deixando-se quatro plantas o mais uniforme possível no que diz respeito a altura e número de folhas.

e) Regas

Duas ou três vezes por semana, foram pesados ao acaso, alguns vasos, e restituído o peso de água evaporada, tirando uma média que se aplicou a todos os vasos.

À medida que as plantas foram crescendo, a quantidade de água adicionada aumentou. Estimou-se a quantidade requerida pela observação do grau de umidade do solo e a aparência das plantas. O excesso de água que percolou para o coletor foi devolvido ao interior do vaso.

f) Coleta

O corte da gramínea foi efetivada aos 35 dias após a ceifa de uniformização, cortando-se as plantas ao nível do colo. O material colhido, foi secado em estufa a 70°C até obter um peso constante.

Após a secagem, as amostras eram expostas ao ambiente para o equilíbrio com a umidade relativa do ar; em seguida, eram pesadas, a fim de avaliar a produção de matéria seca por vaso, moídas em moinho modelo "Willey" e guardados em vidros bem fechados.

g) Análises químicas da planta

O nitrogênio total da parte aérea foi deter

minado pelo método semimicro-Kjeldahl, descrito por SARRUGE e HAAG (1974), o potássio por espectrometria de absorção atômica (ZAGATTO et alii, 1981), o cálcio e magnésio foram determinados seguindo-se a técnica de espectrofotometria de absorção atômica (SARRUGE e HAAG, 1974) e o ácido oxálico segundo a metodologia descrita por MOIR (1953).

h) Análises Estatísticas

As variáveis estudadas: produção de matéria seca/vaso, conteúdo de ácido oxálico, nitrogênio, potássio, cálcio e magnésio foram submetidas à análises de variância, em um delineamento experimental inteiramente ao acaso e com um esquema fatorial 5×3 , com quatro repetições (Tabela 19).

Tabela 19 - Esquema de análises de variância

Causa da variação	G.L.
Nitrogênio (N)	4
Potássio (K)	2
Interação (N x K)	8
Resíduo	45
Total	59

Para os níveis de fatores estudados efetuam-se também uma análise de regressão polinomial; e as equações obtidas são apresentadas graficamente em resultados e discussão.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Efeito de Doses de Nitrogênio e Potássio na produção de Matéria Seca

Na Tabela 1 (Apêndice) são apresentadas as produções de matéria seca da parte aérea do capim setaria, a 70°C, obtidas pela aplicação de doses de nitrogênio e potássio, enquanto que Tabela 20, as médias destes parâmetros e a análise da variância.

Os resultados da análise da variância para a variável produção mostrou um efeito significativo para nitrogênio e potássio e a interação nitrogênio versus potássio (Tabela 20). Do estudo da regressão polinomial para os níveis de nitrogênio, selecionou-se a equação polinomial de segundo grau (Figura 5).

A equação quadrática sugere que foi atingida a maior produção para esta forrageira. Assim, a matéria

Tabela 20 - Médias gerais da produção de matéria seca a 70°C, da parte aérea das plantas (g/vaso) em função dos níveis de N e K e o quadro da análise da variância

Níveis de K	Níveis de N					Médias gerais dos níveis de K
	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	
K ₀	1,40	3,27	4,15	6,25	6,27	4,26
K ₁	1,47	4,97	6,12	6,67	8,20	5,48
K ₂	1,87	5,37	7,20	7,40	9,17	6,20
Médias gerais dos níveis de N	1,58	4,53	5,82	6,77	7,88	

ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Prob. > F
Nitrogênio	4	282,6544338	70,6636085	133,3001	0,00001
Potássio	2	39,1840785	19,5920392	36,9585	0,00001
Nit. x Pot.	8	11,9725846	1,4965731	2,8231	0,01259
Resíduo	45	23,8549067	0,5301090		
Total	59	357,6660035			

Média Geral = 5,330000

C.V. = 14,660%

$$Y = 1,775238 + 0,0531905x - 0,00011762x^2$$

$$R^2 = 98\%$$

Y = matéria seca g/vaso

X = mg N/vaso

Figura 5 - Efeito de doses de N na produção de matéria seca (g/vaso)
da parte aérea do capim setária

seca produzida pelo nível N_0 (0 kg N/ha), N_1 (50 kg/ha), N_2 (100 kg/ha), N_3 (150 kg/ha) e N_4 (200 kg/ha) foram 1,58, 4,53, 5,82, 6,77 e 7,88 gramas/vasos, respectivamente. Nota-se que, para a forrageira em estudo o aumento na dose de nitrogênio proporciona um aumento de produção até um determinado limite.

Com relação ao nitrogênio, MALHERBE (1969), HACKER e JONES (1969), BOGDAN (1977) e OLSEN (1982) citaram que a adubação nitrogenada é o fator que mais interfere na produção e qualidade da planta forrageira. OLSEN (1982) encontrou uma resposta linear da produção de matéria seca no capim setaria até um nível de fertilização nitrogenada considerada alta (448 kg/ha de N) e com um leve acréscimo até os 896 kg/ha de N.

Para a aplicação de potássio, verificou-se um efeito linear e positivo sobre a produção de matéria seca (Figura 6). Assim, o nível K_0 (0 kg/ha de K), K_1 (100 kg/ha de K) e K_2 (200 kg/ha de K) foram 4,26, 5,48 e 6,20 gramas/vasos, respectivamente.

A regressão linear positiva sugere que as respostas da forrageira em estudo por cada quilograma de potássio aplicado corresponde a um acréscimo de 0,0098% na produção de matéria seca.

Respostas positivas a aplicação de potássio

MS g/vaso

$$Y = 4,35 + 0,0098x$$

$$R^2 = 98\%$$

Y = matéria seca g/vaso

X = mg K/vaso

Figura 6 - Efeito da dose de K na produção de matéria seca (g/vaso) da parte aérea do capim setária

foram encontrados também por HACKER e JONES (1969) e BOGDAN (1977). Por outro lado, verificou-se também uma interação significativa de nitrogênio versus potássio (Tabela 20). Assim, nota-se o efeito da adição de potássio sobre a produção de matéria seca, somente onde houve adição de fertilizante nitrogenado, fato este também observado por HACKER e JONES (1969) e LUCK (1979), os quais verificaram não haver respostas significativas quando o potássio era o único elemento aplicado.

4.2.3 Efeito dos Tratamentos sobre a Concentração de Oxalato na Parte Aérea

Na Tabela 02 (Apêndice) são apresentadas as concentrações de oxalato em porcentagem de matéria seca a 70°C. As médias gerais desse parâmetro, bem como, a análise da variância, são apresentados na Tabela 21.

Os resultados da análise da variância para a variável oxalato mostrou um efeito significativo para potássio e para a interação nitrogênio versus potássio (Tabela 21), indicando a ação de nitrogênio afetando os resultados de potássio sobre oxalato. Esse resultado explica que o nitrogênio não interfere diretamente na concentração de oxalato, mas sim no efeito de potássio sobre o oxalato, ou seja, o efeito do nitrogênio sobre oxalato é indireto.

Do estudo da regressão polinomial para os ní-

Tabela 21 - Médias gerais da concentração de ácido oxálico, em %, na parte aérea das plantas em função dos níveis de N e K e o quadro de análise de variância (Média de 4 repetições)

Níveis de K	Níveis de N					Médias gerais dos níveis de K
	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	
K ₀	4,07	4,18	4,75	4,55	5,02	4,51
K ₁	5,60	4,71	4,51	4,60	5,44	4,97
K ₂	5,89	5,75	5,06	5,69	4,88	5,45
Médias gerais dos níveis de N	5,18	4,88	4,77	4,94	5,11	

ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Prob.>F
Nitrogênio	4	1,3428457	0,3357114	1,8198	0,14074
Potássio	2	8,8462068	4,4231034	23,9762	0,00001
Nit. x Pot.	8	8,4864923	1,0600115	5,7503	0,00013
Resíduo	45	8,3015486	0,1844789		
Total	59	26,9770934			

Média geral = 4,985330

C.V.% = 8,615%

$$Y = 4,515084 + 0,0047025x$$

$$R^2 = 99\%$$

Y = porcentagem de oxalato

X = mg K/vaso

Figura 7 - Efeito de doses de K na concentração de ácido oxálico (%) da parte aérea do capim setária

veis de potássio, selecionou-se a equação de regressão de primeiro grau (Figura 7).

Com relação à concentração de oxalato na matéria seca, observa-se um aumento linear desse parâmetro com o acréscimo da dose de potássio empregadas, passando de 4,51% (nível K_0) para 4,97% e 5,45% (nível K_0 e K_2), respectivamente. Os resultados obtidos por diversos autores SMITH (1972) e JONES e FORD (1972) sobre o efeito da adubação potássica na concentração de oxalato no capim setaria foram confirmados no presente estudo. O fato de que a adubação nitrogenada não teve nenhum efeito sobre a concentração de oxalato confirmam os resultados dos trabalhos realizados por GONZALEZ e COWARD (1977) na Costa Rica.

Vale ressaltar que o nível de oxalato considerado perigoso para saúde animal situa-se acima de 5% na matéria seca (SEAWRIGHT *et alii*, 1970).

4.3. Efeitos dos Tratamentos sobre a Concentração de Nitrogênio, Potássio, Cálcio e Magnésio

Nas Tabelas 03 a 06 (Apêndice) são apresentadas, respectivamente, as concentrações de nitrogênio, potássio, cálcio e magnésio em porcentagem da matéria seca a 70°C. As médias gerais desses parâmetros, bem como, a análise da variância são apresentadas, respectivamente, nas Tabelas 22 e 25 e Figuras 8 a 14.

4.3.1. Nitrogênio

Em relação às concentrações de nitrogênio na matéria seca, a análise da variância acusou diferenças significativas para os níveis de nitrogênio e a interação nitrogênio versus potássio (Tabela 22). Do estudo da regressão polinomial para os níveis de nitrogênio, selecionou-se a regressão linear (Figura 8).

As respostas da espécie forrageira em estudo às aplicações de nitrogênio revelou que para quilograma de nitrogênio aplicada há um acréscimo de 0,0094% no teor desse elemento na forragem. Essa resposta encontrada foi menor que a obtida por KOHMAN e AVILA (1976) que foi de 0,0063%.

Se para um determinado consumo de matéria seca, 1,28% de nitrogênio (NRC, 1984) é o nível mínimo para atender as exigências nutricionais de animais adultos, pode-se concluir que o capim setaria com trinta e cinco dias de crescimento nos níveis N_0 (0 kg/ha) e N_1 (50 kg/ha) apresentaram valores abaixo do mínimo requerido, entretanto, os níveis N_2 (100 kg/ha), N_3 (150 kg/ha) e N_4 (200 kg/ha), respectivamente, não se constituiria um fator limitante à produção animal.

4.3.2. Potássio

Na Tabela 4 (Apêndice) são apresentados os

Tabela 22 - Médias gerais da concentração de Nitrogênio, em %, na parte aérea das plantas, em função dos níveis de N e K e o quadro de análise de variância (Média de 4 repetições)

Níveis de K	Níveis de N					Médias gerais dos níveis de K
	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	
K ₀	0,77	0,99	1,74	2,16	3,10	1,75
K ₁	0,72	0,65	1,59	1,63	2,55	1,42
K ₂	0,60	1,26	1,64	2,26	1,96	1,54
Níveis gerais dos níveis de N	0,69	0,96	1,65	2,01	2,53	

ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Prob. > F
Nitrogênio	4	27,2638855	6,8159714	186,0184	0,00001
Potássio	2	1,0715136	0,5357568	14,6216	0,00006
Nitr. x Pot.	8	3,3108364	0,4138546	11,2947	0,00001
Resíduo	45	1,6488625	0,0366414		
Total	59	33,2950980			

Média geral = 1,578170

C.V. = 12,129%

$$Y = 0,6315 + 0,0094667x$$

$$R^2 = 98\%$$

Y = porcentagem de Nitrogênio

X = mg N/vaso

Figura 8 - Efeito de doses de N na concentração de nitrogênio (%) da parte aérea do capim setária

teores de potássio da parte aérea do capim setaria, a 70°C, obtidos pela aplicação de doses de nitrogênio e potássio, enquanto que na Tabela 23 são apresentadas as médias deste parâmetro e a análise da variância.

A análise da variância revelou haver diferenças significativas nos teores de potássio para os diferentes níveis de nitrogênio, potássio e a interação nitrogênio versus potássio (Tabela 23).

O efeito da dose de nitrogênio caracterizou-se por uma regressão quadrática (Figura 9), o que sugere que foram atingidos os teores tetos de potássio para esta forrageira, no presente experimento. Os teores de potássio na matéria seca produzida pelo nível N_0 (0 kg/ha), N_1 (50 kg/ha), N_2 (100 kg/ha), N_3 (150 kg/ha) e N_4 (200 kg/ha), foram 1,66%, 1,92%, 2,54% e 1,97%, respectivamente (Tabela 23). Assim, segundo o NRC (1984) esses valores são bem maiores em relação à quantidade exigida pelos bovinos (0,65%).

Com referência aos efeitos das doses de potássio sobre os teores do elemento na matéria seca, caracterizaram-se por regressões quadrática (Figura 10), o que sugere que foram atingidos níveis de potássio da forrageira em estudo para o presente experimento.

O teor de potássio na matéria seca produzida pelo nível K_0 (0 kg/ha de K), K_1 (100 kg/ha de K) e K_2 (200

Tabela 23 - Médias gerais da concentração de Potássio, em %, na parte aérea das plantas, em função dos níveis de N e K e o quadro da análise de variância (Média de 4 repetições)

Níveis de K	Níveis de N					Médias gerais dos níveis de K
	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	
K ₀	0,75	0,37	0,84	0,65	0,33	0,58
K ₁	1,40	0,94	2,53	2,10	2,28	1,85
K ₂	2,87	4,46	4,25	3,61	3,32	3,70
Médias gerais dos níveis de N	1,67	1,92	2,54	2,12	1,97	

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Prob. > F
Nitrogênio	4	5,0428691	1,2607173	45,0070	0,00001
Potássio	2	97,1264496	48,5632248	1733,6836	0,00001
Nit. x Pot.	8	9,8036899	1,2254612	43,7484	0,00001
Resíduo	45	1,2605213	0,0280116		
Total	59	113,2335300			

Média geral = 2,046670

C.V. = 8,178%

% K

$$Y = 1,616714 + 0,0121781x - 0,00005252x^2$$

$$R^2 = 74\%$$

Y = porcentagem de potássio

X = mg N/vaso

Figura 9 - Efeito de doses de N na concentração de potássio (%) da parte aérea do capim setária

$$Y = 0,594 + 0,0096975x + 0,00002898x^2$$

$$R^2 = 98\%$$

Y = porcentagem de potássio

X = mg K/vaso

Figura 10 - Efeito de doses de potássio na concentração de potássio (%) da parte aérea do capim setária

kg/ha de K) foram 0,58, 1,85% e 3,69%, respectivamente. Nota-se, de um modo geral, que os teores desses elementos foram altos em relação aos requerimentos nutricionais de um bovino adulto, que segundo a NRC (1984) é de 0,5% a 0,7% na matéria seca.

4.3.3. Cálcio

Na Tabela 5 (Apêndice) são apresentados os teores de cálcio da parte aérea do capim setaria, a 70°C, obtidas pela aplicação de dose de nitrogênio e potássio, enquanto que na Tabela 24 são apresentadas as médias destes parâmetros e a análise da variância.

Os resultados da análise da variância revelou haver diferenças significativas no teor de cálcio para os diferentes níveis de nitrogênio, potássio e a interação nitrogênio versus potássio (Tabela 24).

O efeito de doses de nitrogênio caracterizou-se por uma regressão cúbica (Figura 11). O teor de cálcio na matéria seca no nível N_0 (0 kg/ha de N), N_1 (50 kg/ha de N), N_2 (100 kg/ha de N), N_3 (150 kg/ha de N) e N_4 (200 kg/ha de N) foram 0,41%, 0,32%, 0,37%, 0,41% e 0,38%, respectivamente.

Se, para um determinado consumo de matéria seca, 0,18% de cálcio (NRC, 1984), é o mínimo para atender as exigências nutricionais de um animal adulto, os valores

Tabela 24 Médias gerais da concentração de Cálcio, em %, na parte aérea das plantas, em função dos níveis de N e K e o quadro de análise de variância (Média de 4 repetições)

Níveis de K	Níveis de N					Médias gerais dos níveis de K
	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	
K ₀	0,40	0,43	0,36	0,45	0,44	0,41
K ₁	00,42	0,20	0,45	0,40	0,37	0,36
K ₂	0,43	0,33	0,32	0,38	0,33	0,35
Níveis gerais dos níveis de N	0,41	0,32	0,37	0,41	0,38	

ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Prob. > F
Nitrogênio	4	0,0666273	0,0166568	13,9714	0,00001
Potássio	2	0,0386639	0,0193320	16,2153	0,00004
Nit. x Pot.	8	0,1436527	0,0179566	15,0616	0,00001
Resíduo	45	0,0536494	0,0011922		
Total	59	0,3025933			

Média geral = 0,383667

C.V. % = 9,000%

$$Y = 0,417119 - 0,0035909x + 0,00004486x^2 - 0,000000139x^3$$

$$R^2 = 94\%$$

Y = porcentagem de cálcio

X = mg N/vaso

Figura 11 - Efeito de doses de N na concentração de cálcio (%) da parte aérea do capim setária

encontrados na forrageira em estudo, não constituiria um fator limitante à produção animal.

Os efeitos da dose de potássio sobre o teor de cálcio na matéria seca do capim setaria, caracterizou-se por uma regressão linear negativa (Figura 12), ou seja, à medida que se aumenta o nível de potássio houve uma diminuição no teor de cálcio na matéria seca.

A regressão linear negativa explica o antagonismo existente entre o potássio e o cálcio, o qual é bem abordado por REID e HORVATH (1980) e MALAVOLTA (1981).

De um modo geral, os teores de cálcio na matéria seca (0,35% a 0,41%), nos diferentes níveis de potássio, K_0 (0 kg/ha de K), K_1 (100 kg/ha de K) e K_2 (200 kg/ha de K), estão acima do nível crítico (0,18%) considerado pelo NRC (1984) para a nutrição de bovinos.

4.3.4. *Magnésio*

Na Tabela 5 (Apêndice) são apresentados os teores de magnésio da parte aérea do capim setaria, a 70°C, obtidas pela aplicação de doses de nitrogênio e potássio, enquanto que na Tabela 25 são apresentadas as médias desse parâmetro e a análise da variância.

Os resultados da análise da variância revelaram haver diferença significativa nos teores de magnésio

para os diferentes níveis de nitrogênio, potássio e a interação nitrogênio versus potássio (Tabela 25).

O efeito das doses de nitrogênio caracterizou-se por uma regressão linear positiva, ou seja, à medida que se aumenta o nível de nitrogênio houve um aumento no teor de magnésio na matéria seca, esse aumento corresponde a 0,00057% no teor de magnésio para cada quilo de nitrogênio aplicado (Figura 13). A concentração de magnésio na matéria seca no nível N_0 (0 kg/ha de N), N_1 (50 kg/ha de N), N_2 (100 kg/ha de N), N_3 (150 kg/ha de N) e N_4 (200 kg/ha de N) foram 0,29%, 0,33%, 0,38% e 0,41%, respectivamente.

Os teores mínimos e máximos de magnésio na matéria seca da parte aérea do capim setaria (0,29% a 0,47%) indicam que para a forrageira em estudo não deverá haver risco de ocorrência da hipomagnesia se consideramos as exigências nutricionais de um bovino adulto como sendo de 0,10% na matéria seca (NRC, 1984).

O tratamento com potássio, caracterizou-se por uma regressão quadrática negativa (Figura 14), o que sugere ter havido uma interação negativa de potássio versus magnésio, o que é bem abordado por REID e HORVATH (1980).

A matéria seca produzida pelo nível K_0 (0 kg/ha de K), K_1 (100 kg/ha de K) e K_2 (200 kg/ha de K), apresentaram um teor de magnésio de 0,47%, 0,31% e 0,29%, respecti-

Tabela 25 - Médias gerais da concentração de Magnésio, em %, na parte aérea das plantas, em função dos níveis de N e K e o quadro de análise de variância (Média de 4 repetições)

Níveis de K	Níveis de N					Níveis gerais dos níveis de K
	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	
K ₀	0,35	0,48	0,42	0,51	0,59	0,47
K ₁	0,27	0,21	0,40	0,34	0,35	0,41
K ₂	0,27	0,30	0,29	0,29	0,30	0,29
Níveis gerais dos níveis de N	0,29	0,33	0,37	0,38	0,41	

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Prob. > F
Nitrogênio	4	0,1010171	0,0252543	17,2255	0,00001
Potássio	2	0,3934905	0,1967453	134,1964	0,00001
Nit. x Pot.	8	0,1198429	0,0149804	10,2178	0,00001
Resíduo	45	0,0659745	0,0014661		
Total	59	0,6803250			

Média geral = 0,362500

C.V.% = 10,563%

$$Y = 0,412917 - 0,0002925x$$

$$R^2 = 88\%$$

Y = porcentagem de cálcio

X = mg K/vaso

Figura 12 - Efeito de doses de K na concentração de cálcio (%) da parte aérea do capim setária

$$Y = 0,305333 + 0,0005717x$$

$$R^2 = 97\%$$

Y = porcentagem de magnésio

X = mg N/vaso

Figura 13 - Efeito de doses de N na concentração de magnésio (%)
na parte aérea do capim setária

$$Y = 0,476 - 0,0022225x + 0,00000653x^2$$

$$R^2 = 100\%$$

Y = porcentagem de magnésio

X = mg K/vaso

Figura 14 - Efeito de doses de K na concentração de magnésio (%)
na parte aérea do capim setária

vamente. Apesar de existir uma diminuição no teor de magnésio em cada nível de potássio utilizado, o valor mínimo desse elemento se encontra acima do nível crítico (0,10%) considerando para nutrição de um bovino adulto segundo a NCR (1984).

4.4. Efeito dos tratamentos sobre os teores de cálcio e oxalato e a relação cálcio/oxalato na matéria seca

Os dados das Tabelas 2 e 5 (Apêndice) apresentam os teores de oxalato e cálcio da parte aérea das plantas, enquanto que na Tabela 26 são apresentadas as médias da relação cálcio:oxalato em função dos níveis de nitrogênio e potássio.

De um modo geral, os dados encontrados na relação cálcio/oxalato na matéria seca da forrageira em estudo, mostram valores muito baixos (0,08% a 0,06%) para a nutrição animal, considerando que uma relação cálcio/oxalato menor que 0,5% são potencialmente perigosas para a saúde animal, em especial, eqüinos (BLANEY et alii, 1984a).

Note-se que apesar de o teor de cálcio na forrageira em estudo encontrar-se acima dos valores considerados críticos para a nutrição animal, pelo NRC (1984), o balanço negativo do cálcio é ocasionado quando o oxalato fixa esse elemento, o que provoca o hiperparateriodismo nutricional secundário (NSH) o que é bem abordado por GROENENDYK e SEAWRIGHT, 1974.

Tabela 26 - Médias gerais da relação cálcio:oxalato em % na matéria seca da parte aérea do capim setaria (Média de quatro repetições)

Níveis de K	Níveis de N					Médias gerais dos níveis de K
	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	
K ₀	0,09	0,10	0,07	0,09	0,08	0,086
K ₁	0,07	0,04	0,09	0,08	0,06	0,068
K ₂	0,07	0,05	0,06	0,06	0,06	0,060
Medias gerais níveis de N	0,076	0,063	0,073	0,076	0,066	

5. CONCLUSÕES

Nas condições do presente experimento, os resultados permitem concluir que:

- Para se obter uma máxima produção de matéria seca do capim setária, é necessário observar a interação (efeito associativo) da fertilização nitrogenada versus potássica.

- O potássio influi direta e positivamente sobre o conteúdo de oxalato na parte aérea da espécie forrageira estudada.

- O nitrogênio não interfere diretamente no teor de oxalato, mas sim no efeito de potássio sobre o oxalato.

- De um modo geral, adubações nitrogenada e, principalmente, potássica, faz elevar os níveis de oxalato em relação à saúde animal.

- Os teores de nitrogênio, potássio, cálcio e magnésio na matéria seca do capim setaria colhido aos 35 dias de desenvolvimento, apresentaram-se suficientes para atender as exigências nutritivas do gado de corte (adulto em manutenção).

- A relação cálcio/oxalato na matéria seca do capim setaria apresenta valores muito abaixo do mínimo requerido para a saudável nutrição animal, em especial, equinos.

- O capim setaria pode ser considerado como uma planta forrageira indicada para explorações intensivas, desde que convenientemente manejada no que tange a sua fertilização.

6. LITERATURA CITADA

ABRAMIDES, P.L.G.; N.M.F. MEIRELLES e D. BIACHINE. 1980. Considerações gerais sobre Setaria anceps. Zootecnia, São Paulo, 18(4):219-50.

ALCÂNTARA, P.B.; P.L.G. ABRAMIDES e G.L. ROCHA. 1979. Efeito da quantidade de leguminosas presentes em pastagens de gramíneas tropicais, sobre o peso de bovinos de corte. Zootecnia. São Paulo, 17(4):225-28.

ALLISON, M.J.; E.T. LITTLEDIKE e L.F. JAMES. 1977. Changes in ruminal ovalate degradation rates associated with adaptation to oxalate ingestion. Journal of Animal Science, 45(5):1173-1179.

BARNARD, C. 1972. Register of australian herbage plant cultivars. Canberra, Division of Plant Industry, C.S.I.R.O.: 260p.

BLANEY, B.J.; R.J.W. GARTNER e R.A. Mc KENZIE. 1981a. The inability of horse to absorb calcium from calcium oxalate. Journal Agricultural Science. Cambridge, 97:639-641.

- BLANEY, R.B.; R.J.W. GARTNER e R.A. Mc KENZIE, 1981b. The effects of oxalate in some tropical grasses on the availability to horses of calcium, phosphorus and magnesium. Journal Agricultura Science. Cambridge, 97:507-514.
- BLANEY, B.J.; R.J.W. GARTNER e T.A. HEAD. 1982. The effect of oxalate in tropical grasses on calcium, phosphorus and magnesium availability. Journal Agricultural Science. Cambridge, 99:533-539.
- BOGDAN, A.V. 1977. Tropical pasture areal fodder plants; grass and legumes. London, Longman, 475p. (Tropical Agricultural Series).
- BOONMAN, J.G. 1971. Experimental studies on seed production of tropical grasses in Kenya. 2. Tillering and breeding in seed crops of eight grasses. Netherlands Journal Agricultural Science. Wageningen, 19:237-249.
- BOLDRINI, I.I. 1976. Gramíneas do gênero *Setaria*, Blav., no Rio Grande do Sul. IPZFO, Porto Alegre, 3:331-422. Anuário Técnico.
- CANTO, A.C.; B.Á. BEHNECK; E.MORAIS e L.B. TEIXEIRA. 1979. Comportamento produtivo de forrageira introduzida no território federal de Roraima. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 16º, Curitiba, 1979, Vol. 2. Anais. Curitiba, p.219-220.

CASAGRANDE, J.C. e O. de SOUZA CORREA, 1980. Efeito de níveis de enxôfre sobre quatro gramíneas forrageiras tropicais. Pesquisa Agropecuaria Brasileira. Brasília, 17(1): 21-25.

CASTILLOS, M.Z. e L.I. BARRETO. 1981. Competição entre cultivares de Setaria anceps sob o efeito de doses de nitrogênio e/ou leguminosas. Revista Ciências Rurais, 11(1): 63-74.

CUNHA, N.G.; A. POTT; J.A. COMASTRI FILHO; J.C. CASAGRANDE; J.F. DYNIA e W. COUTO. 1981. Respostas de forrageiras a nutrientes em solo de planície sedimentar do Rio Taquari, Pantanal Matogrossense, Corumbá, MT. Pesquisa Agropecuaria Brasileira, Corumbá. 13 p. (Circular Técnica 18).

DEINUM, B. e P.G.J. DIRVEN. 1977. Climate, nitrogen and grasses. 7. Comparison of production and chemical composition of Brachiaria ruziziensi and Setaria sphacelata grown at different temperatures. Netherlands Journal Agricultural Science. Wageningen, 24:67-78.

DIJK SHOORN, W. 1973. Organic acids, and their role in ion uptake. In: E.W. BUTLER e R.W. BAILEY Ed. Chemistry and Biochemistry of Herbage. Vol. II. 163-167.

- DOBSON, M.E. 1959. Oxalate ingestion studies in the sheep.
Australian Veterinary Journal. Melbourne, Vic., 53(1):225-233.
- EBERSON, J.P. e J.C. MULDER. 1980. Effects of nitrogen
 fertilizer and white clover on dry matter nitrogen yield
 of Digitaria decumbens and Setaria sphacelata var. sericea
 in South-Eastern Queensland. Australian Journal Experimental
 Agriculture and Animal Husbandry, Melbourne, 20(106):582-86.
- GARCIA, R.J. e M.P. MORRIS, 1955. Oxalate content of tropical
 forage grasses. Science, 122(31):1089.
- GARTNER, R.J.W.; B.J. BLANEY e R.A. Mc KENZIE, 1981. Supplements
 to correct oxalate-induced negative calcium and phosphorus
 balances in horses fed tropical grass hays. Journal Agricultural
 Science. Canberra, 97:581-589.
- GODINHO, F.J. 1968. Capim marangá (Setaria sphacelata) uma
 nova forrageira. Turrialba, 18(3):297-8.
- GONZALEZ, R. e V. COWARD. 1977. Efeito del intervalo de corte
 y la fertilización nitrogenada en el contenido de ácido oxá-
 lico del pasto San Juan (Setaria sphacelata) en dos zonas
 de Costa Rica. Agronomia Costaricense, San José, 1(1):17-21.
- GRIEVE, M.C. e F.D. OBBOURN. 1965. The nutritional value of
 some tropical grasses. Journal Agricultura Science, 65:411-417.
- GROENENDYK, S. e A.A. SEAWRIGHT. 1974. Osteodystrophia fibrosa
 in horse grazing Setaria sphacelata. Australian Veterinary
 Journal. Melbourne, Vic., 50(3):131-132.
- HACKER, J.B. e R.J. JONES, 1969. The Setaria sphacelata complex;
 a review. Tropical Grassland, Brisbane, Od., 3(1):13-34.

- HACKER, J.B. 1972. Seasonal distribution in Setaria.
Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, 12:36-42.
- HACKER, J.B.; B.J. FORD e J.M. GOW. 1974. Simulated frosting of tropical grasses. Australian Journal Agricultural Research. Melbourne, 25(1):45-7.
- HINIZ, H.F. 1983. Equine nutrition research in Australia. Feed International (Circular Técnico, 21).
- HOAGLAND, D.R. e D.I. ARNON. 1950. The water culture method for growing plants without soil. Berkeley, California, Agricultural Experiment Station (Circular 347).
- HEYN, R. e A. MOREL. 1982. Efecto de diferentes frecuencia de cortes en el rendimiento de la produra natural y tres plastos cultivados. Programa Nacional de Investigación y Extensión Ganadera, San Lorenzo-Paraguay, 209p. Informe Anual.
- HUMPHREYS, L.R. 1974. A guide to better pastures for the tropics and subtropics. 3 ed. Fleminton. Wriith Stephenson.
- JONES, R.M. 1969. Mortality of some tropical grasses and legumes following frosting in the first winter after sowing. Tropical Grassland, Brisbane, 3(1):57-63.

- JONES, R.J.; A.A. SEAWRIGHT e D. A. LITTLE. 1970. Oxalate poisoning in animals grazing the tropical grass Setaria sphacelata. Journal Australian Institute Agricultural Science, St. Lucia, Qd., 36(1):41-43.
- JONES, R.J. e C.W. FORD. 1972a. Some factors affecting the oxalate content of the tropical grass Setaria sphacelata. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, 12(57):
- JONES, R.J. e C.W. FORD. 1972b. The soluble oxalate content of some tropical grasses grown in South-East Queensland. Tropical Grassland, Brisbane, Qd., 6(3):201-204.
- KEMP, O.R. 1976. The seasonal growth of tropical pasture grasses on the mid north coast of N.S.W. Herbage Abstract, Farnham Royal 46(2):68. Resumo do trabalho publicado in: Journal of the Australian Institute of Agriculture Science, Sydney 41:50-57.
- KOHMANN, C. e R.V.J. ÁVILA. 1979. Rendimentos, qualidade e persistência em Panicum maximum Jacq. c.v. Gatton e Setaria anceps c.v. Kazungula, colhidos em três estádios de crescimentos, a duas alturas de corte, acima do solo e sob três doses de nitrogênio. Anuário Técnico do Instituto de Pesquisas Zootécnicas Francisco Osório", Porto Alegre, 6:229-343.

LUCK, P.E. 1979. *Setaria* a important pasture grass. Queensland Agricultural Journal: 105(2):136-144.

MALAVOLTA, E. 1981. Manual de Química Agrícola - Adubos e Adubação. Editora Agronômica Ceres. São Paulo. 597p.

MALHERBE, C.E. 1969. Influence of nitrogenous and fosfatic fertilizer in *Setaria sphacelata* in South Africa. Journal British Grassland Science, 24(1):45-49.

MATHAMS, R.H. e A.K. SUTHERLAND. 1952. The oxalate content of some Queensland pastures plants. Queensland Journal Agricultural Science, Brisbane, 9(4):317-334.

MCDONALD, I.W. 1982. Detrimental substances in plants consumed by carazing ruminants. In MORLEY, F.H.W. Ed. Grazing Animals. Vol. 1 - Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdan, 349-358.

Mc KENZIE, R.A.; B.J. BLANEY e J.W. GARTNER. 1984. The effect of dietary oxalate on calcium, phosphorus and magnesium balances in horses. Journal Agricultural Science, 97:69-74.

Mc KENZIE, R.A. e K. SCHULTZ. 1983. Confirmation of the presence of calcium oxalate crystoes in some tropical grasses. Journal Agricultural Science. Cambridge, 100: 249-25.

MENDONÇA, A. e H.B. MATTOS. 1976. Oxalato em *Setaria anceps* em peoblema em pastagens tropicais e sub-tropicais. São Paulo. Zootecnia, 11(3):181-186.

- MIDDLETON, C.H. 1970. Some effects of 'grass-legume sowing rates on tropical species establishment and production. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 11., Surfers Paradise. 1970. Proceedings. Queensland, University of Queensland Press, 119-123.
- MIDDLETON, C.H. 1973. Effects of sowing rate on yield composition of siratro-nandi Staria pasture. Queensland Journal of Agricultural and Animal Science. 30:39-52.
- MIDDLETON, C.H. e G.A. BARRY. 1978. A study of oxalate concentration in five grasses in the wet tropics of Queensland. Tropical Grassland, Brisbane, 12(1):28-35.
- MOIR, K.W. 1953. The determination of oxalic acid in plants. Queensland Journal Agricultural Science. 10:1-3.
- MOLAS, O.A.; J. CASACCIA; H. RACHI e A.B. GUILERA. 1982. Determinación de características agrostológicas y selección de plantas forrageras introducidas en la estación experimental del Chaco. Informe Anual Programa Nacional de Investigación y Extensión Ganadera. San Lorenzo - Paraguay. 209p.
- NDYANABO, W.K. 1974. Oxalate control of some commonly grazed pasture forrages of Lango and Acholi Districts of Uganda. East African Agriculture for Journal. Nairobi, 39(3): 210-214.

NRC. 1984. Nutrients requirements of domestics animals.

VI. Nutrient requirements of beef cattle. National Research Council. National Academic of Sciences.

Washington, D.C. 90p.

NUNES, S.G.; J.M. VIERA e J.C. DE SOUSA. 1979. Avaliação de cinco gramíneas tropicais em solo de cerrado, sob condições de pastejo. Campo Grande, MS, EMBRAPA-CNPQC, 3p. (Comunicado Técnico, 6).

OLSEN, F.J. 1972. Effect of large applications of nitrogen fertilizer on the productivity and protein content of four tropical grasses in Uganda. Tropical Agriculture, 49(3):251-260.

PEDREIRA, J.V. 1973. Crescimento estacional dos capins colonião (Panicum maximum, Jacq.), gordura (Melinis minutiflora, Paul de Beauv.), jaraguã (Hyporrhénia rufa, Ness) e pangola Taiwan A-24 (Digitaria pentzii, Stent). Piracicaba, ESALQ/USP. 117p (Tese de Doutorado).

PEDREIRA, J.V.S.; P. NUTI e B.C.S. CAMPOS. 1975. Competição de capins para produção de matéria seca. Boletim de Indústria Animal. São Paulo, 32(2):319-23.

PEREIRA, R.M.A.; D.J. SYKES; J.A. GOMIDE e G.T. VIDIGAL. 1966. Competição de dez gramíneas no cerrado em 1965. Revista Ceres, Viçosa, MG. 13(74):141-53.

- PIMENTEL, D.M. 1976. Intensidade, frequência de cortes e nitrogênio sobre os rendimentos de matéria seca e proteína bruta de Setaria anceps Stapf. c.v. Kazungula. Porto Alegre. Faculdade de Agronomia, UFRGS.
- PIMENTEL, D.M. 1974. Intensidade, frequência de corte e nitrogênio sobre os rendimentos de matéria seca e proteína bruta de Setaria anceps c.v. Kazungula. Porto Alegre, Faculdade de Agronomia. U.F.R.G.S.
- PIMENTEL, D.M. e H.A. 1983. Capim setaria. Características e aspectos produtivos. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, 11 p. (Documento 11).
- PUPO, H.N.J. 1984. Oxalato, um fantasma da Equinocultura. Centaurus. 1:44-49.
- RAIJ, B.U. e J.A. QUAGGIO. 1983. Métodos de análises de solo para fins de fertilidade, Campinas, S.P. I.A.C. (Boletim Técnica, 81). 31p.
- RANZANI, G.; O. FREIRE e T. KINJO. 1966. Carta de Solos do Município de Piracicaba. Centro de Estudos de Solos. ESALQ/USP. Piracicaba- SP.
- REID, R.L. e D.J. HORVATH. 1980. Soil chemistry and mineral problems in farm livestock. A review. Animal Feed Science and Technology. 5:95-167.

- RIMINGTON, C. e D.G. STEYN. 1933. Psilocaulon alsimile N,E. Br. as Stock Poisson. I. Determination of Oxalic, Malic, Sertanic Acids, etc. Onderstepoort Journal of Veterinary Science and Animal Industry. 1(2):439-45.
- ROUGHAN, P.J. e I.J. WARRINGTON. 1976. Effect of nitrogen source on oxalate accumulation in Setaria sphacelata (cv. Kazungula). Journal Science Food Agriculture, 27: 281-286.
- ROUGHAN, P.G. e C.R. SLACK. 1973. Simple methods four routine screening and quantitative estimations of oxalate content of tropical grasses. Journal Science Food Agriculture, 24:803-811.
- SARRUGE, J.R. e H.P. HAAG. 1974. Análises químicas em plantas. E.S.A. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP. 57p. (mimeografado).
- SCHENK, M.A.M.; T.T. FARIA; D.M. PIMENTEL e L.R.L. THIAGO. 1982. Intoxicação por oxalato em vacas lactantes em pastagens de Setaria. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, 19(9):1403-1407.

- SEAWRIGHT, A.A.; S. GRÖENENDYK e K.G. SILVA. 1970. An outbreak of oxalate poisoning in cattle grazing Setaria sphacelata. Australian Veterinary Journal. Melbourne, Vic., 46:293-296.
- SHARMA, M.K.; B.R. UPADHYAYA e J.S. SAXURA. 1973. Setaria sphacelata. A promising fodder for sheep I. Studies on palatability and nutritive value. Indian Veterinary Journal. 49(11):1137-40.
- SMITH, F.H. 1972. Potassium nutrition, ionic relations and oxalic acid accumulation in three cultivars of Setaria sphacelata. Australian Journal Agricultural Research. Melbourne, Vic., 23:969-980.
- SMITH, F.W., 1979. Tolerance of seven tropical pasture grasses to excess manganese. Commun In. Soil Science and Plant Analysis, 10(5):853-867.
- SONEJI, V.S.; S.R. MUSANGI e J.F. OLSEN. 1971. Digestibility and feed intake investigations at different stages of growth of Brachiaria ruziziensi, Chloris gayana and Setaria sphacelata using corriedal webber sheep. I. Digestibility and voluntary intake. East African Agricultural and Forestry Journal, 37(2): 125-128.
- STOBBS, H.T. 1973. The effect of plant structure on the intake of tropical pasture II. Difference in sward strutura, nutritive value, and bite size of animals grazing Setaria anceps and Chloris gayana at various stagens of growth. Australian Journal Agricultural Research, 24:821-829.

- STRICKLAND, R.W. 1978. The coal season production of some introduced grosse in South-East. Queensland Tropical Grassland, Brisbane, 12:102-112.
- THAIRU, D.M. 1972. The contribution of Desmodium uncinatum to the yield of Setaria sphacelata. East African Agricultural and Forestry Journal. Nairobi, 37(3):215-219.
- TIHARUHONDI, F. e R.S. MUSANGI. 1973. Application of nitrogen irrigation to pasture to enhance cattle production during the dry season in Uganda. East African Agricultural and Forestry Journal. Nairobi, 38(4):383-393.
- WALTHALL, J.C. e R.A. Mc KENZIE. 1976. Osteodystrophia fibrosa in horse at pasture in Queensland field and laboratory observations. Australian Veterinary Journal, Melbourne, 52:11-16.
- WARD, G.; L.H. HARBERS e J.J. BLAHA. 1979. Calcium - containing crystals in alfalfa: their fate in cattle. Journal Dairy Science. Baltimore, 62:715.
- WATTS, P.S. 1959. Effects of oxalic acid ingestion by sheep. II. Large doses to sheep on different diets. Journal Agricultural Science.
- WERNER, J.C. 1984. Adubação de pastagens. Nova Odessa, SP., Instituto de Zootecnia (Boletim Técnico, 18). 49p.

WIJK, A.J.P. van. 1976. Herbage yield and quality relationships of the three varieties of Setaria sphacelata (Schumach) Stapf and Hubbard. Netherlands Journal Agricultural Science, Wageningen, 24:147-54.

ZAGATTO, E.A.G.; A.O. JACINTO; B.F. KRUG; H. BERGAMIN FILHO; L.C.R. PESSEDA; J. MORTATTI e M.F. GINE. 1981. Manual de análises de plantas e águas empregando sistemas de injeção em fluxo. CENTRO DE ENERGIA NUCLEAR NA AGRICULTURA. Piracicaba-SP. 45p.

A . P Ê N D I C E

Tabela 1 Produção de matéria seca a 70°C da parte aérea do capim setaria (g/vaso) em função dos níveis de N e K

Tratamento	1. ^a R	2. ^a R	3. ^a R	4. ^a R
N ₀ K ₀	1,000	1,000	1,800	1,800
N ₀ K ₁	1,000	1,600	1,400	1,900
N ₀ K ₂	1,800	1,800	2,000	1,900
N ₁ K ₀	3,000	3,900	3,100	3,100
N ₁ K ₁	4,800	5,700	5,000	4,400
N ₁ K ₂	5,900	5,500	4,400	5,700
N ₂ K ₀	4,000	4,700	3,800	4,100
N ₂ K ₁	6,400	6,900	6,300	4,400
N ₂ K ₂	7,000	7,300	8,000	7,000
N ₃ K ₀	5,900	6,800	5,000	7,300
N ₃ K ₁	6,000	6,800	6,900	7,000
N ₃ K ₂	8,300	6,500	7,900	6,900
N ₄ K ₀	5,300	6,800	5,800	7,200
N ₄ K ₁	7,500	8,700	6,900	9,700
N ₄ K ₂	8,700	9,700	8,300	10,000

Tabela 2 - Concentração de Ácido Oxálico em % na matéria seca (70°C)
da parte aérea do capim setaria em função dos níveis de
N e K

Tratamentos	1. ^a R	2. ^a R	3. ^a R	4. ^a R
N ₀ K ₀	4,25	4,25	5,89	3,89
N ₀ K ₁	3,97	5,48	5,31	5,66
N ₀ K ₂	5,84	6,28	5,49	5,96
N ₁ K ₀	4,25	3,81	3,89	4,78
N ₁ K ₁	4,70	4,60	4,60	4,96
N ₁ K ₂	5,31	5,66	6,20	5,84
N ₂ K ₀	4,78	4,60	4,60	5,04
N ₂ K ₁	4,70	4,43	3,81	5,13
N ₂ K ₂	5,13	4,96	4,60	5,58
N ₃ K ₀	4,60	4,60	4,43	4,60
N ₃ K ₁	4,25	5,13	4,43	4,60
N ₃ K ₂	4,43	5,40	6,73	6,80
N ₄ K ₀	5,66	4,16	4,96	5,31
N ₄ K ₁	5,58	5,31	5,49	5,40
N ₄ K ₂	5,13	4,69	4,60	5,13

Tabela 3 - Concentração de Nitrogênio em % na matéria seca da parte aérea do capim setaria em função dos níveis de N e K

Tratamentos	1. ^a R	2. ^a R	3. ^a R	4. ^a R
N ₀ K ₀	0,64	0,75	0,86	0,84
N ₀ K ₁	0,75	0,79	0,62	0,73
N ₀ K ₂	0,59	0,59	0,62	0,62
N ₁ K ₀	1,05	0,90	0,97	1,05
N ₁ K ₁	0,55	0,70	0,62	0,74
N ₁ K ₂	1,10	1,32	1,32	1,30
N ₂ K ₀	2,05	1,90	1,32	1,71
N ₂ K ₁	1,72	1,64	1,57	1,46
N ₂ K ₂	1,93	1,93	1,41	1,30
N ₃ K ₀	2,12	2,09	2,27	2,16
N ₃ K ₁	1,75	1,46	1,34	1,98
N ₃ K ₂	1,91	2,09	2,89	2,18
N ₄ K ₀	3,18	3,10	3,05	3,09
N ₄ K ₁	2,46	2,66	2,55	2,55
N ₄ K ₂	1,94	1,91	2,01	1,99

Tabela 4 - Concentração de Potássio em % na matéria seca da parte aérea do capim setaria em função dos níveis de N e K

Tratamentos	1. ^a R	2. ^a R	3. ^a R	4. ^a R
N ₀ K ₀	0,72	0,62	0,94	0,74
N ₀ K ₁	1,44	1,36	1,52	1,28
N ₀ K ₂	2,80	3,12	2,72	2,72
N ₁ K ₀	0,36	0,36	0,48	0,30
N ₁ K ₁	1,04	0,88	0,80	1,04
N ₁ K ₂	4,23	4,52	4,58	4,44
N ₂ K ₀	0,90	1,03	0,86	0,60
N ₂ K ₁	2,72	2,84	2,37	2,22
N ₂ K ₂	4,20	4,24	4,12	4,44
N ₃ K ₀	0,80	0,92	0,36	0,54
N ₃ K ₁	2,20	2,20	2,05	1,96
N ₃ K ₂	3,44	3,68	3,76	3,56
N ₄ K ₀	0,32	0,32	0,28	0,43
N ₄ K ₁	2,36	2,04	2,20	2,55
N ₄ K ₂	2,34	3,12	3,52	3,30

Tabela 5 - Concentração de Cálcio em % na matéria seca da parte aérea do capim setaria em função dos níveis de N e K

Tratamentos	1. ^a R	2. ^a R	3. ^a R	4. ^a R
N ₀ K ₀	0,36	0,36	0,46	0,43
N ₀ K ₁	0,47	0,45	0,35	0,43
N ₀ K ₂	0,45	0,43	0,47	0,37
N ₁ K ₀	0,43	0,37	0,45	0,49
N ₁ K ₁	0,17	0,20	0,17	0,27
N ₁ K ₂	0,34	0,33	0,34	0,33
N ₂ K ₀	0,37	0,38	0,38	0,32
N ₂ K ₁	0,46	0,45	0,45	0,46
N ₂ K ₂	0,30	0,35	0,31	0,33
N ₃ K ₀	0,47	0,46	0,45	0,43
N ₃ K ₁	0,43	0,40	0,38	0,39
N ₃ K ₂	0,43	0,37	0,38	0,34
N ₄ K ₀	0,47	0,47	0,40	0,43
N ₄ K ₁	0,40	0,38	0,38	0,43
N ₄ K ₂	0,34	0,34	0,30	0,36

Tabela 6 - Concentração de Magnésio em % na matéria seca da parte aérea do capim setaria em função dos níveis de N e K

Tratamentos	1. ^a R	2. ^a R	3. ^a R	4. ^a R
N ₀ K ₀	0,31	0,36	0,36	0,40
N ₀ K ₁	0,28	0,28	0,24	0,29
N ₀ K ₂	0,27	0,28	0,27	0,26
N ₁ K ₀	0,52	0,54	0,44	0,45
N ₁ K ₁	0,18	0,18	0,21	0,28
N ₁ K ₂	0,31	0,28	0,29	0,33
N ₂ K ₀	0,45	0,43	0,40	0,43
N ₂ K ₁	0,46	0,36	0,40	0,40
N ₂ K ₂	0,31	0,31	0,27	0,29
N ₃ K ₀	0,47	0,48	0,56	0,56
N ₃ K ₁	0,37	0,36	0,36	0,30
N ₃ K ₂	0,32	0,24	0,31	0,29
N ₄ K ₀	0,70	0,61	0,52	0,53
N ₄ K ₁	0,36	0,37	0,35	0,35
N ₄ K ₂	0,28	0,33	0,29	0,32