CRESCIMENTO, COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDADE DA
MATÉRIA SECA, CONCENTRAÇÃO E EXTRAÇÃO DE
NUTRIENTES PELO *Panicum maximum* JACQ. CV. MAKUENI DOS
30 AOS 180 DIAS DE IDADE.

OSCARLINA LÚCIA DOS SANTOS WEBER

Orientador: Prof. Dr. HENRIQUE PAULO HAAG

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: Solos e Nutrição de
Plantas.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Agosto, 1984

Aos meus pais

PAULO

CANDIDA MARIA

Ao meu esposo

EDUARDO

*pelo reconhecimento, apoio e
pela paciência.*

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

- Ao Professor Doutor Henrique Paulo Haag, pela orientação, de dicação e amizade dispensadas.
- Ao Dr. Fábio Teotônio Teixeira de Oliveira, chefe da Fazenda Canchim, Unidade de Execução da Pesquisa de Âmbito Es tadual de São Carlos - SP, pela colaboração na realiza ção do presente trabalho.
- Aos funcionários da Área Experimental da Fazenda Canchim (UEPAE São Carlos, SP) pela colaboração na realização do presen te trabalho.
- Aos funcionários do Setor de Nutrição Mineral de Plantas, do Departamento de Química da ESALQ/USP.
- À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP, pelo oferecimento do Curso, pela contribuição e forma- ção científica e cultural.
- À Universidade Federal de Mato Grosso, Centro de Ciências Agrárias - Departamento de Agronomia, pela oportuni- dade oferecida à realização do curso.
- A todos que direta ou indiretamente contribuíram para o êxi to deste trabalho.

I N D I C E

	Página
RESUMO	x
SUMMARY	xiii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	7
3. MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1. Material	13
3.2. Métodos	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
4.1. Crescimento	19
4.2. Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca ..	23
4.3. Concentração e acumulação de nutrientes ...	27
4.3.1. Macronutrientes	27
4.3.1.1. Nitrogênio	27
4.3.1.2. Fósforo	31
4.3.1.3. Potássio	35
4.3.1.4. Cálcio	37
4.3.1.5. Magnésio	40
4.3.1.6. Enxofre	43
4.3.2. Micronutrientes	45
4.3.2.1. Cobre	45
4.3.2.2. Zinco	48
4.3.2.3. Boro	53
4.3.2.4. Manganês	55
4.3.2.5. Ferro	59

	Página
5. CONCLUSÕES	64
5.1. Crescimento	64
5.2. Coeficiente de digestibilidade da matéria se ca	64
5.3. Elementos minerais	65
5.3.1. Macronutrientes	65
5.3.1.1. Concentração	65
5.3.1.2. Acúmulo	65
5.3.2. Micronutrientes	65
5.3.2.1. Concentração	66
5.3.2.2. Acúmulo	66
5.4. Exportação máxima de nutrientes correspon - dendo a 1.425 Kg por hectare de matéria se - ca aos 120 dias de idade	66
6. LITERATURA CITADA	67

LISTA DE TABELAS

TABELA Nº		Página
1	Diferenças botânicas entre sete capins guinês	14
2	Peso da matéria seca (g/m ²) de <i>Panicum maximum</i> cv. Makueni em função da idade	20
3	Porcentagem de digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca em função da idade	24
4	Concentração e acúmulo dos macronutrientes na planta inteira de <i>Panicum maximum</i> Jacq. cv. Makueni em função da idade	28
5	Concentração e acúmulo dos micronutrientes na planta inteira de <i>Panicum maximum</i> Jacq. cv. Makueni em função da idade	46

LISTA DE FIGURAS

FIGURA Nº		Página
1	Curva e equação de regressão do peso da matéria seca (%) da planta inteira de <i>Panicum maximum</i> Jacq. cv. Makueni, em função da idade	22
2	Coefficiente de digestibilidade in vitro da matéria seca de <i>Panicum maximum</i> Jacq. cv. Makueni em função da idade	25
3	Concentração e acúmulo de nitrogênio da planta inteira de <i>Panicum maximum</i> Jacq. cv. Makueni em função da idade	30
4	Concentração e acúmulo de fósforo da planta inteira de <i>Panicum maximum</i> Jacq. cv. Makueni, em função da idade	33
5	Concentração e acúmulo de potássio da planta inteira de <i>Panicum maximum</i> Jacq. cv. Makueni, em função da idade	34
6	Concentração e acúmulo de cálcio da planta inteira de <i>Panicum maximum</i> Jacq. cv. Makueni, em função da idade	38
7	Concentração e acúmulo de magnésio da planta inteira de <i>Panicum maximum</i> Jacq. cv. Majueni, em função da idade	42
8	Concentração e acúmulo de enxofre da planta inteira de <i>Panicum maximum</i> Jacq. cv. Makueni, em função da idade	44

FIGURA Nº

Página

9	Concentração e acúmulo de cobre da planta inteira de <i>Panicum maximum</i> Jacq. cv. Makueni em função da idade	49
10	Concentração e acúmulo de zinco da planta inteira de <i>Panicum maximum</i> Jacq. cv. Makueni, em função da idade	52
11	Concentração e acúmulo de boro da planta inteira de <i>Panicum maximum</i> Jacq. cv. Makueni, em função da idade	54
12	Concentração e acúmulo de manganês da planta inteira de <i>Panicum maximum</i> Jacq. cv. Makueni, em função da idade	58
13	Concentração e acúmulo de ferro da planta inteira de <i>Panicum maximum</i> Jacq. cv. Makueni, em função da idade	60

CRESCIMENTO, COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDADE DA MATÉRIA SECA, CONCENTRAÇÃO E EXTRAÇÃO DE NUTRIENTES PELO *Panicum maximum*, JACQ. cv. MAJUENI, DOS 30 AOS 180 DIAS DE IDADE.

Candidata: OSCARLINA LÚCIA DOS SANTOS WEBER

Orientador: Prof. Dr. HENRIQUE PAULO HAAG

RESUMO

A gramínea *Panicum maximum* c.v. Makueni foi estudada com a finalidade de se avaliar o crescimento, através da produção de matéria seca, o coeficiente de digestibilidade **in vitro** da matéria seca e a concentração e extração de macro e micronutrientes em função da idade. Foi conduzido um ensaio de campo na Fazenda Canchim (UEPAE, de São Carlos - EMBRAPA), São Carlos - SP, em solo Latossolo Vermelho Amarelo, fase arenosa em área de pasto Makueni já formado e rebaixado. A área foi adubada com nitrogênio correspondendo a 250 Kg de sulfato de amônio por hectare. A intervalos de 30 dias após o rebaixamento até aos 180 dias, colhiam-se ao acaso quatro metros quadrados das plantas sem subdividir em folhas e caules. No material coletado foi determinado o peso* de matéria seca, o coeficiente de digestibilidade **in vitro**, bem como procedeu-se à análise quantitativa de macro e micronutrientes. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com quatro repetições para as determinações do peso de matéria seca e dos nutrientes, e com duas repetições para o coeficiente de digestibilidade.

* Utilizou-se peso em vez de massa por ser mais comum.

As principais conclusões são as seguintes:

- A produção de matéria seca é máxima aos 120 dias, com 1425 kg/ha.
- A maior velocidade de acúmulo de matéria seca ocorre próximo aos 60 dias após o rebaixamento.
- O coeficiente de digestibilidade da matéria seca é máximo aos 30 dias com 51,9% e decresce linearmente, atingindo aos 180 dias 29,4%.
- A concentração de nitrogênio é máxima aos 30 dias com 1,62% e mínima aos 120 dias com 0,72%.
- A concentração de fósforo é máxima aos 180 dias com 0,87% e mínima aos 60 dias com 0,003%.
- A concentração de potássio é linear com as idades variando de 2,8% na fase inicial a 0,76% aos 180 dias.
- A concentração de cálcio é máxima aos 90 dias com 0,53%.
- Não há variação na concentração de magnésio em função da idade da planta.
- A concentração de enxofre varia de 0,14% aos 30 dias para um mínimo aos 120 dias com 0,07%.
- A concentração de cobre é mais elevada aos 30 dias com 7,63 ppm.
- A concentração de zinco é máxima aos 180 dias com 22,66 ppm e mínima aos 120 dias com 12,42 ppm.
- A concentração de boro é máxima aos 150 dias com 11,76 ppm e mínima aos 60 dias com 1,69 ppm.

- A concentração de manganês é máxima aos 180 dias com 133,85 ppm e mínima aos 30 dias com 49,64 ppm.

- A concentração de ferro é máxima aos 180 dias com 236,25 ppm e mínima aos 90 dias com 136,22 ppm.

- O acúmulo de fósforo, potássio, cálcio e cobre é máximo aos 90 dias.

- O acúmulo de magnésio é máximo aos 120 dias.

- O acúmulo de enxofre é máximo aos 60 dias.

- O acúmulo de zinco e ferro não diferiu nas diferentes idades.

- O acúmulo de boro e manganês é máximo aos 180 dias.

- A exportação de nutrientes contida na produção máxima de 1425 kg de matéria seca por hectare obedece à seguinte ordem: potássio - 30,4 kg; nitrogênio - 13,9 kg; cálcio - 7,0 kg, magnésio - 6,3 kg; enxofre - 1,3 kg; fósforo - 1,2 kg; ferro - 286 g; manganês - 157 g; zinco - 23 g; boro - 13,2 g e cobre - 7,6 g.

GROWTH, DIGESTIBILITY COEFFICIENT OF DRY MATTER, CONCENTRATION AND CONTENT OF NUTRIENTS BY *Panicum maximum*, JACQ. cv. MAKUENI FROM 30 TO 180 DAYS AGE

Candidate: OSCARLINA LÚCIA DOS SANTOS WEBER

Adviser: Prof. Dr. HENRIQUE PAULO HAAG

SUMMARY

Makueni being a promising specie for Brazilian cattle raising, the present work was carried out to determine:

- 1) Weight of the dry matter produced
- 2) Coeficient of dry matter digestibility;
- 3) Concentration and accumulation of macro and micronutrients from 30 days after cutting the grass up to 180 days old.

For the purpose an area comprising 600 m² of Latossolo Vermelho Amarelo (Oxisol) at São Carlos, State of São Paulo, Brazil on the farm Canchim, research institute which belongs to EMBRAPA, the trial was conducted the meadow was cut and fertilized with ammonium sulphate at the rate of 250 kg/ha. At intervals of 30 days after the cutting up to 180 days plants corresponding to one square metre were collected. The dry matter content was determined and the material was analysed for N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn and Zn content. The coeficient of digestibility was determined *in vitro*.

The following conclusions may be draw.

The dry matter production is greatest at 120 days with a production of 1,425 kg/ha.

The fasted dry matter production occurs around the 60 days after cutting the meadow.

The coeficient of digestibility is high at 30 days with 51.9% and lowers to 29.4% with on days.

The concentration of N is high at the 30 days (1.62%) and lowest at the 120 days (0.72%).

The concentration of P is highest at the 120 days (0.87%) and lowest at the 60 days (0.003%).

The concentration of K is linear with the age of the grass. The concentrations of K change from 2.8% at the begining to 0.76% after 180 days.

The concentration of Ca is highest at the 90 days (0.53%).

There are not variation in the concentration of Mg in function with the age of the grass.

The concentration of S change of 0.14% at the 30 days for a lowest at the 120 days (0.07%).

The concentration of Cu is highest at the 30 days (7.63 ppm).

The concentration of Zn is highest at the 180 days (22.66 ppm) and lowest at the 120 days (12.42 ppm).

The concentration of B is highest at the 150 days (11.76 ppm) and lowest at the 60 days (1.69 ppm).

The concentration of Mn is highest at the 180 days (133.8 ppm) and lowest at the 30 days (49.6 ppm).

The concentration of Fe is highest at the 180 days (236.25 ppm) and lowest at the 30 days (49.6 ppm).

The accumulation of P, K, Ca and Cu is highest at the 90 days.

The accumulation of Mg is highest at the 120 days and Saccumuled the highest amounts at the 60 days.

The accumulation of Zn and Fe did not differ with the age of the grass.

The accumulation of B and Mn is highest at the 180 days.

The greatest amounts of nutrients content in 1,425 kg/ha of dry matter obey the following order:

K - 30.4 kg; N - 13.9 kg; Ca - 7.0 kg

Mg - 6.3 kg; S - 1.3 kg; P - 1.2 kg.

Fe - 286 g; Mn - 157 g; Zn - 23 g; B - 13.2 g;

Cu - 7.6 g.

1. INTRODUÇÃO

Visando ampliar as fontes de proteínas na dieta alimentar do homem, como também contribuir com o desenvolvimento das ciências agronômicas, novas pesquisas se fazem necessárias no campo da nutrição mineral das pastagens e consequentemente na alimentação dos animais. Os países latino americanos, inclusive o Brasil, têm uma população bovina maior que o da América do Norte, Europa Ocidental e África Tropical (C.I.A.T.-Colômbia, 1978).

A exploração pecuária na sua maioria se concentra em solos tropicais. SANCHEZ e ISBELL (1982) afirmam que 884 milhões de hectares da América Tropical, correspondentes a 58% de suas áreas, são constituídas de oxissolos e ultissolos. Estes tipos de solos caracterizam-se por serem altamente lixiviados, comumente deficientes em bases, elevada acidez, baixa disponibilidade de N, P, S e alta concentração de Al e Mn trocáveis. Ademais, estes solos possuem alta capacidade de fixação de fósforo e deficiência em Zn, Cu e Mo, constituindo-se nos principais fatores limitantes do crescimento das forrageiras.

No Brasil estes tipos de solos predominam e as áreas de pastagens ocupam aproximadamente 147 milhões de hectares, sendo que 73% naturais e 27% cultivadas. As pastagens naturais constituem a base para a alimentação do gado na América Latina, e geralmente, são a única fonte de alimento para o gado no Brasil, principalmente na região centro-sul (GOMIDE et alii, 1969 e SEMPLÉ, 1970). A população bovina no Brasil cresceu de 73 milhões em 1960 para cerca de 149 milhões de cabeças em 1982, situando-se numa posição de destaque no contexto da pecuária mundial, sendo superada em níveis globais somente pela Índia, Estados Unidos e União Soviética (HAAG et alii, 1984).

A pecuária brasileira, embora contando com 149 milhões de cabeças no seu rebanho bovino, apresenta baixo índice de produtividade e baixa capacidade de suporte das pastagens. Estas pastagens durante o período de seca, devido aos aspectos qualitativos e quantitativos da forragem, são incapazes de manter o peso vivo dos animais que nelas se encontram em pastejo. Para que esses fatores limitantes sejam superados, a introdução de pastagens cultivadas se fez necessária. Dentro das pastagens, as gramíneas possuem uso tradicional e bastante divulgado na atividade pecuária.

As gramíneas de maior importância são as tropicais, originárias da África, na região compreendida entre o Equador e o Trópico de Capricórnio. Dessa área tem surgido as espécies mais difundidas nos trópicos americanos, pois a variação genética tem permitido aos melhoristas um excelente trabalho. As gramíneas introduzidas da África foram o colônião, elefante, quicuí, pangola, as braquiárias, rhodes e outros. As gramíneas oriundas da América do Norte são poucas, e todas de menor valor nutritivo (*Paspalum notatum*, grama batatais; *Paspalum dilatatum*, grama comprida e outros *Paspalum*).

A introdução das primeiras gramíneas na América foi de maneira casual, através do tráfico de escravos da Guiné; nos navios que os conduziam, as acomodações dos mesmos eram feitas com colônião, elefante e outros capins que depois eram jogados nas praias, quando chegavam ao Brasil.

De modo geral, as pastagens naturais e cultivadas são cobertas em sua maior extensão pelos capins colônião, jaraguá e gordura, principalmente nas regiões de gado de corte; em menor escala, porém com frequência significativa, aparecem os pastos de pangola, braquiária e estrela. Certas características gerais de clima, altitude e fertilidade de solos de diversas regiões do país, são agrupadas a fim de proporcionar condições para que uma determinada forrageira dê melhores resultados do que outras. Para tanto, um zoneamento natural das pastagens do Brasil foi efetuado sendo reunido em quatro grandes grupos regionais, respeitando-se o critério

de afinidade quanto às características climáticas, de altitude e de fertilidade do solo: Brasil subtropical (Zonas fronteiriças entre sul de São Paulo e Paraná); Região centro-sul (Noroeste do Estado do Paraná e os Estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Minas Gerais, Extremo Sul da Bahia, Goiás e Mato Grosso); Polígono das secas (Norte de Goiás e alguns campos de Mato Grosso) e Amazônia, Zona litorânea e Recôncavo bahiano. Dentro desses grupos, a região centro-sul destaca-se por concentrar grande parte da área de cer rados, área de 82.359.635 ha onde a pecuária de corte e leite sobressaem. (AGRO CERES, 1982 e FIBGE, 1980).

O clima da região centro-sul é caracterizado por duas estações distintas: a estação das chuvas, quente e u mida, intercaladas de estiagens quentes e secas, e o período de seca, com queda acentuada de temperatura, especialmente du rante as noites. Essas condições climáticas influem desfavo ra velmente sobre o rendimento das pastagens, pois durante o pe r íodo das águas há excesso de capim, mas seu aproveitamento nem sempre é viável. Entretanto, com a seca, a disponibilidade de alimento para o rebanho é reduzida, chegando a faltar durante 5 a 6 meses, o que resulta em produção de forragens com baixo valor nutritivo, reduzindo assim, a capacidade dos campos para atender às exigências nutricionais dos animais em pastejos.

A procura de forragens, adaptadas às situações de solos tropicais é relativamente nova, devido princi-

palmente ao fato de que a produção de pastagens nestes tipos de solos é bastante intensa. Com a expansão da fronteira agropecuária, foram usados, sem grande êxito, esquemas de produção provados e bem sucedidos em outras áreas mais férteis ou com outros tipos de limitações; além disso, durante muitos anos as seleções de novos cultivares de plantas forrageiras eram feitas para ambientes sem as mesmas limitações, especialmente adubos nitrogenados, quebra do ciclo extremado (excesso de capim nas águas e escassez na seca) e irrigação (Jennings, 1976 citado por PORZECANSKI, 1982).

Tendo em vista ao exposto, uma nova cultivar de *Panicum maximum* entrou no contexto pecuário brasileiro, conhecido comercialmente como capim makueni. O capim colômbio (*Panicum maximum* Jacq.) possui boas qualidades forrageiras que tem sido comprovados em nosso meio, participando com 11,22% dos 36% das terras do Estado de São Paulo, com destaque na região noroeste (JARDIM et alii, 1962). Em levantamento mais recente CARREIEL et alii. (1979) observaram que o colômbio no Estado de São Paulo, concorre com 30% da área de pastagens ocupando 2.949.050 ha.

A cultivar Makueni foi plantada primeiramente por J. Knight em Makueni, distrito do Kenya. Em 1962, ela foi levada à Estação Experimental de Kitale e multiplicada como K-6221. Dessa estação o Makueni foi introduzido na Austrália por J. Redrup e B. Grof em 1965. Em julho de 1974, foi liberado para comercialização, e recomendado como uma alternativa pa

ra outros capins "Guinês" em terras baixas costeiras, úmidas e terras altas do trópico no norte da Queensland (MIDDLETON e McCOSKER, 1975). Para McCOSKER e TEITZEL (1975), Makueni pertence ao grupo dos "Guinês" que juntamente com Riversdale, Hamil, Colonião, Embu e Guinea Coarse são mais produtivos em áreas tropicais de elevada precipitação. No Brasil, o Makueni foi introduzido em 1974 pela Brazisul Agropecuária Ltda., que forneceu as sementes ao Instituto de Zootecnia de Nova Odessa, e em 1976 o IRI (IBEC Research Institute) trouxe o Makueni da Austrália e foi levado para a Estação Experimental de Matão. A distribuição de capins do gênero *Panicum* é amplamente governada pela necessidade de elevadas temperaturas e uma precipitação maior que 1300 mm; é muito sensível à geada (Motta, 1953, citado por McCOSKER e TEITZEL, 1975). Makueni é uma cultivar que adapta relativamente com o inverno apresentando boa produção e no verão esta produção é satisfatória (GROF e HARDING, 1970). Quanto aos solos, os capins "Guinês" são adaptados para uma série de solos (Motta, 1953 citado por McCOSKER e TEITZEL, 1975), mas a produção é baixa em solos inférteis. Pouco conhecimento se tem quanto ao desempenho do Makueni submetido a solos de drenagem pobre (TEITZEL, ABBOTT e MELLOR, 1974b).

A finalidade deste estudo foi avaliar o crescimento, através da produção de matéria seca, o coeficiente de digestibilidade *in vitro* da matéria seca em função da idade e a extração de macro e micronutrientes durante o crescimento em função da idade.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Antes de 1940, foi introduzido na Austrália um grande número de gramíneas para elevar a produtividade das pastagens. No entanto, foi necessário fazer consorciação com leguminosas para aumentar a produção de carne (HARDING, 1972). Tendo em vista a utilização das pastagens nos trópicos úmidos do norte da Queensland, HARDING (1972) avaliando a contribuição da introdução de forragens para o desenvolvimento das pastagens, testou novas cultivares de *Panicum maximum* ou de *Brachiaria mutica* em consorciação com um grupo promissor de leguminosas tropicais. Entre as cultivares de *Panicum maximum* Jacq., estava ou foi incluída a cultivar Makueni, como CPI 37910, código este adquirido no Kenya, antes de ser introduzido na Austrália. Neste estudo, o autor determinou a produção de matéria seca (M.S.) em kg/ha/dia e verificou que o Makueni produziu 48 kg de M.S./ha/dia, enquanto que o colônio comum produziu 39 kg /ha/dia. No verão, o capim Makueni mostrou-se superior ao colônio comum.

GROF e HARDING (1970) estudando as produções de matéria seca e animal de *Panicum maximum* na costa tropical úmida no sul de Johnstone (Austrália), utilizaram, como parâmetros: os diferentes numero de cortes, sistema de pastejos e tipo de adubação em dez cultivares de *P. maximum* (Hamil, colônião comum, Makueni, Q 37912, Q 8260, Q 8213*, CPI 37909 tipo 1 e 2) e Embu em consorciação com algumas leguminosas. No experimento de cortes, conduzido em duas estações anuais (inverno e verão), foi fornecida uma quantidade de 224,17 kg/ano, 24,09 kg/ha/ano, 56,0425 kg/ha/ano. Deste experimento foi obtida uma produção anual de matéria seca (M.S.) nas dez cultivares de *P. maximum* que variou de 15 691,9 kg/ha a 26 900,4 kg/ha. Dos cinco cortes por ano, as cultivares Hamil, colônião, Q 8260, comum, Makueni e CPI 37912 não apresentaram diferenças significativas nas produções de M.S. (27,55 kg/ha/ano, 23,22 kg/ha/ano, 24,13 kg/ha/ano; 24,25 kg/ha/ano; 23,04 kg/ha/ano e 22,49 kg/ha/ano, respectivamente). A produção de matéria seca foi afetada pela estação do ano e pelas cultivares. As cultivares mais altas Hamil e Colônião tiveram uma elevada produção de matéria seca durante o período chuvoso de verão. As cultivares de porte médio, em particular o Makueni, e para uma menor extensão o Embu e o Colônião comum, foram superiores

* No trabalho original as unidades utilizadas para as quantidades de nutrientes na adubação foram lb/ac/ano.

Q - Queensland Department of Primary Industries Introduction Number.

CPI - Commonwealth Plant Introduction Number.

res aos tipos de maior porte na estação fria.

A cultivar Makueni manteve porcentagens médias de nitrogênio (1,56%) e baixa de fósforo (0,11%) em relação ao Embu; enquanto que as demais cultivares mantiveram baixas concentrações dos referidos nutrientes. No período de junho a setembro a cultivar Makueni mostrou crescimento superior às outras cultivares, incluindo Hamil e Colômbia. A aplicação de nitrogênio foi mais eficiente na dosagem de 140 kg/ha/ano, resultando num incremento da produção de 16,921 kg de M.S./Kg de N aplicado, com uma recuperação de 36% na capacidade da planta. Os autores verificaram que o Makueni é a cultivar que combina uma boa produção de inverno com uma razoável produção de verão.

REID et alii (1973), em Uganda, determinaram a digestibilidade *in vitro* da matéria seca de gramíneas tropicais em relação ao estágio de maturidade e verificaram que houve diferenças entre a digestibilidade das cultivares Makueni e Embu, e que com a maturação da planta a digestibilidade diminuiu. Comparando o Embu com o Makueni, os autores obtiveram para as idades de 4, 8, 12 semanas os coeficientes de digestibilidade para o Embu foram de 74,8%; 59,6% e 48,6%, enquanto que os do Makueni foram de 60,5%; 49,6%; 49,8%.

Em Johnstone, Austrália, MIDDLETON e McCOSKER (1975) em um ano (1973-1974) obtiveram uma produção extremamente alta de matéria seca (mais que 60 ton/ha) tanto para o Makueni quanto para o colômbia comum quando aplicaram 300 Kg/

ha de nitrogênio e foram submetidos a cortes em intervalos de 12 semanas a 10 cm do solo. Muitos autores relatam que elevadas produções de matéria seca no capim colônia eram obtidas com intervalos de cortes maiores, o que vem confirmar com os dados obtidos por MIDDLETON e McCOSKER (1975) onde um aumento no intervalo de amostragem de 3 semanas para 12 semanas aumentou a produção anual de matéria seca de 22,7 kg/ha para 62,4 kg/ha para o colônia comum, e de 23,3 kg/ha para 62,5 kg/ha para o capim Makueni.

Makueni apresenta características semelhantes ao colônia comum, responde prontamente ao nitrogênio, quando ocorre deficiência deste elemento no solo. Quanto ao fósforo e potássio, segundo TEITZEL (1969a,b), o capim colônia comum em resposta a esses elementos, teve uma elevada produção de matéria seca. Para uma aplicação de 72 Kg P/ha o colônia comum mostrou um aumento de 261% na matéria seca e um aumento de 62% de matéria seca quando se aplicou 121 kg de K/ha.

MIDDLETON (1982), em experimento em Queensland, Austrália, trabalhou com cinco gramíneas forrageiras: *Panicum maximum* cv. Makueni e comum; *Setaria sphacelata* var. Splendida, *Digitaria decumbens* e *Brachiaria decumbens* cv. Brasilisk, averiguou por um período de 2 anos a produção de matéria seca e a concentração de N nesses capins. No primeiro ano, ficou registrado que o efeito do corte à altura baixa (10 cm) na 12ª semana, houve com as duas variedades de *Panicum maximum*, uma produção elevada de matéria seca. Para o Makueni registrou

40,72 t/ha enquanto para o colônio foi registrado 40,12 t/ha. No 2º ano, o corte na 12ª semana foi excluído e a menor altura foi processada a 5 cm, o que ocasionou uma relativa queda na produção de matéria seca, com exceção do Makueni (17,09 t/ha). Em termos de nitrogênio, o autor observou que as concentrações médias da proteína bruta ($\%N \times 6,25$) decresceram à medida que os intervalos de cortes foram aumentados; e a concentração de nitrogênio foi mais elevada durante o período de menor crescimento. Entre as gramíneas estudadas, os capins Makueni (16,3 t de M.S./ha) e Setaria (15,8 t de M.S./ha) tiveram uma elevada produtividade.

MIRANDA (1982), em estudo com capim Makueni em casa de vegetação, averiguou o efeito da adubação com diferentes níveis de N, P e K sobre o crescimento e produção e ainda os níveis de nutrientes na composição química dos tecidos em função dos níveis de adubação com N, P e K. Foi verificado que as produções de matéria seca dos caules e folhas foram afetadas pela aplicação de nitrogênio no solo (200 mg/vaso). A ausência de potássio, e a dosagem máxima de fósforo (aproximadamente 165 mg P/ vaso), proporcionou um crescimento linear tanto nos caules quanto nas folhas. Em presença de potássio, a produção máxima estimada de matéria seca foi de: 5,54 g/vaso, com 104,08 mg/vaso de fósforo e 200 g/vaso de nitrogênio, e de 4,74 g/vaso de M.S. com 107,12 mg/vaso de fósforo e 100 g de nitrogênio. O autor verificou através de interação que as concentrações de macro e micronutrientes foram afetadas pela aplicação de ni-

trogênio, fósforo e potássio. A aplicação de nitrogênio provocou aumento nas concentrações de nitrogênio, magnésio, enxofre, boro, manganês e zinco nas plantas; já a aplicação de fósforo elevou os teores de fósforo, cálcio, magnésio e enxofre nos tecidos, com dependência das aplicações de nitrogênio e potássio; o fornecimento de potássio aumentou as concentrações de potássio, enxofre, boro, cobre e zinco dos tecidos, e diminuiu a concentração de fósforo. Os efeitos sofreram interações com o fornecimento de fósforo e nitrogênio.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Material

O ensaio sobre a marcha de absorção de nutrientes, foi conduzido na Fazenda Canchim (UEPAE de São Carlos - EMBRAPA), no período de dezembro de 1982 a junho de 1983.

A referida Unidade se localiza numa região cujo clima é do tipo Cwbi, segundo a classificação de Köppen (1948), cujas características são de clima temperado chuvoso, com inverno seco e temperatura média do mês mais frio (junho) de $16,5^{\circ}\text{C}$, a a do mês mais quente (janeiro) de $21,5^{\circ}\text{C}$. A precipitação média anual é de 1495 mm, sendo o mês de julho o mais seco, com 27 mm de média e o de janeiro o mais chuvoso, com 260 mm de média. O período de seca se estende de abril a setembro e o das águas de outubro a março. Durante o período do experimento, a temperatura média registrada do mês mais frio (junho) foi de $14,4^{\circ}\text{C}$ e a do mês mais quente (fevereiro) de $27,9^{\circ}\text{C}$. Quanto à precipitação média anual, foi registrado

TABELA 1 - Diferenças botânicas entre sete variedades de *Panicum maximum* Jacq.

Parâmetros*	Comum*	Makueni*	Hamil*	Colonião*	Coarse*	Embu*	Tobiã**
Forma de crescimento	Altura média (18-2,0m), ereto caules finos	Altura média (1,8-2,4m) folhas menos ereto do que outras variedades. Caules moderadamente espessos	Gigante, tipo robusto. Caules espessos. Altura 3,0-3,5m.	Gigante, robusto. Caules espessos. Suculentos.	Gigante, robusto. Caule espesso e lenhoso.	Semi-ereto, tortuoso raízes livres de nódulos, produz raízes aéreas de nódulos reduzidos, alt. 1,0-1,5m.	Semi-ereto, altura média 2,0 a 2,5 m.
Folhas-cor	Verde Compr. 70-80cm larg. 15-18cm	Verde claro 80-90cm larg. 18-22cm	Verde escuro 70-80cm larg. 24-26cm	Verde azul. carac. 80-90cm larg. 25-30cm	Verde escuro 80-90cm larg. 25-30 mm	Verde claro/verde 20-30cm larg. 12-16mm	Verde escuro 80 cm larg. 45 mm
Pelos nas folhas	Esparsamente pilosa superfície superior pouco sobre a superfície inferior.	Pelos densamente matos em ambas as superfícies, pelos esbranquiçados. Muito mais piloso do que outras variedades.	Esparsamente pilosa aumentando sobre a superfície.	—	Esparsamente pilosa, pelos pequenos e ros e pequenos dando aspereza à folha.	Pelos pequenos ocasionais sobre a superfície foliares.	Pouco ou nenhuma pilosidade.
Bainha da folha	Moderadamente pilosa, si sobre a superfície aumentando em direção aos nós.	Densamente pilosa, aumentando em comprimento em direção dos nós. Pelos sobre ambas as superfícies da bainha	Esparsamente pilosa, aumentando em densidade sobre a bainha em direção à base da planta.	Lisa, exceto pequenos pelos sobre a margem da bainha em direção à folha/junção da folha.	Moderadamente densa, pelos duros e quebradiços sobre a superfície ext. aumentando em densidade em direção às folhas/junção foliar. Bainha difícil p/manipular	Pelos pequenos e esparsos sobre a bainha externa próximo à junção do nó.	Densamente pilosa.
Pelos expostos do caule	—	Moderadamente densos particularmente sobre o lado reduzido dos nódulos.	—	—	—	Pelos ocasionais sobre os internódios reduzidos.	—
Panicula (semente)	15-40cm compr. 12-30cm larg. Verde	15-40cm compr. 12-30cm larg. Verde c/matiz apurp.	20-60cm compr. 15-40cm larg. Verde escuro	20-50cm compr. 15-30cm larg. Verde escuro	20-60cm compr. 15-40cm larg. Marrom esc. carac.	15-20cm compr. 12-15cm larg. Verde	65 a 70 m Amarelo esverdeado
Espigas (Sem.) pelos na gluma externa	—	Densamente pilosa	—	—	—	—	—

* MIDDELETON e MCCOSKER (1975)
 ** USBERTI, FILHO (1982)

2.386,2 mm, sendo o mes de janeiro/83 o mais chuvoso, com 415,8 mm e o de julho/83 o mais seco com 52,4 mm.

3.1.1. Solo e Espécie Vegetal

Segundo o Boletim do Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas do Ministério da Agricultura (1960), os solos na área possuem características de perfis latossólicos, predominando o Latossolo Vermelho Amarelo (LVA), fase arenosa. As análises químicas do mesmo, realizadas no Laboratório de Química Agrícola da Ultrafértil S.A. - Unidade Sumaré, apresentaram as seguintes características químicas: pH - 5,9, Ca^{+2} (eq. mg/100 ml) - 1,1, Mg^{+2} (eq. mg/100 ml) - 0,9, Al^{+3} (eq. mg/100 ml) - 0,0, P ($\mu\text{g/ml}$) < 3, K ($\mu\text{g/ml}$) - 32 e M.O(%) - 2,6.

O vegetal escolhido como planta teste foi o capim Makueni, que segundo a classificação botânica dos sistemas Engler (1964) e Hitchcock (1971) citados por MITIDIERI, (1983) pertence à divisão Angiosperamae; classe Monocotyledonae; ordem Graminales; família Graminae; sub-família Panicoideae; tribo Panicea; gênero Panicum; espécie *Panicum maximum* Jacq; nome científico *Panicum maximum* c.v. Makueni.

Suas características para a classificação de Bogdan (1955), citado por McCOSKER e TEITZEL (1975), é do tamanho médio (pequeno, folhas predominantemente basais, taludo e folhoso). Por conveniência prática de distinguir os principais tipos de "Guiné" da Queensland, MIDDLETON e McCOSKER (1975) listaram as diferenças morfológicas que são reproduzi-

das na tabela 1. Vale ressaltar que na tabela 1 foi incluída a cultivar Tobiata que pertence à espécie do *Panicum maximum* (USBERTI FILHO, 1982).

3.2. Métodos

a) Tratamentos

Os tratamentos, seis épocas de amostragem e quatro repetições foram montadas num delineamento inteiramente casualizado.

b) Instalação do Ensaio

b.1. Aspecto da área em estudo.

Antes da instalação do experimento, as plantas encontravam-se bastante amareladas, em alguns pontos havia presença de grama batatais no stand e devido à fenação seguido de período seco, as plantas estavam depauperadas.

b.2. O ensaio iniciou-se em 14/12/82, em área de pasto de Makueni já formado, dentro da qual foram isolados 600 m² e procedeu-se a um rebaixamento prévio do referido capim, sendo fornecido uma dose suplementar de nitrogênio com sulfato de amônio, correspondendo à 250 kg do adubo por hectare conforme CORSI (1975). Segundo o autor, a adubação nitrogenada possibilita crescimento mais rápido e maior produção de M.S., o que permite maior frequência de cortes e um material de maior digestibilidade.

c) Colheita

O primeiro corte da gramínea foi efetivado aos 30 dias após o rebaixamento, procedendo-se ao corte das plantas rente ao solo, sendo repetidos esta operação aos 60, 90, 120, 150 e 180 dias de idade, totalizando seis cortes.

A amostragem foi efetuada ao acaso, com quatro repetições, utilizando-se de uma armação de madeira de um metro quadrado (1 m^2). As áreas amostradas foram marcadas para que não viessem ser novamente coletadas.

d) Preparo de amostras para análise

Das amostras colhidas foram tomados seus pesos totais, sem subdividir em partes vegetativas. As amostras foram lavadas com água destilada e desmineralizada, segundo recomendação de SARRUGE e HAAG (1974). Todas amostras foram secadas em estufa com circulação forçada de ar a $70 - 80^{\circ}\text{C}$ e depois pesadas para determinação de matéria seca.

e) Análise química dos nutrientes

Para a determinação dos macro e micronutrientes utilizou-se dos seguintes métodos analíticos:

N - método semimicro Kjeldahl; fósforo - colorimetria do metavanadato.

K - Fotometria de chama; Ca, Mg, B, Cu, Fe, Mn e

Zn - Espectrofotometria de absorção atômica, B

- Colorimetria de curcumina; S - Espectrofotometria diferencial de absorção atômica - métodos estes citados em SARRUGE e HAAG (1974).

f) Digestibilidade

O teste de digestibilidade "in vitro" da matéria seca foi desenvolvido no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". A avaliação da digestibilidade in vitro da matéria seca foi efetuada sobre vinte e quatro amostras com duas repetições. O método utilizado foi o de Tilley e Terry (1963) modificado por TINIMITT (1974).

h) Análise Estatística

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com 6 tratamentos e 4 repetições.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Crescimento

Os dados referentes ao acúmulo de M.S. de *Panicum maximum* cv. Makueni nas diferentes idades de amostragem encontram-se na tabela 2.

Os resultados obtidos permitem verificar que a produção de M.S. foi diferente entre os 30 dias e 180 dias somente.

A figura 1, com a equação de regressão e seu respectivo coeficiente de determinação, apresenta a variação na produção de M.S., em gramas, em função da idade. Verifica-se um rápido crescimento até aos 60 dias, uma vez que a primeira amostragem foi feita após 30 dias do rebaixamento da área do experimento.

Como foi mencionado anteriormente, foi fornecido uma adubação suplementar de nitrogênio. Atendendo às recomendações de CORSI (1975), que afirma que a adubação nitrogenada possibilita crescimento mais rápido e maior produção de

Tabela 2. Peso da matéria seca (g/m^2) da planta inteira de *Panicum maximum*, em função da idade. Média de quatro repetições.

Dias após o rebaixamento	M.S.	
	g/m^2	kg/ha
30	76,85 a	768,50
60	132,50 ab	1325,00
90	125,75 ab	1257,50
120	142,50 ab	1425,00
150	105,00 ab	1050,00
180	112,50 b	1125,00
C.V. (%)	23,22	
d.m.s. (5%)	4,30	

M.S., o que permite maior frequência de cortes e um material de maior digestibilidade. No entanto, a figura 1, mostra que a produção máxima calculada para a planta deu-se aos 112 dias com $135,2 \text{ g/m}^2$, abaixo do valor máximo observado aos 120 dias com $142,5 \text{ g/m}^2$.

O período de maior velocidade de acúmulo de M.S. está entre os 30 a 60 dias e também entre os 120 a 150 dias, quando há um acentuado acréscimo, concordando com o encontrado por VIEIRA (1979) quando trabalhou com colônia que ficou estabelecido um período de

30 a 75 dias, aumento este segundo o autor, se deveu quase que exclusivamente ao aumento de M.S. das folhas. A idade de amostragem apresenta efeito significativo sobre o teor de M.S. do capim. A análise de regressão do efeito da idade sobre o teor de M.S. do Makueni evidencia uma função quadrática, conforme se verifica na figura 1, cujo ponto de máximo ocorre aos 112 dias com 135,19 g/m² devido ao grande número de perfilhos que começaram a se desenvolver.

Os resultados apresentados, concordam em parte com a tendência observada nos capins colômbio, napier, gordura e pangola, de ocorrer aumento na produção de M.S. da planta com a idade, conforme resultados publicados por BOSE(1971); HAAG et alii (1967); WERNER e HAAG (1972); OKADA (1976); PEDREIRA e SILVEIRA (1972); MONTEIRO e WERNER (1977). Essa concordância parcial é explicada quando se verifica na figura 1 uma queda brusca na produção de M.S. aos 112 dias (calculado) e aos 120 dias (observado), deixando de concordar que com a maturação, a produção de M.S. cresce. Este decréscimo, envolve vários fatores. O primeiro destes fatores é a frequência de corte que segundo MIDDLETON (1982), averiguando por um período de dois anos a produção de M.S. e a concentração de nitrogênio em cinco gramíneas forrageiras, inclusive o Makueni, que a queda na produção de M.S. e uma elevada concentração de nitrogênio se devem à frequência de corte, pois à medida que a frequência de corte aumentava, a produção diminuía. Tal fato não é comum em gramíneas conforme Schofield (1944, 1945 citado por MIDDLETON; 1982).

Figura 1 - Curva e equação de regressão da produção da matéria seca (%) da planta inteira de *Panicum maximum* Jacq. cv. Makueni, em função da idade (x).

Mas o autor cita que Watkins e Lewy van Severen (1951) verificaram efeito semelhante. O segundo fator observado por Deinum et alii (1981) citados por CORSI (1984), as folhas recém-expandidas ou em expansão contribuem para manter na planta forrageira elevada produtividade de M.S., uma vez que essas folhas são as mais eficientes em fotossíntese. Quando expandidas completamente, as língulas se encontram expostas, e a eficiência fotossintética delas diminui à medida em que senescem. Outro fator que influi na queda de produção de M.S. é o micro-ambiente. No crescimento das pastagens, observa-se que, após um crescimento lento, segue-se um período no qual o crescimento é linear com o tempo, e posteriormente ocorre um declínio, quando as folhas superiores das pastagens impedem que as inferiores recebam luz suficiente para fotossintetizar eficientemente. Essa forma de crescimento sugeriria que as pastagens deveriam ser cortadas ou pastejadas, assim que a taxa de crescimento começasse a diminuir (ESCU-
DER, 1980).

4.2. Digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS)

Os resultados obtidos permitem verificar a variação no coeficiente de digestibilidade diferindo em função da idade, conforme se observa na tabela 3.

De modo geral, o maior DIVMS calculado ocorreu

aos 30 dias com 51,94% abaixo do valor máximo observado, com 53,06%, como mostra a figura 2 e a tabela 3, com a equação de regressão e seu respectivo coeficiente, segundo função linear. Observa-se também na tabela 3, que entre os 60 e 90 dias não houve diferença significativa provavelmente pela pouca idade. Pelo exame da figura 2, observa-se que o DIVMS diminuiu com o aumento da idade da planta. DA SILVA e GOMIDE (1967) observaram este fenômeno previamente em gramíneas tropicais (sempre-verde, pangola e gordura) com cortes aos 2, 4, 6 e 8 meses de idade, e verificaram um decréscimo na digestibilidade para o sempre-verde de 57,9% para 31,3%. GOMIDE et alii (1979); BOTHERWORTH (1962); OLUBAJO (1974); REID et alii (1973); LOURENÇO et alii (1980); MINSON (1971b). VIEIRA (1979) também verificaram com colônias o decréscimo da digestibilidade com a idade.

Tabela 3. Digestibilidade *in vitro* da matéria seca da planta inteira de *Panicum maximum* Jacq. cv. Makueni, em função da idade.

	Dias após o rebaixamento					
	30	60	90	120	150	180
	----- (%) -----					
	53,06a	45,04b	44,27b	42,27b	41,40b	29,42c
C.V. (%)	3,34					
d.m.s. (5%)	4,50

Figura 2 - Curva, equação de regressão e coeficiente de determinação (R^2), da digestibilidade "in vitro" da matéria seca (DIVMS) da planta inteira (Y), de *Panicum maximum* Jacq. cv. Makueni, em função da idade.

Confrontando os coeficientes de digestibilidade obtidos por REID et alii (1973) em Uganda, para o Makueni nas idades de 4, 8 e 12 semanas (60,5%; 49,6%; 49,8%, respectivamente) com os obtidos no presente trabalho para as mesmas idades (53,06%; 45,04% e 44,27%), observa-se uma pequena variação. Teores percentuais equivalentes (1º corte - 53,5%; 2º corte - 58,1% e 3º corte 45,3%) foram observados por MENESES et alii (1973) quando estudaram a digestibilidade aparente dos capins pangola, angola e colômbia em três estágios de desenvolvimento.

Para SILVEIRA (1970), o decréscimo no coeficiente de digestibilidade da M.S. é atribuído à queda do valor nutritivo da própria planta, com a maturação, além de alterações nos constituintes celulares. Para Raymond (1966) citado por SILVEIRA (1970), este fato ocorre porque as gramíneas possuem maior quantidade de hemicelulose em relação à celulose, situação esta que se inverte com a maturidade, de sorte a provocar queda rápida na digestibilidade. Em geral, é aceito que a lignificação das estruturas da parede celular retarda ou evita contato entre as enzimas digestivas e os constituintes da parede celular das forragens, o que concorre para diminuir a sua digestibilidade (VAN SOEST, 1975 e 1978).

Após uma revisão, VAN SOEST (1975 e 1978) estabeleceu que a maioria das espécies tropicais e temperadas decresce nas suas qualidades nutritivas, à medida em que o estágio vegetativo progride com a maturidade. O decréscimo do

valor nutritivo ocorre de maneira diferente para cada espécie, já que esse fenômeno é regulado por um complexo de fatores. Assim a idade cronológica e a maturidade fisiológica podem ser idênticas por serem fatores independentes. O efeito das baixas temperaturas e fotoperíodo curto provocariam retardamento no crescimento e alta qualidade da planta forrageira, devido a um atraso no processo de maturação, o que permite manter por mais tempo a qualidade nutritiva da forragem.

Minson e Milford (1967), citados por GAVILANES et alii (1978), afirmam que os teores de proteína presentes na forragem podem afetar negativamente a digestibilidade da M.S. em gramíneas tropicais, quando o nível está abaixo de 7-8%. Confrontando estas conclusões com a concentração de nitrogênio em função da idade, observa-se que aos 30 e 60 dias, foram obtidos teores de proteína bruta ($N\% \times 6,25$) acima do nível mínimo (7%), estando de acordo com os autores citados.

4.3. Concentração e acumulação de nutrientes

4.3.1. Macronutrientes

4.3.1.1. Nitrogênio

A tabela 4 indica que as concentrações de nitrogênio mostraram efeitos significativos sobre as diferentes idades, enquanto que as quantidades acumuladas não diferiram entre as diferentes idades.

Tabela 4 - Concentração (%) e acúmulo (mg/m^2 e kg/ha) dos macronutrientes na matéria seca da planta inteira do capim *Panicum sativum*, Jacq. cv. 'Makueni' em função da idade.

MACRONUTRIENTES																				
Idades (dias) de corte após rebaixamento			N			P			K			Ca			Mg			S		
	%	mg/m ²	kg/ha	%	mg/m ²	kg/ha	%	mg/m ²	kg/ha	%	mg/m ²	kg/ha	%	mg/m ²	kg/ha	%	mg/m ²	kg/ha	%	
30	1,62a	1395,9a	13,95	0,187b	113,65ab	1,13	2,88a	2106,0ab	21,06	0,38cd	322,12a	3,22	0,38	332,99b	3,32	0,14a	105,57	1,06		
60	1,17b	1304,4a	13,04	0,003b	126,24ab	1,26	2,46ab	3126,3a	31,26	0,48bc	576,01ab	5,76	0,43	514,45ab	5,14	0,10ab	137,98	1,37		
90	0,87b	1212,9a	12,12	0,078b	128,51ab	1,28	2,03ab	3045,7a	30,45	0,53ab	700,05ab	7,00	0,46	614,82ab	6,14	0,08ab	124,07	1,24		
120	0,72b	1121,5a	11,21	0,313b	120,45a	1,20	1,61b	2337,8a	23,37	0,51a	694,26b	6,94	0,47	634,09a	6,34	0,07ab	93,88	0,93		
150	0,72b	938,5a	9,38	0,612a	102,05b	1,02	1,19c	1478,8b	14,75	0,43d	558,63b	5,58	0,46	572,27ab	5,72	0,07ab	76,41	0,76		
180	0,86b	938,5a	9,38	0,876a	73,33b	0,73	0,76c	933,19b	9,33	0,29d	253,16b	2,93	0,42	429,34b	4,29	0,08b	100,78	1,00		
F	16,74**			224,76**			86,72**			29,55**			2,70ns			5,97**				
	2,47ns			3,87*			11,40**			10,87**			3,83*			2,16 ns				
DMS	0,5012			0,13			0,50			0,12			0,12			0,063				
	735,56			79,32			1472,0			387,61			371,52			87,94				
C.V.	17,91			14,07			9,78			9,74			10,02			23,85				
	22,80			25,59			24,21			26,41			25,69			29,45				

Observa-se na figura 3 que as concentrações de nitrogênio diminuíram segundo uma equação de regressão quadrática, indicando um ponto de mínimo aos 136 dias de idade, com 0,70% de nitrogênio, fato este verificado por GOMIDE *et alii* (1969) nos capins pangola, colômbio, quicúio, napier e gordura.

A figura 3 evidencia que a absorção de nitrogênio foi mais acentuada no início, pois a M.S. aumenta e esse aumento ocorre até aos 112 dias, fazendo com que a concentração de nitrogênio diminua devido a um efeito de diluição na planta. No período onde ocorre maior velocidade de acúmulo de M.S., entre 30 a 60 dias, a concentração de nitrogênio atinge seu ponto máximo, aos 30 dias com um teor de 1,62%, conforme tabela 4. Segundo JARDIM *et alii* (1962a), a alimentação dos bovinos é considerada deficiente em proteína bruta, quando as pastagens apresentam um valor mínimo de 7-8% ($N\% \times 6,25$) desse nutriente na M.S. Observa-se que o teor satisfatório encontrado neste estudo foi até aos 60 dias. Nas demais idades, os teores apresentaram-se abaixo do valor mínimo estabelecido para a proteína bruta.

HAAG *et alii* (1967) em estudo de absorção de macronutrientes por cinco espécies de gramíneas, verificaram que os teores de nitrogênio decresceram com a idade e os capins colômbio e gordura apresentaram concentrações de nitro-

Figura 3 - Concentração e acúmulo de nitrogênio (Y) da planta inteira de *Panicum maximum* Jacq. cv. Makueni, em função da idade (x).

gênio adequadas até aos 156 dias, atendendo ao mínimo de proteínas verificadas por JARDIM et alii (1962). O decréscimo desse nutriente com a idade também foi verificado por ASARE (1974) em Ghana, quando em estudo efetuado com *Andropogon gayanus* encontrou como valores médios, para a planta inteira, de 1,76% e 1,23%. ORELLANA e HAAG (1982) no Brasil encontraram para a mesma espécie, valores médios nas folhas que variaram de 1,36% a 1,20% até aos 140 dias, enquanto que no caule variaram de 0,79% aos 80 dias para 0,50% aos 140 dias, sendo portanto, consistentes os resultados obtidos no presente estudo.

4.3.1.2. Fósforo

As concentrações e o acúmulo de fósforo na M.S. acham-se expressas na tabela 4 e mostram efeitos significativos entre as diferentes idades.

Conforme se verifica na figura 4, as concentrações de fósforo mostram um decréscimo acentuado no início do desenvolvimento com um ponto de inflexão aos 139 dias após o rebaixamento, atingindo uma máxima concentração de 0,876% de fósforo aos 180 dias, como mostra a tabela 4. Aos 60 dias, a concentração de fósforo atinge a um mínimo com um teor de 0,003%, acompanhando inversamente o acúmulo de M.S., cujo ponto de maior velocidade está entre os 30 a 60 dias, ocorrendo um decréscimo na concentração de fósforo, mostrando um efeito de diluição. A partir dos 60 dias, verifica-se um crescimento rápido, concordando em parte com GOMIDE (1976),

HAAG *et alii* (1967), NASCIMENTO JUNIOR *et alii* (1976), PRÔSPERO e PEIXOTO (1972) relatam que de modo geral, os teores de fôsforo encontrados nos capins colônião, pangola, gordura, jaraguã e napier decrescem com a idade da planta para a haste, folha e planta inteira.

Segundo Iljin (1955) citado por HAAG *et alii* (1967), o limite de concentração de fôsforo na forrageira é de 0,15% para bovinos adultos em regime de pastejo. E para Riggs (1958), citado por ANDREASI *et alii* (1966, 1967), o limite mínimo de concentração de fôsforo é da ordem de 0,11% a 0,13%. O nível de fôsforo encontrado por ACCIOLY (1972), em cem espécies de gramíneas nativas e exóticas na região de Fortaleza, (CE) foi de 0,10% a 0,49%, enquanto para o capim colônião a faixa encontrada por HAAG *et alii* (1967) foi de 0,24% a 0,36%. OYENUGA (1960) na Nigéria, encontrou uma variação na concentração de fôsforo de 0,14% a 0,18% em colônião. A concentração de fôsforo de 0,003% aos 60 dias é baixa, elevando-se até a 0,87% no final do ciclo aos 180 dias como se verifica na tabela 4.

As quantidades acumuladas de fôsforo assinaladas na figura 4, mostram que houve efeitos significativos com a idade. Os teores de acúmulo de fôsforo no capim se traduzem por uma regressão quadrática. Os dados indicam que o acúmulo é máximo aos 90 dias, com 128,51 mg/m², conforme mostra a tabela 4. Na figura 4, observa-se que a velocidade de acúmulo é acentuada entre os 30 a 60 dias, para depois crescer len-

Figura 4 - Concentração e acúmulo de fósforo (Y) da planta inteira de *Panicum maximum* Jacq. cv. Makueni, em função da idade (x).

$$\begin{aligned} Y_1 &= 3,312373 - 0,014145x & R^2 &= 91,00\% \\ Y_2 &= -488,3333 + 117,9771x - 0,2922 \cdot 10^{-2}x^3 & R^2 &= 94,5766 \end{aligned}$$

Figura 5 - Concentração e acúmulo de potássio (Y) da planta inteira de *Panicum maximum* Jacq. cv. Makueni, em função da idade (x).

tamente até aos 90 dias, e com o avanço da idade, o acúmulo decresce rapidamente.

4.3.1.3. Potássio

As concentrações e o acúmulo na M.S. acham-se expresso na tabela 4, e mostram efeitos significativos ($P > 0,01$) entre as diferentes idades.

As concentrações de potássio, conforme ilustra a figura 5, diminuem gradualmente em função da idade, enquadrando-se em uma equação de regressão linear, variando de 2,88% a 0,76%, como mostra a tabela 4. Esta tendência linear não foi observada por VIEIRA (1979) em colonião. Observação semelhante foi verificada por ORELLANA e HAAG (1982), em *Andropogon gayanus*, com uma faixa de variação para as folhas de 1,79% a 1,27% e para os caules variaram de 2,41% a 1,45% de potássio. HAAG et alii (1967) observaram uma faixa de variação de 3,89% a 2,98% com cortes de 28, 56 e 84 dias para o colonião, embora o napier apresentasse elevada concentração do referido elemento.

PERDOMO et alii (1977), obtiveram para o capim Guiné o maior teor de K, em porcentagem de M.S., no corte aos 42 dias como pode verificar com seguintes dados: 28 dias (2,71%), 42 dias (2,86%) e 56 dias (2,10%). Estes valores foram observados em análise de planta inteira. Em comparação com os teores obtidos no presente trabalho, verifica-se que os dados encontrados estão um pouco abaixo aos dos referidos autores.

Há sempre uma tendência de diminuição do teor de potássio com envelhecimento da planta, conforme observaram HAAG et alii (1967), WERNER e HAAG (1972) nos capins gordura, colonião, jaraguã e napier, ITALIANO et alii (1982b) no Amazonas, com capim colonião em degradação.

O teor mínimo de potássio na planta, para satisfazer às exigências de ruminantes é de 0,5%, segundo WARD (1966). No presente estudo, não se observa teor inferior a 0,5% em quaisquer das idades. SANCHEZ (1976) relata que concentrações de 1% de potássio na M.S. podem ser consideradas ótimas. Confrontando o afirmado com os resultados obtidos no presente trabalho, verifica-se que o teor que se encontra abaixo desse limite é o registrado aos 180 dias. A diminuição nas concentrações de potássio encontra explicação em BLUE e TERGAS (1969), que atribuem as perdas do referido elemento nas forragens devido a sua translocação deste elemento das folhas para as raízes e destas para o solo.

As quantidades acumuladas de potássio para a planta inteira mostraram efeitos significativos ($P > 0,01$) em função da idade, conforme mostra a tabela 4. Observa-se que os teores decresceram com a idade, verificando a produção máxima calculada de 3199,76 mg/m² aos 71 dias para decrescer a 933,19 mg/m² aos 180 dias, acontecendo uma produção mínima estimada para os 187 dias com 902,83 mg/m².

4.3.1.4. Cálcio

As concentrações e o acúmulo de cálcio na M.S. acham-se expressos na tabela 4 e mostram diferenças significativas com a idade.

No entanto, essas diferenças nas concentrações de cálcio são evidentes aos 90 dias com 0,51% de cálcio e aos 180 dias com 0,29% de cálcio; nas demais idades essas diferenças não foram expressivas. Ao examinar a figura 6, as concentrações são expressas em uma equação de segundo grau, verificando-se um aumento gradual no início, até atingir um ponto de máximo aos 90 dias com 0,53%, conforme tabela 4. Deste estágio em diante, a concentração decresce inversamente ao acúmulo da M.S., com evidente efeito de diluição, pois entre os 30 a 60 dias, o acúmulo de M.S. atinge sua maior velocidade, e aos 112 dias ocorre a máxima produção de M.S., de 131,1 g/m² deixando de coincidir com o maior acúmulo de cálcio, registrado aos 120 dias com 694,2 mg/m² (0,69 g/m²), conforme mostra a tabela 4.

Ao contrário do verificado no presente estudo, VIEIRA (1979), com colônia obteve para as concentrações de cálcio um decréscimo linear com a idade.

A faixa de variação da concentração verificada no presente trabalho é de 0,53 a 0,29% de cálcio, havendo um decréscimo no teor de elemento com a maturação da planta.

$$\begin{aligned} Y_1 &= 0,213000 + 0,65726 \cdot 10^{-2}x - 0,33928 \cdot 10^{-4}x^2 & R^2 &= 58,32 \\ Y_2 &= -0,61600 + 14,95482x - 0,73132 \cdot 10^{-1}x^2 & R^2 &= 60,39 \end{aligned}$$

Figura 6 - Concentração e acúmulo de cálcio (Y) da planta inteira de *Panicum maximum* Jacq. cv. Makueni, em função da idade (x).

Concordando com as observações verificadas por ANDREASI *et alii* (1966, 1967), nos capins jaraguã e gordura, HAAG *et alii* (1967) com colônia, gordura, jaraguã e pangola, cujos valores médios foram 0,26% aos 28 dias, 0,29% aos 56 dias e 0,41% aos 84 dias, SOUSA *et alii* (1979) obtiveram valores médios de cálcio 0,34% e 0,67% em levantamento no norte do Estado de Mato Grosso, SILVA *et alii* (1982) encontraram concentrações médias de cálcio nas amostras forrageiras que variaram de 0,028% a 0,43% para as estações das chuvas e da seca, respectivamente, ITALIANO *et alii* (1981), em três cortes efetuados no capim jaraguã, verificaram que a concentração de cálcio diminuiu do primeiro para o segundo corte, aumentando no terceiro corte e obtiveram as respectivas concentrações médias de 0,45%, 0,44% e 0,52% de cálcio.

O NRC (1980) recomenda 0,43% de cálcio, em relação à M.S. da dieta, para uma vaca leiteira com 500 kg e capacidade de produção de leite inferior a 11 kg diários. Para novilhos de corte em crescimento, a recomendação do NRC (1976) é de 0,18 a 1,04% de cálcio. De acordo com o nível mínimo estabelecido pelo NRC (1980), verifica-se que os teores encontrados no período de 60-150 dias (0,48 - 0,43%) no presente trabalho estão adequados. Quanto a faixa estabelecida para novilhos de corte, observa-se que os teores obtidos para todas as idades, estão de acordo com o NRC (1976).

Segundo BLUE e TERGAS (1969), que durante a estação seca a concentração de cálcio nas forragens não decresce e as perdas nutritivas são, provavelmente, devidas ao mêtodo de translocação de nutrientes das folhas para as raízes e destas para o solo. Mas este fato, se verificou com os teores obtidos aos 120 dias (0,51%), 150 dias (0,29%) época de seca no presente trabalho.

Quanto às quantidades acumuladas, conforme mostra a tabela 4, verifica-se uma diferença significativa aos 30 dias, com 322,12 mg/m², e aos 120 dias, com 694,26 mg/m². Como se observa na figura 6, houve no início do desenvolvimento um rápido acúmulo, segundo uma equação de regressão quadrática, verificando um ponto de máximo aos 90 dias com 700 mg/m², começando a diminuir rapidamente após 90 dias. Essa queda pode ser explicada pela natureza imóvel do cálcio quando este chega às folhas não se verificando sua redistribuição.

4.3.1.5. Magnésio

Como se verifica na tabela 4, as concentrações de magnésio na M.S. não diferiram em função da idade, enquanto que as quantidades acumuladas do elemento mostraram efeitos significativos com a idade ($P > 0,05$).

Ao decompor a Soma dos Quadrados da concentração do magnésio em função da idade, a análise de regressão mostra efeito significativo segundo uma equação quadrática, indi

cando uma variação definida da concentração de magnésio com o tempo, como se verifica na figura 7. Ao examinar a figura 7 e a tabela 4, verificá-se um crescimento gradativo, atingindo 0,47% de magnésio aos 120 dias, decrescendo em seguida.

MARTINEZ *et alii* (1984) em revisão sobre os ma cronutrientes em gramíneas, tabularam as concentrações dos nu trientes contida na M.S. de diversos capins em diferentes ida des, e verificaram que de um modo geral a concentração de mag n ésio na maior parte dos casos não variou significativamente com a idade, seguindo uma equação quadrática, com um aumento seguido por posterior decrêscimo, como se verifica no trabalho de NASCIMENTO JÚNIOR *et alii* (1976), ou tende a crescer conforme o observado por PRÓSPERO e PEIXOTO (1972).

ADAMS (1975) relata que a variação de mag nésio nas forrageiras na estação seca foi de 0,07% a 0,75% com coeficiente de variação de 33%. HAAG *et alii* (1967) em pango la, gordura, jaraguã e colômbio citam como deficiente do pon to de vista de nutrição animal, a forrageira que apresenta va lor menor que 0,1% de magnésio na M.S. Confrontando os teores obtidos no presente trabalho com os níveis mínimos determinados pelos autores, verifica-se que os valores são compatíveis com os teores já encontrados. Com relação às quantidades acumuladas de magnésio, conforme mostra a tabela 4, verifica-se uma diferença significativa aos 39 dias com 332,9 mg/m² e aos 120 dias com 634,09 mg/m². A figura 7 mostra que a curva de a c ũmulo de magnésio cresce de modo rápido, atingindo a um pon-

$$\begin{aligned} Y_1 &= 0,30800 + 0,29535 \cdot 10^{-2}x - 0,12896 \cdot 10^{-4}x^2 & R^2 &= 75,57 \\ Y_2 &= 70,42499 + 10,10383x - 0,4505 \cdot 10^{-1}x^2 & R^2 &= 72,71 \end{aligned}$$

Figura 7 - Concentração e acúmulo de magnésio (Y) da planta inteira de *Panicum maximum* Jacq. cv. Makueni, em função da idade (x).

to de máximo, com uma produção calculada de 636,89 mg/m² aos 112 dias, produção esta maior que a observada aos 120 dias com 634,09 mg/m². Verifica-se também que a partir dos 30 dias, o acúmulo de magnésio no Makueni aumenta linearmente, indicando que a partir deste período o magnésio acumulou rapidamente na planta.

4.3.1.6. Enxofre

As concentrações de enxofre no capim Makueni mostraram diferenças significativas ($P > 0,01$) com a idade, enquanto que as quantidades acumuladas do elemento não, como mostra a tabela 4. As concentrações de enxofre na M.S. como se verifica na tabela 4, de um modo geral, diferiram significativamente em função da idade. Entretanto, essas diferenças são expressiva aos 30 dias, com 0,14% de enxofre, e aos 180 dias, com 0,08% de enxofre. Nas demais idades essas diferenças mostraram pequenas variações. Ao examinar a figura 8, as concentrações decrescem com o envelhecimento da planta, segundo uma equação de regressão quadrática. Observa-se que um ponto de mínimo foi atingido aos 120 dias, com 0,07%, crescendo posteriormente. Este fenômeno foi verificado por HAAG *et alii* (1967) quando trabalharam com os capins colonião, gordura, jaraguá, napier e pangola cultivados em solução nutritiva, aos 84 dias. Os autores observaram que o enxofre foi o elemento menos extraído, variando entre 0,63 g/kg de M.S. e 0,18 g/kg de M.S.

$$Y_1 = 0,18400 - 0,163035 \cdot 10^{-2}x + 0,60515 \cdot 10^{-5}x^2$$

$$R^2 = 81,26$$

$$Y_2 = 0,8333 + 5,0862x - 0,574250x^2 + 0,179181 \cdot 10^{-3}x^3$$

$$R^2 = 56,8725$$

Figura 8 - Concentração e acúmulo de enxofre (Y) da planta *in* teira de *Panicum maximum* Jacq. cv. Makueni, em função da idade.

produzida, o que representa 0,49 a 3,65 g de enxofre por vaso. PRÓSPERO e PEIXOTO (1972) verificaram no capim elefante teores bastante variáveis com a idade, contrariando o observado no presente trabalho.

CIAT (1978) estabeleceu um nível mínimo de 0,1% de enxofre para as gramíneas. Dentro do estabelecido verifica-se que até aos 90 dias os teores encontram-se inferiores ao mínimo, sen que a utilização deste capim só é adequada para enxofre até aos 60 dias.

4.3.2. Micronutrientes

4.3.2.1. Cobre

As concentrações e o acúmulo de cobre na M.S. acham-se expressas na tabela 5 e mostram efeitos significativos ($P > 0,01$) entre as diferentes idades.

As diferenças nas concentrações de cobre são evidentes aos 30 dias, com 7,69 ppm, e aos 150 dias, com 3,71 ppm; nas demais idades verifica-se que estas diferenças são pouco expressivas conforme mostra a tabela 5. Na figura 9, as concentrações são expressas por uma equação linear. Verificando um decréscimo nas concentrações com a maturação da planta. As concentrações variaram de 7,69 ppm aos 30 dias a 2,72 ppm aos 180 dias. O decréscimo da concentração de cobre, em função da idade, foi também observado por GOMIDE et alii (1969) em colonião, napier, jaraguã, pangola e quicuí e

Tabela 5 - Concentração (ppm) e acúmulo (mg/m^2 e kg/ha) dos micronutrientes na matéria seca da planta inteira do capim *Panicum maximum* Jacq. cv. 'Makueni', em função da idade.

MICRONUTRIENTES															
Idades (dias) de corte após rebaiamento		Cu		Zn		B		Mn		Fe					
		ppm	mg/m ²	g/ha	ppm	mg/m ²	g/ha	ppm	mg/m ²	g/ha	ppm	mg/m ²	g/ha		
30		7,69a	0,618ab	6,18	23,19a	1,81	18,1	3,94b	0,187b	1,87	49,64b	56,5b	362,66a	28,78	286,8
60		6,69ab	0,747a	7,47	16,12ab	1,87	18,7	1,69b	0,415b	4,15	66,48ab	76,6ab	183,83b	17,85	178,5
90		5,70ab	0,766ab	7,66	12,53b	1,42	14,2	4,25ab	0,644ab	6,44	83,32ab	96,7ab	136,22b	23,69	236,9
120		4,71ab	0,674a	6,74	12,42b	1,80	18,0	8,60b	0,872b	8,72	100,17ab	116,8a	165,38b	22,62	226,2
150		3,71b	0,470b	4,70	15,80ab	2,02	20,2	11,76a	1,110a	11,10	117,01ab	136,9	216,87b	21,03	210,3
180		2,72ab	0,156b	1,56	22,66ab	2,30	23,0	10,73ab	1,328ab	13,28	133,85a	157,0	236,25b	27,12	271,2
F	ppm	5,26**			7,57**		9,13**		6,07**		20,03**				
	mg	9,45**			n.s.		6,45**		7,46**		n.s.				
DMS	ppm	5,08			10,76		10,67		74,94		108,07				
	mg	0,49			-		1,36		9,15		-				
C.V. %	ppm	34,83			22,45		55,77		29,17		17,79				
	mg	30,95			26,47		64,36		30,60		26,14				

por PERDOMO **et alii** (1977). FERNANDES e SANTIAGO (1972) em amostras de forrageiras no Estado de Mato Grosso e TEIXEIRA **et alii** (1971) no Brasil Central, encontraram níveis de cobre variando de 2,50 a 3,03 ppm, demonstrando deficiência desse mineral. SILVA **et alii** (1982) encontraram teor médio de 0,75 ppm desse nutriente no capim colônia, na estação das chuvas, e na estação seca o teor foi de 0,62 ppm.

GALLO **et alii** (1974) encontraram em 48% das diversas forrageiras amostradas no Estado de São Paulo um teor de 4-8 ppm de cobre, considerado como normal, e 20% acima de 10 ppm considerado acima do normal. De acordo com o NRC (1976), National Research Council, a recomendação de cobre para os bovinos é de 4 ppm. GAVILLON e QUADROS (1976) relataram que o nível de cobre para gado bovino é de 4 ppm, quando o nível de molibdênio é baixo (de 1 a 5 ppm). Davis (1958), citado por TEIXEIRA **et alii** (1971), informam que o teor de cobre nas pastagens da Flórida pode variar de 1 a 2 ppm a níveis superiores a 25 ppm.

Harvey (1952), citado por TEIXEIRA **et alii** (1971), afirmou que a deficiência de cobre em ruminantes está associada com níveis de cobre nas pastagens de 2,5 a 5,0 ppm na M.S.. Dos limites em relação aos limites constantes no NRC (1976) verifica-se que teores de cobre obtidos no presente trabalho atende às necessidades do animal até aos 90 dias. Entretanto, dos limites estabelecidos por Harvey (1952), citado por TEIXEIRA **et alii** (1971), verifica-se que todas as idades a-

mostradas acham-se adequadamente supridas neste micronutriente.

Os resultados das quantidades acumuladas en contram-se na tabela 5, e mostram diferenças significativas, sendo expressas por uma equação de segundo grau, conforme mos tra a figura 9. Estas diferenças nas quantidades acumuladas são expressivas aos 60 dias, com $0,747 \text{ mg/m}^2$, e aos 150 dias, com $0,470 \text{ mg/m}^2$. No entanto, nas demais idades essas diferenças são pequenas como podem ser verificadas na tabela 5. Na figura 9, observa-se que o acúmulo de cobre aumenta rapidamente atingindo um ponto de máximo, calculado aos 80 dias com $0,77 \text{ mg/m}^2$, um pouco acima do valor máximo observado aos 90 dias, com $0,76 \text{ mg/m}^2$, com um posterior decréscimo acentuado com o desenvolvimento da planta.

4.3.2.2. Zinco

As concentrações de zinco na M.S. mostram efeitos significativos ($P > 0,01$) entre as diferentes idades, enquanto que as quantidades acumuladas não diferiram significativamente em função da idade como mostra a tabela 5.

As diferenças nas concentrações de zinco são evidentes aos 30 dias, com 23,19 ppm, e aos 90 dias, com 12,53 ppm; estas diferenças expressivas não se verificam nas demais idades. Observando a figura 10, verifica-se que as concentrações acham-se expressas por uma equação de regressão quadrática

$$Y_1 = 8,68333 - 0,33095 \cdot 10^{-1}x \quad R^2 = 79,5812$$

$$Y_2 = 0,37775 + 0,98654 \cdot 10^{-2}x - 0,61636 \cdot 10^{-4}x^2 \quad R^2 = 71,1971$$

Figura 9 - Concentração e acúmulo de cobre (Y) da planta inteira de *Panicum maximum* Jacq. cv. Makueni, em função da idade (x).

ca, diminuindo no início, atingindo um ponto de mínimo calculado aos 106 dias com 12,0 ppm um pouco abaixo do valor mínimo observado, que ocorreu aos 120 dias com 12,42 ppm. Após atingir este ponto mínimo, as concentrações elevam-se de modo gradual.

Os níveis usuais de zinco nas plantas variam, segundo CHAPMAN (1966) e GLADSTONE e LONERAGAN (1967), de 10 a 100 ppm, sendo mais altos nas plantas jovens e decrescendo com a idade. Para ADAMS (1975), os níveis de zinco nas forrageiras variam de 8 a 300 ppm.

Nas 178 amostras forrageiras do Ceará, analisadas por ACCIOLY (1972), os níveis de zinco encontrados nas gramíneas foram de 6 a 68 ppm. Diferenças significativas nos teores de zinco em gramíneas e leguminosas não foram encontrados por GALLO *et alii* (1974); os níveis desse nutriente eram inferiores às necessidades dos animais. SILVA *et alii* (1982) encontraram teores médios de zinco nas pastagens de colônia, pangola e angola que variaram de 2,88 a 3,27 ppm na época das chuvas e de 2,40 a 2,83 ppm na seca. E para o colônia o teor médio de zinco nas chuvas foi de 3,27 ppm e na seca 2,83 ppm. UNDERWOOD (1968) nos Estados Unidos da América do Norte encontrou teores médios que variaram de 19 a 62 ppm de zinco nas gramíneas de pastagens de clima temperado.

GLADSTONE e LONERAGAN (1967) afirmam que em decorrência do variável estado de nutrição da planta grandes

oscilações são observadas no que concerne aos níveis de ingestão dos elementos por parte dos animais mantidos em condições de pastejo. Segundo esses autores, a concentração de zinco no caule e folhas das espécies, declinou com a idade embora com diferentes graus de intensidade. Mas ANDREASI et alii (1969) verificaram que com a maturação da planta, os conteúdos de zinco para os capins colônia, jaraguã e gordura foram significativamente mais elevados em relação aos registrados nas plantas mais novas.

Confrontando os dados dos autores citados com os obtidos no presente trabalho, verifica-se que até atingir o ponto mínimo houve concordância com GLADSTONE e LONERAGAN (1967) após este estágio, os resultados passaram a concordar com as observações feitas por ANDREASI et alii (1969). Não constitui, portanto, regra geral, que os teores de zinco diminuam com o envelhecimento da planta.

Com relação aos níveis determinados por CHAPMAN (1966) e GLADSTONES e LONERAGAN (1967), verifica-se que os teores de zinco obtidos no presente estudo estão dentro das especificações.

Segundo o NRC (1970), o limite mínimo de normalidade de zinco nas forrageiras é de 10 ppm, e com vista às exigências dos animais o NRC (1980) recomenda que o nível de zinco para novilhos é de 30 a 40 ppm na M.S.. Para vacas leiteiras com 500 kg e produção de leite inferior a 11 kg diários, o NRC (1978) recomenda 40 ppm de zinco na M.S. da dieta.

$$\hat{Y}_1 = 33,75000 - 4,09821x + 0,0019x^2$$

$$R^2 = 97,5359$$

$\hat{Y}_2$ = Dados observados

Figura 10 - Concentração e acúmulo de zinco (Y) da planta inteira de *Panicum maximum* Jacq. cv. Makueni, em função da idade (x).

Com vista às exigências dos bovinos, observa-se que os teores obtidos no presente trabalho estão compatíveis com as especificações estabelecidas pelo NRC (1970), deixando de atender as recomendações do NRC (1976) na sua totalidade, enquanto que para as vacas leiteiras os resultados não atendem às suas exigências.

Com relação às quantidades acumuladas de zinco, estas não diferiram significativamente em função da idade, indicando um comportamento semelhante da planta inteira em cada idade.

4.3.2.3. Boro

As concentrações e o acúmulo de boro na M.S. acham-se expressos na tabela 5 e mostram efeitos significativos ($P > 0,01$) entre as diferentes idades.

As diferenças nas concentrações de boro são evidentes aos 30 dias, com 3,94 ppm, e aos 150 dias, com 11,76 ppm; conforme se observa na tabela 5. Ao examinar a figura 11, as concentrações são expressas por uma equação cúbica, verificando-se um decréscimo acentuado, atingindo um ponto de mínimo aos 60 dias com 1,69 ppm, crescendo posteriormente sendo verificada uma variação de 4,25 ppm aos 90 dias, 8,60 ppm aos 120 dias e 11,76 ppm aos 150 dias. Sendo registrado um ponto máximo observado aos 150 dias (11,76 ppm) teor abaixo do máximo calculado aos 160 dias com 12,0 ppm, decrescendo gradual-

$$Y_1 = 14,0 - 0,498511x + 0,600 \cdot 10^{-2}x^2 - 0,1851 \cdot 10^{-4}x^3 \quad R^2 = 50,1523$$

$$Y_2 = -0,4059 \cdot 10^{-1} + 0,7607 \cdot 10^{-2}x \quad R^2 = 47,4522$$

Figura 11 - Concentração e acúmulo de boro (Y) da planta inteira de *Panicum maximum* Jacq. cv. Makueni em função da idade (x).

mente.

Com relação às quantidades acumuladas na M.S., estas mostraram efeitos significativos, conforme tabela 5, verificando-se que estas diferenças ocorreram aos 120 dias com 0,87 mg/m² e aos 150 dias com 1,11 mg/m². Ao examinar a figura 11 e a tabela 5, observa-se que as quantidades acumuladas de boro, aumentam com a maturação da planta, levando a entender que a parte aérea toda, tem sua maior velocidade de acúmulo iniciada aos 60 dias.

GALLO **et alii** (1974) verificaram que a maior frequência dos teores de boro ocorreu na faixa de 10-50 ppm em 82% das amostras forrageiras analisadas no Estado de São Paulo. As gramíneas com uma frequência de 80% das amostras estudadas contiveram 10-20 ppm de boro.

Segundo CHAPMAN e PRATT (1961) o teor de boro na M.S. das plantas usualmente é de 10-100 ppm, podendo variar abaixo de 5 a acima de 1.500 ppm. Esse elemento também se acha presente nos tecidos animais, porém, não há evidência de sua essencialidade (UNDERWOOD, 1962).

4.3.2.4. Manganês

As concentrações e o acúmulo de manganês na M.S. mostram efeitos significativos ($P > 0,01$) entre as diferentes idades como assinala a tabela 5.

As concentrações de manganês diferiram signifi

cativamente como pode verificar na tabela 5, aos 30 dias, com 49,64 ppm, e aos 180 dias, com 133,85 ppm, enquanto que nas demais idades estas diferenças não foram significativas. Ao examinar a figura 12, as concentrações de manganês enquadraram-se em uma equação de regressão linear, mostrando um crescimento com a maturidade da planta, com uma variação média de 16,84 ppm entre as idades.

O decréscimo no teor de manganês com a idade foi verificada por VIEIRA (1979) em colônia. GOMIDE et alii (1969), trabalhando com sempre-verde no Brasil Central, verificaram que com 200 kg/ha de nitrogênio houve aumento no teor de manganês com o envelhecimento da planta, cujos teores, em ppm de M.S., passaram de 172 ppm na 4ª semana para 312 ppm na 36ª semana. Este fenômeno não foi verificado pelos autores em napier e pangola que tiveram comportamento não definido. GOMIDE et alii (1969) constataram que a adubação de nitrogênio influenciou sobre a concentração de manganês, aumentando-a.

ACCIOLY (1972), em análises feitas em 178 amostras gramíneas do Ceará, observou uma variação nos teores de manganês de 3 a 96 ppm. Beeson (1945) citado por UNDERWOOD (1968), encontrou teores de manganês que variaram de 96 a 815 ppm.

Confrontando esses teores de manganês com os encontrados no presente estudo verifica-se que os mesmos estão abaixo dos encontrados por Beeson (1945) citado por UNDER

WOOD (1968), e em relação aos encontrados por ACCIOLY (1972) os teores encontrados no presente trabalho se encaixam nos níveis estabelecidos.

SOUSA **et alii** (1981) fizeram um levantamento das deficiências minerais no norte do Estado de Mato Grosso, e obtiveram elevadas concentrações de manganês nas forrageiras na estação da seca, quando as plantas estavam mais velhas. Este fato mostra que o manganês possui baixa translocação nos tecidos das forrageiras, aumentando sua concentração com a idade das plantas. Os mesmos autores observaram elevadas concentrações de manganês para o capim sempre-verde e leguminosas, com teores médios de 420 a 250 ppm respectivamente. Com concentrações intermediárias (191 e 174 ppm) de manganês, seguiram-se as forrageiras nativas e o capim colonião. Das observações feitas por estes autores, pode-se concluir que os resultados obtidos no presente trabalho são concordantes. Observa-se também que os teores médios de manganês obtidos, para os capins sempre-verde, de 420 ppm, e para o colonião, de 174 ppm, estão acima do teor médio observado para a cultivar em estudo, com 117,0 ppm.

Segundo Davis (1955), citado por ANDREASI **et alii** (1968), teores de 10 ppm de manganês atendem às exigências de crescimento normal dos bovinos, e níveis oscilando entre 20 e 70 ppm devem figurar nos alimentos ou rações dos anímais em reprodução. Davis (1955), citado por ANDREASI **et alii**

$$\begin{aligned} Y_1 &= 32,80000 + 0,56142x & R^2 &= 91,2265 \\ Y_2 &= 3,63851 + 0,67050 \cdot 10^{-1}x & R^2 &= 71,0254 \end{aligned}$$

Figura 12 - Concentração e acúmulo de manganês (Y) da planta inteira de *Panicum maximum* Jacq. cv. Makueni, em função da idade (x).

(1968) registra ainda que, para bovinos e ovinos, o limite máximo da faixa de normalidade estaria ao redor de 150 ppm. Underwood (1957), citado por ANDREASI *et alii* (1968), registrou em pastagens teores que oscilaram entre 44 e 114 ppm de manganês, enquanto que DE ALBA e DAVIS (1957), em pastos da Costa Rica, obtiveram 60,5 a 332,2 ppm; VICENTE-CHANDLER e FIGARELLA (1962) verificaram 161 a 190 ppm de manganês no napier e, GAVILLON (1963) encontrou máximo de 450 ppm em pastagens nativas do Rio Grande do Sul. Verifica-se que os resultados encontrados no presente trabalho estão dentro dos limites estabelecidos por Underwood (1957) e de Davis (1955), citados por ANDREASI *et alii* (1968), e abaixo dos limites encontrados pelos demais autores.

Quanto às quantidades acumuladas de manganês, verifica-se que estas apresentaram diferenças significativas, conforme mostra a tabela 5, aos 30 dias, com 5,65 mg/m², e aos 180 dias, com 15,70 mg/m². A figura 12 mostra efeitos lineares das quantidades acumuladas em função da idade, verificando-se um crescimento gradual com a maturação da planta.

4.3.2.5. Ferro

As concentrações de ferro em função das diferentes idades apresentaram diferenças significativas ($P > 0,01$), enquanto que as quantidades acumuladas não mostraram efeitos significativos com idade, como pode-se observar na tabela 5.

$$\hat{Y}_1 = 727,166 - 15,8492x + 0,13339x^2 - 0,1360 \cdot 10^{-3}x^3 \quad R^2 = 85,35$$

$\hat{Y}_2 = \text{Dados observados}$

Figura 13 - Concentração e acúmulo de ferro (Y) da planta inteira de *Panicum maximum* Jacq. cv. Makueni, em função da idade (x).

As diferenças nas concentrações de ferro são evidentes aos 30 dias, com 362,66 ppm, e aos 90 dias, com 136,22 ppm; nas demais idades estas diferenças são pouco expressivas.

Observando a figura 13, verifica-se que as concentrações de ferro acham-se expressas por uma equação de regressão cúbica, decrescendo com uma tendência linear, atingindo a um ponto mínimo aos 90 dias com 136,22 ppm, crescendo posteriormente, ocasionando uma concentração de 236,25 aos 180 dias como mostra a tabela 5.

SILVA et alii (1982) encontraram nos capins colonião, angola e pangola teores médios desse nutriente na estação seca de 7,38 a 7,45 ppm e nas chuvas variaram de 8,67 a 9,21 ppm. GOMIDE et alii (1969) constataram através dos capins napier, pangola, colonião, gordura e quicúio o teor de ferro varia de acordo com a espécie e decresce com a idade.

Embora sejam escassas as informações a respeito dos níveis de ferro nas plantas forrageiras, citam-se alguns trabalhos como o de DE ALBA e DAVIS (1957), no Paraguai, em que foram obtidos níveis extremos de 90 a 770 ppm; GAVILLON (1963), no Rio Grande do Sul, obteve 94 a 98 ppm como concentrações mais baixas em pastagens nativas; Patel et alii (1966), citados por ANDREASI et alii (1968), encontraram amplitudes de variação entre 119 a 605 ppm em diversos tipos de plantas destinadas à alimentação dos animais. ANDREASI et alii (1968), em levantamento sobre elementos minerais em plantas

forrageiras no Estado de São Paulo, verificaram que o capim gordura apresentou os mais elevados níveis médios de ferro - 494 ppm (na seca) e 415 ppm (nas águas), sendo que o colônião foi o que apresentou os teores mais baixos deste elemento - 119 ppm (na seca) e 114 ppm (nas águas).

Dos teores obtidos por esses autores confrontados com os obtidos neste estudo, verifica-se que eles se encaixam nos níveis estabelecidos. As exigências de Fe para novilhos em crescimento e em terminação são de 10 ppm de acordo com o NRC (1976). A partir de 400 ppm de Fe na dieta existe possibilidade de toxidez. Os teores obtidos no presente trabalho se encaixam dentro do nível estabelecido. O teor mais baixo (336 ppm de Fe) foi observado aos 120 dias, que é cerca de treze vezes às exigências de bovino em pastejo. O mais alto teor foi encontrado aos 30 dias (362,66 ppm) não surtindo efeitos tóxicos no metabolismo animal.

Com relação ao decréscimo do teor de ferro com o avanço da idade da planta, constata-se que as observações verificadas até aos 90 dias concordam com a observação de GOMIDE et alii (1969), mas PERDOMO et alii (1977) nos capins pangola, guiné e estrela não observaram tendência definida no teor de ferro nos referidos capins, sendo verificado o mesmo neste trabalho.

Com relação às quantidades acumuladas de ferro, estas não diferiram significativamente com a idade, indicando

um comportamento semelhante da planta inteira em cada idade quanto ao acúmulo do referido elemento.

5. CONCLUSÕES

5.1. Crescimento

A produção de matéria seca é máxima aos 120 dias, com 1.425 kg/ha.

A maior velocidade de acúmulo de matéria seca ocorre próximo aos 60 dias após o rebaixamento.

5.2. Coeficiente de digestibilidade da matéria seca

O coeficiente de digestibilidade da matéria seca é máximo aos 30 dias com 51,9% e decresce aos 180 dias com 29,4%. O coeficiente de digestibilidade da matéria seca diminui com a idade, sendo portanto vantajoso utilizar a gramínea em idades mais jovens e a intervalos de corte maiores que 180 dias.

5.3. Elementos minerais

5.3.1. Macronutrientes

5.3.1.1. Concentração

- A concentração de nitrogênio é máxima aos 30 dias com 1,62% e mínima aos 120 dias com 0,72%.
- A concentração de fósforo é máxima aos 180 dias com 0,87% e mínima aos 60 dias com 0,003%.
- A concentração de potássio é linear com as idades variando de 2,82% na fase inicial a 0,76% aos 180 dias.
- A concentração de cálcio é máxima aos 90 dias, com 0,53%.
- Não há variação na concentração de magnésio em função da idade da planta.
- A concentração de enxofre varia de 0,14% aos 30 dias para um mínimo aos 120 dias com 0,07%.

5.3.1.2. Acúmulo

- O acúmulo de fósforo, potássio e cálcio é máximo aos 90 dias.
- O acúmulo de magnésio é máximo aos 120 dias.
- O acúmulo de enxofre é máximo aos 60 dias.

5.3.2. Micronutrientes

5.3.2.1. Concentração

- A concentração de cobre é mais elevada aos 30 dias com 7,63 ppm.
- A concentração de zinco é máxima aos 180 dias com 22,66 ppm e mínima aos 120 dias com 12,42 ppm.
- A concentração de boro é máxima aos 150 dias com 11,76 ppm e mínima aos 60 dias com 1,69 ppm.
- A concentração de manganês é máxima aos 180 dias com 133,85 ppm e mínima aos 30 dias com 49,64 ppm.
- A concentração de ferro é máxima aos 180 dias com 236,25 ppm e mínima aos 90 dias com 136,22 ppm.

5.3.2.2. Acúmulo

- O acúmulo de cobre é máximo aos 90 dias.
- O acúmulo de zinco e ferro não diferiu nas diferentes idades.
- O acúmulo de boro e manganês é máximo aos 180 dias.

5.4. Exportação máxima de nutrientes correspondendo a 1.425 kg por hectare de matéria seca aos 120 dias de idade.

Potássio - 30,4 kg; nitrogênio - 13,9 kg; cálcio - 7,0 kg; magnésio - 6,3 kg; enxofre - 1,3 kg; fósforo - 1,2 kg; ferro - 286 g; manganês - 157 g; zinco - 23 g; boro - 13,2 g e cobre - 7,6 g.

6. LITERATURA CITADA

- ACCIOLY, J.C., 1972. Teores de ferro, manganês, zinco, cobre e molibdênio em gramíneas e leguminosas, coletadas em Fortaleza, Ceará, Brasil. Cien. Agron., 2(1): 57.
- ADAMS, R.S., 1975. Symposium: New concept and development in trace elements nutrition. Variability in mineral and trace element content of dairy cattle feeds. J. Dairy Sci., 58: 1538.
- AGROCERES, 1982. Pastagens melhoradas. Opção para uma pecuária lucrativa. São Paulo. 2ª edição. 23p.
- ALBA, J. de e G.K. DAVIS, 1957. Minerals en la nutrición animal en la América Latina. Turrialba, Costa Rica, 7: 16-33.
- ANDREASI, F.; C.X. MENDONÇA JUNIOR; J.S.M. VEIGA; F. PRADO e R.C. BARNABÉ, 1966/1967. Levantamento dos elementos minerais em plantas forrageiras de áreas delimitadas do Estado de São Paulo. I. Cálcio, fósforo e magnésio. Rev. Soc. Med. e Vet. S.Paulo, 7(3): 583-604.
- ANDREASI, F.; C.X. MENDONÇA JUNIOR; J.S.M. VEIGA e F. PRADO, 1968. Levantamento dos elementos minerais em plantas forrageiras de áreas delimitadas do Estado de São Paulo. III. Ferro e Manganês. Rev. da Fac. de Med. e Vet. de São Paulo, 7(4): 857-870.

- ANDREASI, F.; C.X. MENDONÇA JUNIOR; J.S.M. VEIGA e F. PRADO, 1969. Levantamento dos elementos minerais em plantas forrageiras de áreas delimitadas do Estado de São Paulo. IV. Zinco. Rev. Fac. Med. Vet. São Paulo, 8(1): 177-190.
- ASARE, E. O., 1974. Dry Matter, chemical composition and nutritive value of buffel grass grown alone and in mixture other tropical grasses and legumes. Proceedings of the 12th International Grassland Utilization, 1, Moscow, USSR, p.53-54
- BOSE, M.L.V., 1971. Composição em fibra bruta, celulose e lignina, digestibilidade da celulose **in vitro** e em C.E.D. dos capins colômbio, gordura, jaraguá, napier, pangola em desenvolvimento vegetativo. Piracicaba, ESALQ/USP, 63 p. (Tese de Doutorado).
- BLUE, W.G. e L.E. TERGAS, 1969. Dry seasons deterioration of forage quality in the wet dry tropics. Soil and Crop Sci. Soc. Fla. Proc., 29: 224.
- BRASIL. MINISTÉRIO DE AGRICULTURA, 1960. Levantamento e reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo. S.N.P.A. Bol. 12. 605p.
- BUTERWORTH, M.D., 1962. Studies on pangola grass at ICTA-Trinidad: The digestibility of pangola grass at various stages of growth. Tropical Agriculture, 38: 187-193
- CARRIEL, J.M., J.V. PEDREIRA, SILVEIRA e H.B. MATTOS. 1974. Estimativa da ocorrência dos principais capins no Estado de São Paulo, Zootecnia, Nova Odessa, SP, 17(1): 5-25
- CIAT - Centro International de Agricultura Tropical, 1978. Produção de Pastagens em solos ácidos dos trópicos. SANCHES, P.A. e L.E. TERGAS (edit.). Proc. of a Seminar held at CIAT, Cali, Colombia. 488p.

- CHAPMANN, H.D. e P.F. PRATT, 1961. Methods for analysis for soils, plants and waters. Berkeley, University of California, Division of Agricultural Science, 71-85.
- CHAPMANN, H.D., 1966. In: "Diagnostic criteria for plants and soils (H.D. Chapman, ed.), pp. 484-499. Univ. of California Press, Riverside.
- CORSI, M., 1975. Adubação nitrogenada das pastagens. In: Anais do II Simpósio sobre Manejo da pastagem. Piracicaba, p.112-142.
- CORSI, M., 1984. Ureia como fertilizante na produção de forragem. 2º Simpósio sobre Nutrição de Bovinos. Piracicaba, 44p.
- ESCUDE, C.J., 1980. Utilização e manejo das pastagens tropicais. Informe Agropecuário, 6(70): 63-70.
- FERNANDES, N.S. e A.M.H. SANTIAGO, 1972. Níveis de cobre em pastagens do Estado de Mato Grosso. O Biológico, 35: 358.
- FIBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1980 - Anuário Estatístico do Brasil Vol 41 840 p. Rio de Janeiro.
- GALLO, J.R.; R. HIROCE; O.C. BATAGLIA; P.R. FURLANI; A.M.C. FURLANI; H.B. MATOS; H.J. SARTANI e M.P. FONSECA, 1974. Composição química inorgânica de forrageiras do Estado de São Paulo. Bol. Ind. Animal, São Paulo, 31(1): 115.
- GAVILANES, C.C.; M.E. ALARCON e M.P. MENDOZA, 1978. Constituyentes de la pared celular y digestibilidad del pasto braquiaria (*Brachiaria decumbens*, Stapf.) em dos estados de desarrollo. Revista I.C.A., Colombia, XIII(1): 91-98.
- GAVILLON, O., 1963. Levantamento da composição mineral das pastagens do Rio Grande do Sul. Rev. Fac. Agron. Vet. Porto Alegre, 6: 115-122.

- GAVILLON, O. e A.T.F. QUADROS, 1976. O cobre, o molibdênio e o sulfato inorgânico em pastagens nativas do Rio Grande do Sul. Anuário Téc. Inst. de Pesq. Francisco Osório, Porto Alegre, 3: 423.
- GLADSTONES, J.S.; J.F. LONERAGAN, 1967. Mineral elements in temperate crop and pasture plants. I. Zinc. Aust. J.Agric. Res., 18(3): 427-446.
- GOMIDE, J.A.; C.H. NOLLER; G.O. MOTT; J.H. CONRAD e D.L. HILL, 1969. Mineral composition of six tropical grasses as influenced by plant age and nitrogen fertilization. Agron. J., Madison, Wisc., 61(1): 120-3.
- GOMIDE, J.A., 1976. Composição mineral de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais. Simpósio Latinoamericano sobre pesquisa em nutrição mineral de ruminantes em pastagens. Belo Horizonte, p.20.
- GOMIDE, J.A.; J.A. OBEID e J.F. TEIXEIRA NETO, 1979. Produtividade e valor nutritivo do capim colômbio. Rev. da Soc. Bras. de Zootecnia, Viçosa, 8(2): 198-225.
- GROF, B. e W.A.T. HARDING, 1970. Dry matter yields and animal production of guinea grass (*Panicum maximum*) on the humid tropical coast of North Queensland. Tropical Grassland, 4(1): 85-95.
- HAAG, H.P.; M.L. BOSE e R.G. ANDRADE, 1967. Absorção dos macronutrientes pelos capins colômbio, gordura, jaraguã, napier e pangola. Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 24: 177-188.
- HARDING, W.A.T., 1972. The contribution of plant introduction to pasture development in the wet tropics of Queensland. Tropical Grasslands 6, 191-199.

- ITALIANO, E.C.; J.A. GOMIDE e P.H. MONNERAT, 1981. Influência de doses e modalidades de aplicação do superfosfato simples sobre o rendimento forrageiro e composição química do capim jaraguã (*Hyparrhenia rufo* (Ness) Stapf). Rev. S.B.Z. 10(1): 1-10.
- ITALIANO, E.C.; E. de MORAES e E.A. do C. CANTO, 1982b. Macronutrientes e F.T.E. em pastagens de capim colônia em degradação. Anais da XIX Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, CNPq. Piracicaba. 467p.
- JARDIM, W.R.; A.M. PEIXOTO e C.L. MORAES, 1962a. Composição mineral de pastagens na região de Barretos no Brasil Central. Piracicaba, ESALQ. 11p. (Boletim Técnico e Científico, nº 11).
- JARDIM, W.R.; A.M. PEIXOTO e C.L. MORAES, 1962b. Observações sobre deficiências minerais na nutrição de bovinos na região do Brasil Central. Piracicaba, ESALQ. 11p. (Bol. Técnico e Científico, nº 11).
- KÖEPPEN, W., 1948. Climatologia. Trad. Pedro R. Hendriche Perez (Ed. Espanhola). Gráfica Panamericana, Buenos Aires. 478p. (Original alemão).
- LOURENÇO, A.J.; C.J. ESCUDER e N.M. RODRIGUES, 1980. Efeito da lactação na disponibilidade de forragens em pastagens de *Brachiaria decumbens* Stapf. Bol. Ind. Anin. Nova Odesa, SP, 37(1): 47-58.

- MARTINEZ, H.E.P.; A.M.D. ALOISI e A.C. BOLIANI, 1984. 2. Macronutrientes em gramíneas. In: "Nutrição mineral de forrageiras no Brasil". HAAG, H.P. (coord.). Fundação Cargill, Campinas-SP.
- McCOSKER, T.H. e J.K. TEITZEL, 1975. A review of guinea grass (*Panicum maximum*) for the wet tropics of Australia. Tropical Grasslands, 9(3): 177-186.
- MENESES, J.B.O.S.; A.B. FERREIRA; R.I.J. HIPÓLITO e G.A. DUSI, 1973. Contribuição ao estudo da digestibilidade aparente dos fenos dos capins pangola (*Digitaria decumbens*), Angola (*Brachiaria mutica*) e colômbio (*Panicum maximum*) em diferentes estágios de desenvolvimento. Agronomia, 31: 51-56.
- MIDDLETON, C.H. e McCOSKER, T.H., 1975. Makueni: a new guinea grass for North Queensland. Queenslands Journal of Agriculture and Animal Sciences, 101: 351-355.
- MIDDLETON, C.H., 1982. Dry matter and nitrogen changes in five tropical grasses as influenced by cutting height and frequency. Trop. Grassl., 16(3): 112-117.
- MINSON, D.J., 1971b. The digestibility and voluntary intake of six varieties of *Panicum*. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, 2: 18-25.
- MIRANDA, M.T., 1982. Crescimento e concentração de nutrientes em *Panicum maximum* cv. Makueni em função do fornecimento de nitrogênio, fósforo e potássio. Piracicaba, ESALQ/USP. 108p. (Tese de Doutorado).
- MITIDIERI, J., 1983. Manual de gramíneas e leguminosas para pastos tropicais. São Paulo, Ed. da Universidade de São Paulo. 198p.
- MONTEIRO, F.A.; J.C. WERNER, 1977. Efeitos das adubações nitrogenadas e fosfatadas em capim colômbio, na formação e em pasto estabelecido. Bol. Ind. An., São Paulo, 34(1): 91-101.

- PEDREIRA, J.V.S. e J.J..N. SILVEIRA, 1972. Variação da composição bromatológica do capim colônia *Panicum maximum* Jacq. Bol. Ind. Animal, N.S., 29(1): 185-190.
- PERDOMO, J.T.; R.L. SHIRLEY e C.F. CHICCO, 1977. Availability of nutrient minerals in form tropical forages fed freshly chopped to sheeps. Journal of Animal Science, Albany, 49(5): 1114.
- PORZECANSKI, I., 1982. Melhoramento de plantas forrageiras como alternativa para adaptação a solos tropicais. In: Seminários sobre Nutrição de Plantas Forrageiras em Solos Tropicais Ácidos. Campo Grande-MS, EMBRAPA-CNPGC. 98p.
- PRÓSPERO, A.O. e A.M. PEIXOTO, 1972. Composição mineral do capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) variedade napier, em diferentes estádios de desenvolvimento. O Solo, Piracicaba, LXIX(2): 45-51.
- REID, R.L.; A.J. POST; F.J. OLSEN e J.S. MUGERWA, 1973. Studies on the nutritional quality of grasses and legumes in Uganda. I. Application of in vitro digestibility techniques to species and stages of growth effects. Tropical agriculture, London, 50: 1-15.
- SANCHEZ, P.A., 1976. Properties and management of soils in the tropics. New York. Wiley Interscience Publications., 518p.
- SANCHEZ, P.A. e R.F. ISBELL, 1982. Comparação entre os solos tropicais da América Latina e os da Austrália. In: "Produção de Pastagens em Solos Ácidos do Trópicos". TERGAS, L. F.; SANCHEZ, P.A.; SERRÃO, E.S. (ed.). Editerra Editorial. Brasília, DF.

- NASCIMENTO JUNIOR, D.; F.C. da SILVA e J. dos SANTOS PINHEIRO, 1976. Teores de alguns minerais do capim jaragua (*Hyparrhenia rufa* (Ness) Stapf) em várias idades de corte. Rev. Soc. Bras. Zoot., Viçosa, 5(1): 48-55.
- N.R.C. - NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1970. Nutrient requirement of beef cattle nº 4. Rev. ed. Washington, D.C. 55p.
- N.R.C. - NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1976. Nutrient requirement of domestic animals nº 4. Nutrient requirement of beef cattle. 5th ed. National Academy of Sciences, Washington, D.C.
- N.R.C. - NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1980. Nutrient requirements of dairy cattle. 5th ed. National Academy of Sciences, Washington, D.C.
- OKADA, T., 1976. Agronomic characteristics of green panic, *Panicum maximum* var. *trichoglume* Eyles. Tropical Agriculture Research Series, London, 10(3): 138-142.
- OLUBAJO, F.D.; P.J. VANOEST e V.A. OYENUGA, 1974. Comparison and digestibility of four tropical grasses grown in Nigeria. Journal of Animal Science, Albany, 38(1): 149-153.
- ORELLANA, A.P.; H.P. HAAG, 1982. Nutrição mineral de *Andropogon gayanus* Kunth. var. *bisquamulatus* (Hochst) Hack. I. Recrutamento de macronutrientes. Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 39(1): 11-47.
- OYENUGA, V.A., 1960. Effect of stage of growth and frequency of cutting on the yield and chemical composition of some Nigerian fodder grasses - *Panicum maximum* Jacq. Journal Agric. Sci., 55: 339-350.

SARRUGE, J.R. e H.P. HAAG, 1974. Análises em plantas, Piracicaba, Departamento de Química, ESALQ/USP. 56p.

SEMPLE, A.T., 1970. Problemas e pesquisas em pastagens. In: Instituto de Zootecnia. Fundamentos de Manejo de Pastagens. 2. imp. São Paulo. p.113-131.

SILVA, J.F.C. da e J.A. GOMIDE, 1967. Efeito do estágio de maturação sobre o consumo e a digestibilidade da matéria seca de três gramíneas tropicais. Rev. Ceres, 13(76): 225-275. Viçosa, MG.

SILVA, G.N. da; M.O. MENDES e L.R. FREIRE, 1982. Teores de alguns nutrientes minerais em três gramíneas forrageiras. Rev. Soc. Bras. Zoot., 11(1): 151-167.

SILVEIRA, A.C., 1970. Efeito da maturidade da planta e diferentes tratamentos sobre a digestibilidade *in vitro* de silagens de capim elefante, variedade napier (*Pennisetum purpureum* Schum.). Piracicaba, ESALQ/USP. 98p. (Dissert. Mest.)

SOUZA, J.C. de; J.H. CONRAD; W.G. BLUE e L.R. McDOWELL, 1979. Interrelações entre minerais no solo, plantas forrageiras e tecido animal. I. Cálcio e fósforo. Pesq. Agropec. Bras. 14(4): 387-395.

SOUZA, J.C. de; J.H. CONRAD, W.G. BLUE; C.B. AMMERMAN e L.R. McDOWELL, 1981. Interrelações entre minerais no solo, plantas forrageiras e tecido animal. 3. Manganês, ferro e cobalto. Pesq. Agropec. Bras., Brasília, 16(5): 739-746.

TEITZEL, J.K., 1969a. Pastures for the wet tropical coast. Queensland Agricultural Journal, 95: 304-311.

- TEITZEL, J.K., 1969b. Pastures for the wet tropical coast. Queensland Agricultural Journal, 95: 464-7.
- TEITZEL, J.K.; R.A. ABBOTT e W. MELLOR, 1974b. Beef cattle pasture in wet tropics. Queensland Agricultural Journal, 100: 185-189.
- TEIXEIRA, T.; J. CAMPOS; J.M. BRAGA; D.J. da SILVA, 1971. Deficiência de fósforo, cobre e cobalto em pastagem do município de Morrinhos, Goiás. Experientiae, Viçosa, 12 (3): 63.
- TINNIMIT, P., 1974. Forage avaluation using various laboratory techniques. East Lansing, Michigan State University, (Ph.D. Thesis).
- UNDERWOOD, E.J., 1962. Trace elements in human and animal-nutrition. 2.ed. New York, Academic Press, 429p.
- UNDERWOOD, E.J., 1968. Los minerales en la alimentacion del ganado. FAO. Zaragoza, Editorial Acribia, 320pp.
- USBERTI FILHO, J.A., 1982. Tobiatã, nova cultivar de capim colônia. Casa da Agricultura nº 1, pp.2 Separata, Editada pela CATI.
- VAN SOEST, P.J., 1975. Composition and nutritive value of forages. In: Edited by HEALTH, M.; D.S. METCALF e R. F. BARNES. Forage: The Science of Grassland Agriculture, 3rd Edition, 3rd Printing, 1975. U.S.A., 135-147.
- VAN SOEST, P.J.; S.D.R. MERTENS e D. DEINOM, 1978. Preharvest factors influencing quality of conserved forages. Journal Animal Science, U.S.A., 47(3): 713-720.

- VICENTE-CHANDLER, J. e J. FIGARELLA, 1962. Effects of five nitrogen sources yield and composition of Napier grasses. J. Agron. Un. Porto Rico, 46(2): 101-106.
- VIEIRA, J.D., 1979. Produção de matéria seca, coeficiente de digestibilidade e concentração de nutrientes no capim colônião (*Panicum maximum* Jacq.) em função dos cortes aos 30, 45, 60 e 75 dias. Piracicaba, ESALQ/USP. 71p. (Dissertação de Mestrado).
- WARD, G.M., 1966. Potassium metabolism of domestic ruminants a review. Journal of Dairy Science, Champaign, III; 49 (3): 268-277.
- WERNER, J.C. e H.P. HAAG, 1972. Estudos sobre a nutrição mineral de alguns capins tropicais. Bol. Ind. Animal, S.P. N.S., 29(1): 191-245.