EFEITO DE DIAS DE VEGETAÇÃO E DATA DE CORTE SOBRE A DIGESTIBILIDADE *in vitro* E O TEOR DE N, P e K DO CAPIM ANDROPOGON (*Andropogon gayanus* Kunth) var. *bisquamulatus*

SILVIA MARIA COSTA NICOLA

Orientador: VIDAL PEDROSO DE FARIA

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

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Outubro - 1982

Aos meus pais e à minha família,

a homenagem.

Às minhas tias Auta e Léa,

dedico.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Vidal Pedroso de Faria, pela excelente orientação e amizade demonstradas durante o curso de pós-graduação e no desenvolvimento deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Moacyr Corsi, pela sua inestimável colaboração durante a execução e interpretação do presente trabalho.

Ao Prof. Dr. Claudio Maluf Haddad, pelo espírito de solidariedade e companheirismo.

Ao Prof. Celso Lemaire de Moraes, pelo auxílio nos trabalhos de laboratório.

Ao Engº Agrº Carlos Henrique Mattiolli, pelo empenho no processamento dos dados em computador.

Ao Dr. Francisco Krugg, pelo auxílio nas análises de laboratório.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), pela oportunidade oferecida para a realização do curso.

À Srª. Sonia Corrêa da Rocha, pela colaboração na citação da literatura.

À Srª. Tekla E. Klar, pelo serviço de datilografia.

Aos funcionários Sonia Maria Delfini, Ana Maria Zani de Moura, Luiz Carlos Veríssimo e José Seghese, pela dedicação e espírito de colaboração.

ÍNDICE

Página

1. INTRODUÇÃO 1

2. REVISÃO DA LITERATURA 5

2.1. Observações gerais sobre o capim Andropogon.... 5

2.2. Qualidade das plantas forrageiras 9

2.3. Elementos climáticos que interferem na produção e qualidade das plantas forrageiras 15

3. MATERIAL E MÉTODOS 21

3.1. Descrição da área 21

3.2. Delineamento experimental 24

3.3. Estabelecimento do ensaio de campo..... 26

3.4. Épocas de corte 28

3.5. Obtenção e preparo das amostras 28

3.6. Análise de laboratório 30

3.7. Estimativa de graus-dia 31

3.8. Análise estatística 32

4. RESULTADOS 34

4.1. Digestibilidade *in vitro* da matéria seca..... 34

4.2. Digestibilidade *in vitro* de matéria orgânica... 36

Página

4.3. Porcentagem de nitrogênio 43

4.4. Porcentagem de fósforo 46

4.5. Porcentagem de potássio 49

5. DISCUSSÃO 58

6. CONCLUSÕES 70

7. LITERATURA CITADA 72

APÊNDICE 91

LISTA DE QUADROS

Página

Quadro 1 - Temperaturas médias 22

Quadro 2 - Precipitação pluviométriça (mm/dia)..... 23

Quadro 3 - Dimensão e distribuição das parcelas no campo 25

Quadro 4 - Adubações realizadas durante o período experimental 27

Quadro 5 - Cronograma estabelecido para as semanas e períodos de corte 29

Quadro 6 - Esquema para a análise de variância..... 32

Quadro 8 - Efeito do período de corte e maturidade sobre a digestibilidade da matéria seca do capim Andropogon no ano agrícola 1981/1982 37

Quadro 10- Efeito do período de corte e maturidade sobre a digestibilidade da matéria orgânica do capim Andropogon no ano agrícola 1981/1982 40

Página

Quadro 12- Efeito do período de corte e maturidade sobre a porcentagem de nitrogênio na matéria seca do capim Andropogon no ano agrícola de 1981/1982 45

Quadro 14- Efeito do período de corte e maturidade sobre a porcentagem de fósforo na matéria seca do capim Andropogon no ano agrícola de 1981/1982 50

Quadro 16- Efeito do período de corte e maturidade sobre a porcentagem de potássio na matéria seca do capim Andropogon no ano agrícola de 1981/1982 54

LISTA DE QUADROS (APÊNDICE)

Página

Quadro 7 - Análise da variância para digestibilidade "in vitro" da matéria seca em % para o capim Andropogon 91

Quadro 9 - Análise da variância para digestibilidade "in vitro" da matéria seca em % para o capim Andropogon 91

Quadro 11- Análise da variância para a porcentagem de nitrogênio na matéria seca do capim Andropogon 92

Quadro 13- Análise da variância para a porcentagem de fósforo na matéria seca do capim Andropogon 92

Quadro 15- Análise da variância para a porcentagem de potássio na matéria seca do capim Andropogon 93

Quadro 17- Análise da variância para graus-dia nos períodos estudados 93

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1 - Relação entre o coeficiente de digestibilidade de matéria seca (%) do capim Andropogon e a maturidade representada por semanas de crescimento 35

Figura 2 - Efeito da maturidade sobre a digestibilidade da matéria seca do capim Andropogon..... 38

Figura 3 - Relação entre o coeficiente de digestibilidade da matéria orgânica (%) do capim Andropogon e a maturidade representada por semanas de crescimento 41

Figura 4 - Efeito da maturidade sobre a digestibilidade da matéria orgânica do capim Andropogon 42

Figura 5 - Relação entre a porcentagem de nitrogênio na matéria seca do capim Andropogon e a maturidade representada por semanas de crescimento 44

Figura 6 - Efeito da maturidade sobre a porcentagem de nitrogênio na matéria seca do capim Andropogon 47

Página

Figura 7 - Relação entre a porcentagem de fósforo na matéria seca do capim Andropogon e a maturidade representada por semanas de crescimento 48

Figura 8 - Efeito da maturidade sobre a porcentagem de fósforo na matéria seca do capim Andropogon 51

Figura 9 - Relação entre a porcentagem de potássio na matéria seca do capim Andropogon e a maturidade representada por semanas de crescimento 52

Figura 10- Efeito da maturidade sobre a porcentagem de potássio na matéria seca do capim Andropogon 55

Figura 11- Relação entre a digestibilidade da matéria seca do capim Andropogon e graus-dia para o ano agrícola de 1981-1982..... 57

EFEITO DA MATURIDADE E PERÍODOS DE CORTE SOBRE A DIGESTIBILIDADE *in vitro* E O TEOR DE MINERAIS DO CAPIM ANDROPOGON (Andropogon gayanus, KUNTH) VAR. BISQUAMULATUS.

Autor: Silvia Maria Costa Nicola

Orientador: Vidal Pedroso de Faria

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo determinar os efeitos dos períodos de corte e da maturidade sobre a qualidade do capim Andropogon (Andropogon gayanus, Kunth) var. bisquamulatus, durante o período quente e úmido de 1980 a 1981.

O experimento de campo foi conduzido, junto ao Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" em solo mapeado como terra roxa estruturada e classificado como série Luiz de Queiroz. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, e os tratamentos, com quatro repetições, consistiam nos cortes efetuados a cada sete dias durante 49 dias, em quatro períodos (22/10/81 a 09/12/81, 18/11/81 a 06/01/82, 16/12/81 a 03/02/82, 13/01/82 a 03/03/82).

A área experimental foi dividida em quatro sub-áreas com 120 m^2 cada, sendo que cada sub-área correspondeu

crescimento de um período. Efetuou-se o corte de uniformização no dia 22/10/1981 em todas as sub-áreas iniciando-se na sub-área correspondente ao período, cortes em intervalos semanais enquanto que, para os demais períodos, as plantas cresciam livremente. O mesmo procedimento foi seguido para todos os períodos.

As quatro sub-áreas, representando os períodos, receberam 120 kg P_2O_5 e 60 kg K_2O/ha no plantio e, 80 kg N, 20 kg P_2O_5 e 90 kg K_2O/ha, após cada corte de uniformização.

Observou-se que na estação quente e úmida (outubro-março) o capim Andropogon deve ser colhido entre três a quatro semanas de crescimento para possibilitar digestibilidade de matéria seca ao redor de 60%.

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca e graus-dia foram negativamente correlacionados. O R^2 foi de 86%, 74%, 79% e 94% para os períodos I, II, III e IV, respectivamente.

A porcentagem de nitrogênio, fósforo e potássio decresceu com a maturidade da planta forrageira. O intervalo de variação foi de 2,91 a 1,60%; 0,35 a 0,18% e de 2,48 a 2,01%, respectivamente, para aqueles valores.

O capim Andropogon até a sétima semana de crescimento apresentou mais de 8% de proteína bruta e até a quinta

semana 0,2% de fósforo, que são necessários para preencher os requerimentos de manutenção de animais adultos.

O início da estação de crescimento não foi o período mais adequado para obtenção de forragem de melhor qualidade, fato este que deve ser analisado com certo cuidado visto os problemas ocorridos no decorrer das avaliações.

EFFECT OF MATURITY ON *in vitro* DRY MATTER DIGESTIBILITY AND MINERAL ABSORPTION BY ANDROPOGON GRASS (Andropogon gayanus, KUNTH) VAR. BISQUAMULATUS.

Author: Silvia Maria Costa Nicola

Adviser: Vidal Pedroso de Faria

SUMMARY

The effect of growth stages and date of cuttings on *in vitro* dry matter digestibility and mineral composition was studied with Andropogon gayanus, Kunth, var. bisquamulatus. Trials were conducted in the field during the growth period (october-march) during 1981-1982 at Piracicaba, SP, in the Central part of Brazil. The experiment was established on a fertil tropudalf soil known as "terra roxa estruturada". The grass was established with an application of 120 kg P_2O_5 and 60 kg K_2O/ha. Twenty eight treatments (four dates of growth combined to seven weekly cutting intervals) and four replicates were used in a completely randomized design. Four plots, each representing a date of growth were cut for uniformization at 25 days intervals. Plots were fertilized after each cut with 80 kg N, 20 kg P_2O_5 and 90 kg K_2O/ha, then it was established in one plot the date of cutting and the weekly harvesting intervals up to seven weeks. Meanwhile other plots grew up to

the next uniformization cut when a new fertilization and date of cutting was set. The results of this experiment allow the following conclusions: Andropogon gayanus var. bisquamulatus has to be harvested at three or four weeks of growing period during the "summer" (october-march) to have a dry matter digestibility around 60%. However this cutting frequency requires special attention to management practices to preserve the stand from degradation. It is possible to estimate the Andropogon grass dry matter digestibility *in vitro* by correlation with degree days (r^2 = 86%; 74%; 79% and 94% for the growing periods initiated in october-december, november-january, december-february, january-march. Dry matter composition in nitrogen, phosphorus and potash decreased with maturity, however these nutrients were not limiting up to seven weeks of growth period to attend the nutritional requirement of animals in maintennace. The range of variation in dry matter composition was 2.91 to 1.60%; 0.35 to 0.18% and 2.48 to 2.01% to nitrogen, phosphorus and potash, respectively. Dray matter digestibility was lower at the beginning of the growth season but this results may be influenced by sampling problems when at the first harvesting a lot more of dead material was collected than in the following cuttings.

1. INTRODUÇÃO

A exploração pecuária de uma determinada região está intimamente associada ao seu potencial de produção de forragens, visto que as pastagens constituem a fonte mais econômica para a alimentação dos herbívoros.

As plantas forrageiras de clima tropical e sub-tropical apresentam evidente superioridade no potencial de produção de matéria seca sobre as forrageiras de clima temperado. Este fato é devido não só à maior eficiência fotossintética (70 mg $CO_2/dm^2/h$ comparados com 20-30 mg $CO_2/dm^2/h$ para as forrageiras de clima temperado) como também a maior incidência da radiação nos trópicos e sub-trópicos (aproximadamente 150 Kcal/cm^2/ano) em relação às obtidas nas zonas temperadas (cerca de 100 Kcal/cm^2/ano) (COOPER, 1970). A conversão do total de energia que incide nas regiões tropicais e sub-tropicais em produção de matéria seca também é maior (5-6%) do que as obtidas nas

regiões temperadas (2-3%) (COOPER, 1970). Talvez essas razões expliquem porque as produções de matéria seca das forragens tropicais e sub-tropicais são duas ou mais vezes superiores àquelas obtidas com forrageiras de clima temperado, conforme trabalhos citados por COOPER (1970).

Em consequência das produções de matéria seca a produção animal em pastagens tropicais intensivamente manejadas é também elevada conforme mostram os resultados de LIMA et alii (1969), PLUCKNETT (1970) e VICENTE CHANDLER (1973).

A elevada carga animal por área, associada a grandes produções de matéria seca, determina o nível de produtividade animal nas pastagens, conforme se observa no trabalho de HART (1972). Esse autor relatou que, em qualquer nível de produção de forragem, o ganho diário por animal decresce linearmente em função do aumento da lotação: entretanto, esse decréscimo é bem menor, quando a espécie forrageira apresenta elevada produtividade. RAYMOND (1969) afirmou que o aumento da produtividade animal é uma necessidade na exploração das pastagens para que sua rentabilidade seja competitiva com a agricultura intensiva.

A situação atual da bovinocultura no Brasil apresenta similaridade muito grande com a existente no final do século passado e início do atual nos países que hoje são considerados evoluídos no setor. Segundo de FARIA (1982) os

índices de produtividade observados naquelas regiões eram iguais aos estimados nos dias atuais para o Brasil, e alguns problemas eram também semelhantes como: a - leite de qualidade inferior constantemente adulterado; b - estacionalidade de produção de leite e carne; c - exploração de gado misto, de baixo potencial para a produção de leite e carne; d - abate tardío; e - entrada tardía na reprodução; f - baixa lotação das pastagens; g - baixa rentabilidade do setor. Ainda de FARIA (1982) afirmou que existe a necessidade de adoção dos conceitos de produção intensificada, aqui entendida como a melhoria da eficiência com o objetivo de explorar ao máximo os recursos existentes.

A gramínea Andropogon gayanus foi introduzida no Brasil em 1942 (CIAT, 1980) e em 1977 começou sua avaliação no Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados - EMBRAPA. Órgãos de pesquisa tais como EMBRAPA (ANDRADE et alii, 1980) e Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária - EMGOPA (1979) tem indicado o capim Andropogon (Andropogon gayanus Kunth var. bisquamulatus) como alternativa para a formação de pastagens na região dos cerrados, visto os problemas apresentados pelas espécies do gênero Brachiaria naquela região e as qualidades atribuídas ao capim Andropogon, tais como:

a - é bem compatível com leguminosas;

b - é menos atacada pela cigarrinha das pastagens que as braquiárias;

c - é bem tolerante à seca e ao fogo;

d - tem potencial para produzir bons rendimentos de sementes;

e - bastante tolerante a solos com problemas de fertilidade e alumínio tóxico.

No entanto, a literatura é pobre em relacionar estas propriedades da gramínea com as suas exigências em termos de manejo. COSTA (1982) chamou atenção para o fato do capim Andropogon ser uma gramínea extremamente exigente em relação ao manejo, fator que pode limitar o sucesso das recomendações para a utilização desta planta forrageira em condições de solos pouco férteis e ácidos.

O conhecimento da variação do valor nutritivo e produção de matéria seca das espécies forrageiras de acordo com o estádio de maturação e estação do ano é de grande utilidade, pois possibilita uma melhor utilização das pastagens.

Estimativas da qualidade e quantidade da forragem são necessárias para se avaliar quando e em que extensão os nutrientes requeridos e o consumo dos animais poderiam ser preenchidos, permitindo em grande parte, a determinação da eficiência e economicidade da suplementação de tal alimento.

O objetivo deste trabalho foi determinar o efeito de dias de vegetação e data de corte sobre a digestibilidade *in vitro* e o teor de N, P e K da gramínea Andropogon gayanus, Kunth.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Observações gerais sobre o capim Andropogon

Andropogon gayanus, Kunth é uma gramínea entouceirada, originária da África Tropical (OTERO, 1952). No continente africano, ocorre predominantemente em regiões com precipitação pluviométrica de 400 a 1.500 mm anuais (JONES, 1979). É uma planta de dias curtos, com um comprimento de dia crítico para o florescimento entre 12 e 14 horas (JONES, 1979). TOMPSETT (1976) verificou que a 25°C o número de inflorescência aumentou. Éstes fatos explicam a baixa decapitação de perfilhos do capim Andropogon que foi ao redor de 2% até o período de dezembro-fevereiro para as plantas que vegetaram por 14 e 28 dias (COSTA, 1982). Somente no período final da estação de crescimento é que se eliminou cerca de 33% dos meristemas apicais. O alongamento tardío das hastes do capim Andropogon e, consequentemente, a baixa eliminação dos meristemas apicais

pode favorecer a rebrota vigorosa dessa gramínea após o corte como sugerem os trabalhos citados por COSTA (1982). Entretanto, esse autor observou que a persistência dos perfilhos era baixa mesmo sem ocorrer a eliminação dos meristemas apicais.

O potencial produtivo das gramíneas forrageiras tropicais talvez seja um dos principais fatores responsáveis pela elevada produtividade animal em pastagens. Assim, FONTENOT e BLASER (1965) afirmaram que os níveis de decréscimos no consumo e na qualidade das forragens como consequência do aumento da lotação das pastanges depende do potencial produtivo da espécie. O trabalho de ARNOLD e DUDZINSKI (1967) revela que 40% das diferenças de consumo entre sistemas de pastejo talvez se devam à produtividade das espécies.

Diversos autores relataram produções de matéria seca para o capim Andropogon (BOWDEN, 1963; SINGH e CHATTERJEE, 1966; HAGGAR, 1970; HAGGAR e AHMED, 1970; EGUNJOBI, 1973; ASARE, 1974; BOGDAN, 1977; GROF, 1981). PEDREIRA *et alii* (1975) em ensaio da competição de gramíneas entre as quais *Andropogon gayanus*, *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria ruziziensis* e *Panicum maximum* relataram que as maiores produções de matéria seca (18.000 kg/ha) foram obtidas com o capim Andropogon não diferindo estatisticamente apenas do *Panicum maximum*.

Plantas de hábito de crescimento ereto tem seu meristema apical facilmente eliminado pelo pastejo ou corte em

relação a plantas rasteiras. A eliminação do meristema apical significa uma rebrota mais lenta, o que exigiria uma frequência de corte menor ou altura de corte mais elevada (CORSI,1972). Devido a esses fatos podemos questionar os resultados obtidos por PEDREIRA et alii (1975), onde um manejo único foi estabelecido para espécies de exigências diferentes.

Os trabalhos do Centro Internacional de Agricultura Tropical (1978), JONES (1979) e GROF (1981) sugerem que o capim Andropogon vegeta adequadamente em condições de solos pouco férteis e ácidos, como os dos cerrados do Brasil Central.

Entretanto, vários trabalhos mostram que o capim Andropogon responde bem ao uso de fertilizantes. HAGGAR (1975) estudando a resposta do Andropogon gayanus a fertilização nitrogenada (de 0 a 896 kg de N/ha/ano) e com 67 kg de P_2O_5/ha obteve produção máxima de matéria seca (12.000 kg/ha/ano) com a dose de 500 kg N/ha. A adição de nitrogênio usualmente requer potássio para manter a produção alta. Desta forma, a resposta à fertilização nitrogenada obtida por HAGGAR (1975) deve ter sido limitada pela falta deste nutriente.

Trabalhos experimentais do CIAT (1979) compararam a resposta das gramíneas Andropogon gayanus, Panicum maximum e Brachiaria decumbens a adubação nitrogenada. No nível zero de nitrogênio e com 200 kg P_2O_5/ha/ano as produções foram de 7.500, 3.800 e 4.000 kg MS/ha, respectivamente. Nestes tra-

balhos A. gayanus e B. decumbens mostraram, em relação à produção de matéria seca, um melhor comportamento em condições de baixa fertilidade em nitrogênio e fósforo.

COSTA (1982) em estudo para determinar a produtividade de matéria seca do capim Andropogon em diferentes estádios de maturidade da planta na estação de crescimento (outubro a março) observou que o potencial produtivo do Andropogon gayanus variou de 1.332 a 31.529 kg MS/ha, aos 7 e 49 dias, respectivamente, quando adubado com 120 kg P_2O_5 e 60 kg K_2O/ha no plantio e com 80 kg N, 20 kg P_2O_5 e 90 kg K_2O/ ha após cada corte de uniformização.

Esse autor, sem levar em consideração a qualidade do capim Andropogon, conclui que o manejo desta planta forrageira deveria ser efetuado com intervalo entre cortes ao redor de 45 dias e a uma altura de 20 cm do solo. COSTA (1982) observou que, cortes efetuados a altura de 5 cm comparados com os de 20 cm não diferiram quanto à produção de matéria seca da parte aérea, entretanto, observou-se que o desenvolvimento do sistema radicular foi diminuído drasticamente, entre 49,3% e 59,5%, quando os cortes eram baixos. O autor sugere que se tenha maior cautela na recomendação desta planta forrageira até que outros estudos esclareçam as suas exigências em termos de manejo e utilização nas condições do Brasil.

2.2. Qualidade das forragens

Qualidade da forragem pode ser definida como o tipo e quantidade de nutrientes digestíveis disponíveis ao animal por unidade de tempo. A qualidade está em função do nível de consumo, da extensão da digestão e da eficiência de utilização dos nutrientes (BARNES e MARTIN, 1979).

Segundo MORRISON (1966), o método mais simples de medir o valor nutritivo de qualquer alimento consiste na determinação química das quantidades dos princípios nutritivos que ele apresenta. A interpretação da análise química como parâmetro do valor nutritivo é limitada principalmente pelo alto grau de seletividade exibido pelos animais em pastejo (BREDON e HORREL, 1961; COLEMAN e BARTH, 1973). A maior velocidade de diferenciação morfológica de tecidos das folhas e hastes em gramíneas tropicais em comparação com as temperadas conduz a variações mais rápidas no coeficiente de digestibilidade nestas partes da planta (Deinum e Dirven, citados por VAN SOEST *et alii*, 1978). HACKER e MINSON (1981) admitiram que há ampla variabilidade genética quanto aos coeficientes de digestibilidade dos colmos. Esses autores citam uma amplitude de variação para os coeficientes de digestibilidade das hastes de 5 até mais de 85% e, embora admitindo que grande parte dessa variação se deva à idade, concluem que ocorre acentuada diferença genética para a digestibilidade das hastes entre plantas.

A digestibilidade consiste em um índice muito útil na determinação do valor nutritivo da forragem (BUTLER e BAILEY, 1973). É característica de fácil repetição e pode ser medida com razoável precisão (± 1%). Entretanto, a digestibilidade aparente mede somente a diferença entre o alimento consumido e as fezes eliminadas; não nos informa nada dos processos de digestão (BUTLER e BAILEY, 1973). MINSON (1971) recomenda a avaliação da digestibilidade das plantas forrageiras como o primeiro teste na seleção de plantas e, em seguida, outros relativos ao consumo e pastejo deveriam ser aplicados.

O consumo de forragem pelos animais em pastejo foi considerado por RAYMOND (1969) como o principal índice na seleção de espécies forrageiras. CRAMPTON et alii (1960) declararam que 70% das qualidades nutritivas dos alimentos dependem do consumo e somente 30% da sua digestibilidade. ANDERSON et alii (1973), trabalhando com alfafa, admitiram que os valores determinados por CRAMPTON et alii (1960) seriam atribuídos ao consumo (47%), à digestibilidade (26%) e à interação do efeito consumo-digestibilidade (27%). Assim, maior atenção deve ser dispensada à obtenção de volumosos com digestibilidade superior a 60% (REID, 1977) ou 67% (CONRAD et alii, 1964) ou, ainda, 55% de digestibilidade se a ração completa foi peletizada (WALDO e JORGENSEN, 1981).

CONRAD (1975) salientou a importância da obten

ção de volumosos de alta qualidade. Segundo o autor, somente 1,8 kg de concentrado mais o fornecimento *ad libitum* de forragem de alta qualidade (66,8% de digestibilidade) foram suficientes para manter a produção de 19,3 kg de leite; porém, quando a digestibilidade da forragem decresceu para 55,8%, foi necessário fornecer 8,3 kg de concentrado para manter a mesma produção.

McDowell, citado por VAN SOEST et alii (1978) relatou que das 312 gramíneas tropicais estudadas, 55% apresentaram valores de NDT abaixo de 55%. MINSON e McLEOD (1970) tomando a digestibilidade da matéria seca como parâmetro para definir a qualidade da forragem, esclareceram que a amplitude de variação na qualidade das plantas forrageiras tropicais é considerável e que os valores de digestibilidade da matéria seca das plantas tropicais e temperadas se sobrepõem dentro de um amplo intervalo de digestibilidade, ou seja, de 35% a 75%. BUTTERWORTH (1967) relatou que os trabalhos que analisaram a qualidade das plantas forrageiras tropicais subestimaram os valores reais dessas plantas, por se tratar de experimentos que utilizavam intervalos entre cortes muito longos. CORSI (1982) estudando o capim de Rhodes durante oito épocas de corte, englobando dois anos de experimento, observou que somente em 12,5% das colheitas a forragem apresentou menos do que 65% de digestibilidade, quando o capim de Rhodes foi colhido com quatro semanas de crescimento. Por outro lado, colhida com cinco, seis e sete semanas de crescimento,

a porcentagem de colheitas que a planta apresenta digestibilidade menor que 65% foi de 25%, 50% e 62,5%, respectivamente.

AKIN e BURDICK (1975) classificaram os tecidos da planta em três categorias, de acordo com a facilidade de degradação pelos microrganismos do rúmen; 1) rapidamente degradados (mesófilo e floema) 2) lentamente degradados (parênquimas da bainha vascular) 3) não degradados (esclerênquima e tecido vascular lignificado). Segundo HACKER e MINSON (1981) as plantas tropicais apresentam menor quantidade de tecidos facilmente digestíveis, têm maior quantidade de tecidos que são digeridos a uma velocidade menor, e têm maior quantidade de tecidos vasculares não digestíveis. Além desse fato, apresentam menor espaço intercelular, o que provavelmente dificulta o acesso de microrganismos aos tecidos.

Um decréscimo no coeficiente de digestibilidade da matéria seca e consumo voluntário com o avanço da maturidade das plantas forrageiras, foi constatado por um elevado número de pesquisadores, tais como HACKER e MINSON (1981), ROBLES et alii (1981), ROCHA e VERA (1981) e VOIGHT et alii (1981).

REID et alii (1973) determinaram a digestibilidade *in vitro* da matéria seca de 42 espécies de gramíneas, cortadas a intervalos semanais por um período de 16 semanas na estação de crescimento. O coeficiente de digestibilidade

do Andropogon gayanus Kunth que era de 68% na primeira semana da estação de crescimento decresceu para 43,5% na décima sexta semana, a uma taxa de 1,5% por semana. Em geral sua digestibilidade foi menor, que a de inúmeras espécies de Brachiaria e Digitaria decumbens Stent e semelhante a do Cynodon dactylon L. Pers e Panicum maximum Jacq. var. makueni, nas mesmas condições experimentais.

HAGGAR e AHMED (1971) em estudo das alterações do valor nutritivo de folhas e caules de Andropogon gayanus durante a transição de crescimento vegetativo para reprodutivo, verificaram que os decréscimos na digestibilidade *in vitro* foram de 0,5 e 0,4% por dia, respectivamente. Após o florescimento a taxa de declíneo dos caules (0,75% por dia) foi superior a das folhas.

HAGGAR e AHMED (1970), em ensaio de alimentação com carneiros, fornecendo feno de Andropogon gayanus, verificaram que o consumo voluntário e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foram mais altos durante a primeira parte da estação de crescimento, diminuindo com o avanço da maturidade das plantas. O consumo voluntário do alimento foi descrito para o DIVMS com coeficiente de correlação r = 0,40 e, para a proteína bruta, r = 0,82.

O coeficiente de digestibilidade da matéria seca é afetado principalmente pelo aumento da lignina nas paredes celulares, com o envelhecimento da planta (YEO, 1977).

Segundo VAN SOEST (1968), plantas forrageiras com alto conteúdo de parede celular tem digestibilidade reduzida por duas razões: a) a lignina protege os carboidratos estruturais da ação dos microrganismos e b) a parede celular devido ao espessamento reduz o volume destinado aos componentes intracelulares que são altamente digestíveis. Os constituintes celulares da planta forrageira poderão concorrer para diminuir o consumo voluntário do animal se o seu teor for superior a 50-60% da matéria seca (VAN SOEST, 1965). Esse fato deve-se à baixa velocidade de passagem da planta forrageira pelo trato digestivo dos animais, proporcionando-lhes um enchimento e reduzindo, portanto, a capacidade estomacal (VAN SOEST, 1965).

A adubação, principalmente a nitrogenada, é um dos fatores que mais interfere na posição e qualidade das plantas forrageiras. O nitrogênio age de maneiras diferentes sobre a planta forrageira, concorre para o maior perfilhamento das gramíneas (LANGER, 1963; HALSE et alii, 1969), elevando significativamente a área foliar (LANGER e LIEW, 1973; SPIERTZ e van der HAAR, 1978), melhorando a taxa de assimilação líquida (SUGIMOTO e NIKKI, 1979; TATENO e IIDA, 1978) e aumentando a velocidade de expansão das folhas novas (SUGIMOTO e NIKKI, 1977), que apresentam elevada eficiência fotossintética quando

comparadas com folhas mais velhas (MILTHORPE e MOORBEY,1975).

A persistência da área foliar também é afetada pelo nitrogênio (LANGER e LIEW, 1973). DOVRAT et alii (1971) demonstraram que elevadas doses de nitrogênio (8,3 meq N/100 g de solo), permitiram o aumento do número de perfilhos colhidos mas diminuiu o número de vezes que estes perfilhos rebrotaram. Assim,, a menor persistência dos perfilhos produzidos sob regime de elevado nível de nitrogênio era compensada pelo maior número de perfilhos. Plantas submetidas a cortes efetuados a cada 28 dias sob elevada fertilização apresentaram de duas a três vezes maior número de inflorescências do que sob regime de baixa adubação nitrogenada (1,4 meq/100 g de solo).

Conclui-se que elevados níveis de nitrogênio podem elevar a produtividade das gramíneas tropicais através de maior proporção de hastes na matéria seca, sendo estas as responsáveis, segundo WILSON e MINSON (1980), pelo pior qualidade da forragem tropical comparada à de clima temperado.

2.3. Elementos climáticos que interferem na produção e qualidade das plantas forrageiras

A produtividade de uma planta forrageira depende do desenvolvimento de área foliar para interceptar a energia radiante, e da taxa de fotossíntese líquida para converter esta energia em matéria seca.

A fotossíntese líquida é a diferença entre a fotossíntese e a taxa de respiração da planta. Entre os fatores que afetam a fotossíntese líquida pode-se considerar a água disponível, a temperatura e a qualidade da luz (DEINUM, 1966; SALISBURY e ROSS, 1978). COOPER e TAINTON (1968) afirmaram que a distribuição estacional da energia solar é o fator básico e limitante da produção de plantas e que a utilização dessa energia solar é o fator climático básico e limitante da produção de plantas e que a utilização dessa energia poderia ser restringida por outros elementos climáticos, como baixas temperaturas e défice hídrico, bem como deficiência de nutrientes no solo, principalmente nitrogênio. Nessa revisão os autores focalizaram o fato de que as gramíneas tropicais crescem mais vagarosamente quando a temperatura oscila entre 10 a 15°C e apresentam taxa de crescimento máximo quando a temperatura alcança uma faixa de 30 a 35°C.

Reamur, citado por WAGGONER (1977), elaborou o primeiro modelo matemático para o estudo das relações clima-planta. Ele somou a temperatura média diária do ar numa localidade da França, nos meses de abril, maio e junho e observou que a somatória era aproximadamente constante para o período de desenvolvimento de uma espécie vegetal particular, de ano para ano.

Este trabalho deu origem ao conceito de graus-dia, ou seja, a acumulação de temperaturas médias do ar acima

de uma temperatura base, de acordo com a variedade vegetal em estudo. Nele é assumida uma relação linear entre acréscimo de temperatura e desenvolvimento vegetal.

SOTO (1981) desenvolveu um modelo para estimar as taxas médias de crescimento de dois capins tropicais, colonião (Panicum maximum Jacq.) e pangola de Taiwan (Digitaria pentzii Stent). O modelo consistiu de uma equação que relacionou a taxa de crescimento (kg/ha/dia de matéria seca) com graus-dia médios, com o fotoperíodo e com o fator hídrico. O autor obteve coeficiente de determinação de 86% e 92%. CORSI (1982) trabalhando com o capim de Rhodes (Chloris gayana, Kunth) observou coeficientes de determinação de 80 e 90% para a regressão linear e 89 e 94% para a regressão cúbica, considerando aqueles fatores climáticos e a produção de matéria seca de outubro a março de 1979/1980 e 1980/1981, respectivamente.

A temperatura é fator determinante na variação do índice de área foliar que, associado à eficiência fotossintética, interfere com a produção de matéria seca da comunidade botânica. PEDREIRA (1972) mostrou que o crescimento dos capins Pangola (Digitaria pentzii Stent) e colonião (Panicum maximum Jacq.) aumentou rapidamente a partir de agosto ou setembro, quando a temperatura estava em elevação, que coincidiu com uma disponibilidade crescente de radiação solar. A radiação solar que ocorre nos meses de maio, junho, julho e agosto perfaz, em média, 66% daquela dos meses mais produtivos, no-

vembro, dezembro, janeiro e fevereiro, na região do Brasil Central (SOTO, 1981). Devido à diferença estacional de radiação solar, explica-se a existência de diferentes índices de área foliar ótimos para cada estação do ano (MOSS, 1964), DEINUM (1966) demonstrou que a intensidade de luz tem importância decisiva sobre o aumento da área foliar. À medida que a intensidade luminosa aumenta é possível manter níveis mais elevados de área foliar, uma vez que o efeito do auto-sombreamento é diminuído pela maior intensidade de luz, que permite maior transmissão entre a folhagem, possibilitando que as folhas mais velhas ainda mantenham o nível de fotossíntese acima do ponto de equilíbrio (MOSS, 1964).

COWARD-LORD et alii (1974) relataram que os maiores aumentos nos conteúdos de fibra bruta na planta forrageira ocorreram entre 30 e 60 dias de crescimento. DEINUM et alii (1968) observaram em condições controladas que temperaturas mais altas favoreciam a conversão dos produtos fotossintéticos em matéria estrutural além de um efeito direto no processo de lignificação da planta. Os efeitos prejudiciais da temperatura sobre a qualidade das plantas forrageiras estão relacionadas com as taxas de crescimento das plantas e a formação de hastes em detrimento de folhas (WILSON e MINSON, 1980). MASUDA (1977) deu ênfase ao efeito indireto da temperatura na qualidade, resultante de sua influência no processo de crescimento da planta forrageira. Segundo o autor, temperaturas mais altas

aceleram a taxa de aparecimento de folhas, estimulam a formação de hastes, e reduz a formação de novos perfilhos, fatores estes que, associados, refletem-se em maturidade precoce da planta. Com a maturidade ou com o aumento do intervalo de corte, a digestibilidade da haste tem maior interferência na qualidade da planta por causa da maior contribuição desta fração da planta na composição da matéria seca e consequente menor porcentagem de folhas (WILSON e MINSON, 1980).

É conhecido o fato de que o défice hídrico influencia a expansão de folhas. BOYER (1970) cultivando milho em condições controladas verificou um declíneo rápido na expansão de folhas quando o potencial hídrico das folhas foi menor do que -2 bar e cessou com -7 a -9 bar. Dados similares foram obtidos para gramíneas tropicais e temperadas (TURNER e BEGG, 1978).

O défice hídrico também diminui a taxa de fotossíntese líquida por unidade de área foliar. O défice requerido para reduzir a taxa de fotossíntese líquida é usualmente maior aquele requerido para diminuir a expansão de folhas(TURNER e BEGG, 1978). Em cevada, LEGG et alii (1979) mostraram que durante o crescimento vegetativo o défice hídrico reduziu a produção de matéria seca, principalmente através da redução da captação de energia luminosa devido a menor área foliar.

CLARK (1981) mostrou que o défice hídrico

provocou maior decréscimo da produção de matéria seca do que na absorção de nutrientes, sugerindo que o crescimento é mais sensível à falta de água disponível no solo do que a absorção de nutrientes. CORSI (1982) observou que a défice hídrico durante uma semana provocou uma tendência de decréscimo na produção de matéria seca e aumento no teor de nitrogênio, para o capim de Rhodes.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Descrição da área

O experimento foi instalada na área do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), a 200 metros do Posto Meteoro-Agrário da mesma Escola, o qual tem como coordenadas geográficas a latitude de de 22°42'30" S e a longitude de 47°38'00" W. Nesta região, os meses mais chuvosos coincidem com os meses de temperaturas mais elevadas, e os menos chuvosos com os meses de temperaturas mais baixas.

Os dados climatológicos referentes ao período experimental (outubro de 1981 a março de 1982) podem ser observados nos Quadros e 2.

O experimento foi localizado em terreno de inclinação suave e uniforme, e o solo foi mapeado como terra roxa estruturada, ao nível de grande grupo (Comissão de Solos,

Quadro 1 - Temperaturas médias (°C)

Dias	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.
1	14,8	22,3	26,2	25,6	24,7	26,2
2	17,9	23,7	25,0	25,4	24,2	24,7
3	21,5	24,5	20,1	22,4	23,4	23,7
4	23,0	23,9	21,2	21,9	25,5	21,5
5	23,2	24,2	24,1	20,2	24,4	23,1
6	22,0	23,5	23,7	22,6	24,7	23,5
7	22,2	26,6	24,2	24,4	21,4	21,6
8	23,9	25,8	19,9	24,7	24,6	24,3
9	20,4	25,9	18,8	21,1	25,2	25,6
10	20,6	24,0	17,5	24,0	25,7	22,1
11	18,2	23,6	18,5	24,6	25,6	23,0
12	19,4	22,6	24,9	22,6	25,6	24,5
13	19,5	23,3	22,6	22,9	25,9	23,3
14	21,3	23,8	25,2	23,0	26,2	23,0
15	21,5	23,0	25,7	25,3	26,0	24,0
16	23,7	25,3	26,0	24,0	27,3	23,9
17	21,1	23,7	24,3	24,3	27,9	25,4
18	19,6	24,7	25,1	23,9	27,2	24,7
19	19,9	24,9	25,2	24,0	26,7	25,1
20	16,5	23,3	25,4	23,1	25,8	23,8
21	18,6	21,9	26,9	23,6	24,8	24,6
22	20,8	25,0	27,7	23,2	26,1	25,4
23	20,5	22,0	26,8	23,7	26,9	21,8
24	22,2	23,8	27,1	22,2	26,3	23,5
25	24,0	24,6	24,4	21,2	24,4	22,6
26	26,1	24,8	22,9	23,0	24,0	21,8
27	23,8	23,3	23,5	24,0	25,0	22,7
28	22,9	25,4	22,9	23,9	25,6	23,8
29	22,8	27,1	21,9	20,6	-	24,0
30	23,6	27,0	21,3	21,4	-	24,7
31	19,9	-	23,1	23,7	-	23,6
Média	21,1	24,3	23,6	23,2	25,4	23,7

Quadro 2 - Precipitação pluviométrica mm/dia

Dias	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.
1	-	0,7	39,9	29,9	20,2	9,9
2	-	1,0	0,1	4,0	0,3	-
3	4,7	14,4	-	-	-	-
4	-	1,4	25,0	-	43,0	-
5	12,1	-	35,8	-	11,5	-
6	14,1	-	5,4	-	8,0	-
7	9,5	1,8	19,0	50,0	44,9	-
8	-	28,9	19,0	62,8	-	-
9	-	50,1	19,0	7,1	-	8,1
10	3,5	-	-	37,2	-	8,9
11	-	-	-	20,3	-	38,1
12	0,6	-	19,1	0,4	-	-
13	-	-	-	-	-	-
14	-	-	-	-	-	10,8
15	19,5	-	-	-	-	-
16	-	0,9	-	-	6,7	5,7
17	-	-	2,3	-	1,0	1,3
18	-	26,0	-	-	1,2	1,0
19	26,8	0,7	-	-	7,8	-
20	-	10,0	-	2,8	-	-
21	-	-	-	-	-	5,4
22	-	-	-	26,3	-	9,5
23	-	-	2,0	0,8	2,4	-
24	-	-	23,6	-	53,2	-
25	-	-	-	-	21,6	26,9
26	22,3	-	-	3,5	-	-
27	32,0	-	1,0	4,0	-	-
28	4,7	-	-	9,0	-	-
29	48,0	-	-	1,7	-	3,6
30	3,4	31,3	-	-	-	3,1
31	-	-	-	0,2	-	-
Total	231,2	167,2	211,2	260,0	221,8	132,3

1960) e classificado como série Luiz de Queiroz (RANZANI *et alii*, 1966). A análise química de uma amostra composta, feita pelo Centro de Estudos de Solos da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", apresentou os seguintes resultados: pH = 5,6; % de carbono = 2,07; P = 24 ppm; K = 281 ppm; Al+++ traços; Ca = 6,88 m.eq/100 g; Mg = 2,84 m.eq/100 g.

Anteriormente, o local do experimento estava ocupado com soja perene (*Neotonia wightii*).

3.2. Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado (PIMENTEL GOMES, 1978). Os períodos, em número de quatro, foram localizados ao acaso sobre a área experimental de aproximadamente 5.000 m^2, através de estacas identificadas. Em cada período sorteou-se as semanas de corte que foram distribuídas sobre o terreno com quatro repetições e demarcados também por estacas.

O esquema seguinte mostra a dimensão e a distribuição das parcelas no campo (Quadro 3).

Quadro 3 - Dimensão* e distribuição das parcelas no campo

PERÍODO 1 (22/10/81-09/12/81)

6ª	3ª	1ª**	2ª	1ª
1ª	3ª	5ª	7ª	-
7ª **	6ª	1ª	-	6ª
4ª	2ª	6ª	5ª	7ª
2ª	3ª	5ª	4ª	3ª
5ª	4ª	7ª	2ª	4ª

PERÍODO 2 (18/11/81-06/01/82)

7ª	1ª	5ª	3ª	4ª
6ª	3ª	2ª	7ª	1ª
1ª	2ª	6ª	2ª	1ª
5ª	6ª	4ª	7ª	7ª
3ª	5ª	4ª	3ª	-
2ª	-	5ª	6ª	4ª

PERÍODO 3 (16/12/81-03/02/82)

6ª	4ª	1ª	6ª	1ª
5ª	3ª	1ª	2ª	1ª
7ª	4ª	7ª	7ª	4ª
3ª	3ª	3ª	5ª	4ª
-	3ª	2ª	5ª	6ª
5ª	-	2ª	7ª	6ª

PERÍODO 4 (13/01/82-03/03/82)

4ª	1ª	1ª	1ª	3ª
3ª	6ª	1ª	2ª	7ª
4ª	5ª	2ª	7ª	6ª
-	5ª	4ª	2ª	7ª
3ª	6ª	5ª	6ª	5ª
2ª	3ª	-	7ª	4ª

* Dimensão das parcelas = 2 x 2 m

** 1ª - 7ª corresponde às idades de crescimento em semanas, ou seja, de 7 a 49 dias.

3.3. Estabelecimento do ensaio de campo

A semeadura foi realizada no dia 11 de novembro de 1980. Depois de demarcada a área, o terreno foi arado e gradeado duas vezes.

A semeadura do capim Andropogon foi feita por meio de sementes, colocando-as em sulcos espaçados de 50 cm e com profundidade de 3 a 5 cm feitos com semeadeira Jumil de tração motorizada. Foram utilizados 8 kg de sementes por hectare.

Na semeadura foram aplicados nos sulcos 120 kg/ha de P_2O_5 e 60 kg/ha de K_2O, sob a forma de superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente, com a finalidade de se obter um estabelecimento mais efetivo, através de um melhor enraizamento e perfilhamento (LANGER, 1963 e WERNER e HAAG, 1972).

Após a semeadura da gramínea, foram realizadas capinas manuais, com a finalidade de remover da área plantas estranhas. Por ocasião da emergência das plântulas (27/12/80) fêz-se uso de controle químico com 2-4-D amina na dosagem de 2 litros/ha, aplicados com pulverizador costal de barra dupla. Não se constatou durante o período experimental ocorrência de pragas e doenças.

Foram aplicados após cada corte de uniformiza

ção 80 kg N e 20 kg P_2O_5, respectivamente, na forma de nitrato de amônio e superfosfato simples, com o objetivo de se obter melhor perfilhamento (LANGER, 1963).

A adubação potássica, feita com cloreto de potássio, na base de 90 kg K_2O, teve como finalidade principal repor o potássio retirado pelas gramíneas, visto que, dentre os macronutrientes, é o elemento que participa, em maior proporção, da formação de matéria seca, conforme os resultados apresentados por MALAVOLTA et alii (1974).

O Quadro 4 mostra o esquema das adubações realizadas após cada corte de uniformização. Assim, os blocos receberam quantidades de fertilizantes proporcionais ao número de cortes de uniformização.

Quadro 4 - Adubações* realizadas durante o período experimental

Datas	Períodos adubados
22/10/1981	Todos
18/11/1981	2, 3, 4
16/12/1981	3, 4
13/01/1982	4

* 80 kg N, 20 kg P_2O_5 e 90 kg K_2O na forma de nitrato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio.

3.4. Épocas de corte

O trabalho experimental teve a duração de 140 dias, de modo a cobrir de maneira aproximada a estação de crescimento ativo das plantas forrageiras, no qual se produz cerca de 80% do total anual de matéria seca, como indicou o trabalho de PEDREIRA (1972).

No dia 22 de outubro de 1981, efetuou-se em todas as parcelas, o corte de uniformização na altura de 10-15 centímetros. Os cortes subsequentes foram estabelecidos de acordo com o Quadro 5.

Os cortes de uniformização foram efetuados sempre no mesmo estádio de maturidade, de tal maneira que a gramínea apresentasse em todos os períodos estudados a mesma idade cronológica, na época dos cortes de coleta de dados e obtenção de amostras.

3.5. Obtenção e preparo das amostras

Apesar do experimento ter sido instalado em 11/11/1980 a coleta de dados foi iniciada cerca de um ano após o estabelecimento da planta forrageira com a finalidade de conduzir as avaliações durante todo o período de crescimento sem efeitos prejudiciais de fotoperíodo, temperatura e umidade que ocorreriam se os dados fossem coletados no ano da semeadura.

Quadro 5 - Cronograma estabelecido para as semanas e períodos de corte

Data	PERÍODO 1	2	3	4
1981-1982				
22/10	UNIFORM.	UNIFORM.	UNIFORM.	UNIFORM.
29/10	1ª.			
04/11	2ª.			
11/11	3ª.			
18/11	4ª.	UNIFORM.	UNIFORM.	UNIFORM.
25/11	5ª.	1ª.		
02/12	6ª.	2ª.		
09/12	7ª.	3ª.		
16/12		4ª.	UNIFORM.	UNIFORM.
23/12		5ª.	1ª.	
30/12		6ª.	2ª.	
06/01		7ª.	3ª.	
13/01			4ª.	UNIFORM.
20/01			5ª.	1ª.
27/01			6ª.	2ª.
03/02			7ª.	3ª.
10/02				4ª.
17/02				5ª.
24/02				6ª.
03/03				7ª.

* 1ª. - 7ª. corresponde às idades de crescimento em semanas, ou seja, de 7 a 49 dias.

Os cortes foram efetuados, manualmente, após as 13 horas acerca de 10 - 15 cm de altura, com cutelos. A determinação da área a ser cortada em cada parcela foi feita jogando-se um quadrado de 1 m^2 na mesma, de modo a que, em cada parcela, no mínimo, duas fileiras de plantas fossem amostradas.

A produção de matéria seca foi registrada através da coleta e pesagem do material produzido em 1 m^2 no centro de cada parcela e relatada por COSTA (1982). Amostras foram retiradas do material e colocadas para secar em estufa de circulação forçada a 60 - 65°C. Após a secagem de aproximadamente 72 horas a estufa era desligada e o material retirado, ficando 30 minutos em descanso para equilibrar a umidade das amostras com a do ar. Em seguida, as amostras eram pesadas, moídas em moínho tipo "Willey" com peneiras com crivo de 1mm e acondicionadas em vidros.

Após o término do experimento todas as amostras foram moídas em moínho com peneiras de 0,24 Mesh.

3.6. Análise de laboratório

Objetivando uma apreciação do efeito dos tratamentos sobre a produção (COSTA, 1982) e qualidade do capim Andropogon determinou-se o teor de matéria seca em estufa a 105°C, matéria orgânica em mufla a 500°C e digestibilidade

in vitro da matéria seca e orgânica através do método de Tilley e Terry (1963), modificado por TINNIMIT (1974).

As amostras foram previamente decompostas por via úmida, de acordo com as recomendações de ZAGATTO et alii (1981), para se proceder às determinações de nitrogênio, fósforo e potássio. Após a obtenção dos extratos ou digeridos, o nitrogênio foi determinado por colorimetria em sistema Auto Analyser (Technican Auto-Analyser II, 1977); o fósforo foi determinado por espectrometria de emissão atômica, com plasma de argônio (RUTLEDGE e McCLURG, 1980), e o potássio, por espectrometria de absorção atômica (ZAGATTO et alii, 1981).

3.7. Estimativa de graus-dia

Para a estimativa de graus-dia foi utilizada a fórmula de Newman et alii (1967):

$$GD = \frac{1}{2} (T_M - T_m) - T_b \qquad (1)$$

$$GD = \frac{(T_M - T_b)^2}{2 (T_M - T_m)} \qquad (2)$$

onde:

GD = graus-dia;

T_M = temperatura máxima diária do ar;

T_m = temperatura mínima diária do ar;

Tb = temperatura base da cultura;

(1) = equação usada quando Tb < T_m;

(2) = equação usada quando Tb > T_m;

A temperatura base (Tb) usada neste trabalho foi de 15°C, conforme COOPER e TAINTON (1968) e COOPER (1970).

3.8. Análise estatística

A análise estatística relativa aos dados coletados em cada um dos períodos foi realizada sob um esquema fatorial, englobando, como fatores, quatro períodos de corte e sete semanas de crescimento, com quatro repetições com delineamento inteiramente casualizado. O Quadro 6 mostra o modelo básico para a análise de variância dos dados.

Quadro 6 - Esquema para a análise de variância

Causas de variação	Graus de liberdade
Períodos (P)	3
Semanas (S)	6
Interação P X S	18
Resíduo	84
Total	111

As comparações entre médias de tratamentos foram feitas através do Teste de Tukey.

O método utilizado na seleção dos polinômios foi o de STEPWISE (SEBER, 1977). Considerou-se os polinômios de até terceiro grau, para o ajuste das variáveis estudadas.

4. RESULTADOS

Os dados apresentados nos Quadros deste capítulo são médias de quatro repetições. As análises de variância encontram-se no Apêndice.

4.1. Digestibilidade *in vitro* da matéria seca

A digestibilidade da matéria seca do capim Andropogon foi afetada pelo período de corte, pela maturidade representada por semanas de crescimento e pela interação desses dois fatores (Quadro 7 - Apêndice).

O desdobramento dos efeitos de semanas dentro de períodos permite estudar o efeito da maturidade da planta para cada período. As regressões que melhor se ajustaram aos resultados estão representadas na Figura 1. Observa-se que, apesar da equação cúbica explicar 85% dos valores obtidos no pe-

$$Y_{I} = 64.1240 - 1.8397x + 0,0092x^3; \qquad r_{I} = 0,93^*$$

$$Y_{II} = 69.1132 - 5.1320x + 0,0647x^3; \qquad r_{II} = 0,94^*$$

$$Y_{III} = 56.2357 + 10.6997x - 3.4860x^2 + 0,2686x^3; \quad r_{III} = 92^{ns}$$

$$Y_{IV} = 69.2382 - 2.9229x + 0,0184x^3; \qquad r_{IV} = 0,98^*$$

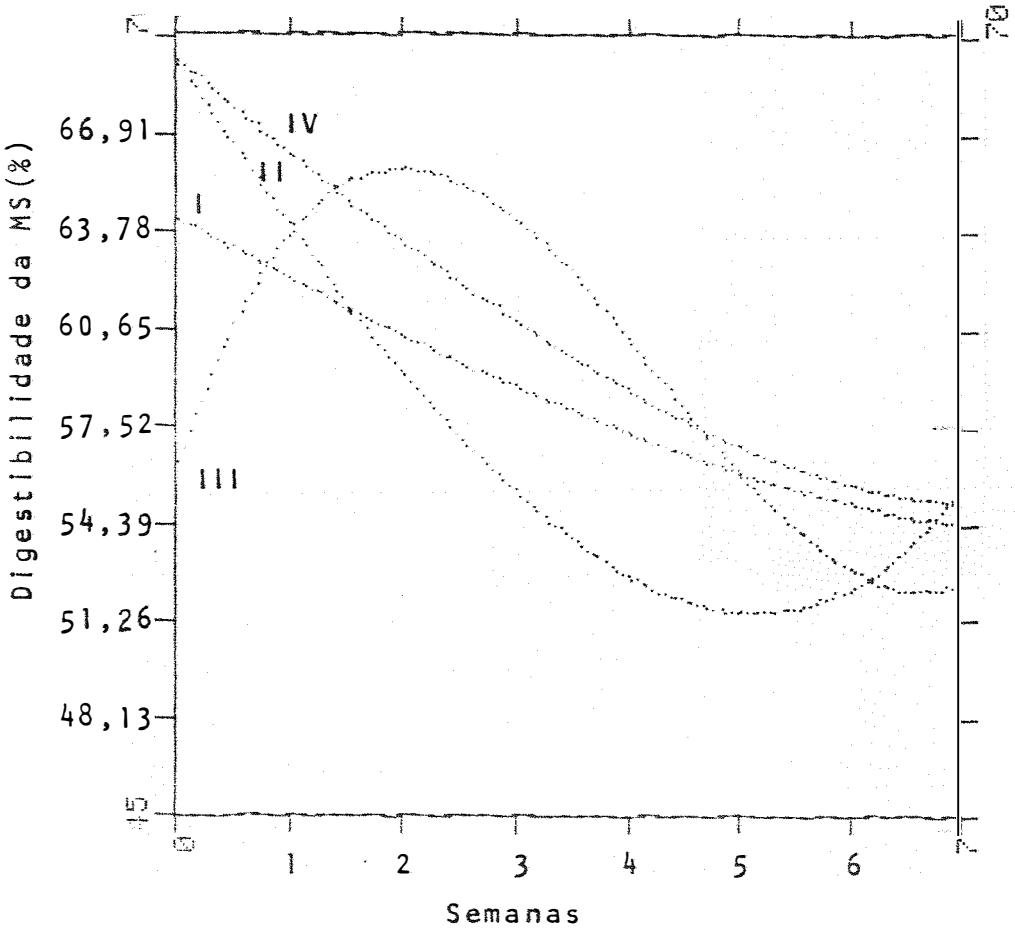

Figura 1 - Relação entre o coeficiente de digestibilidade de matéria seca (%) do capim Andropogon e a maturidade representada por semanas de crescimento.

ríodo III, o coeficiente de correlação r = 0,92 não foi estatisticamente significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Analisando-se os coeficientes de digestibilidade obtidos para a matéria seca produzidos durante os períodos, pode-se observar que houve diferença significativa entre os períodos estudados (Quadro 8). Assim, os coeficientes médios de digestibilidade para a matéria seca do capim Andropogon foram superiores para os períodos III (59,40%) e IV (59,62%) sem que esses valores diferissem entre si. Entretanto, no período II, a qualidade da forragem decresceu significativamente (55,84%) quando comparados com aquela produzida nos demais períodos.

Analisando-se os coeficientes de digestibilidade da matéria seca independentemente dos períodos de corte (Figura 2) pode-se notar que existe uma tendência na diminuição desses valores com a maturidade da planta (r = 0,97*) apesar do teste de Tukey não ter sido suficiente para detectar diferenças entre os coeficientes de digestibilidade para os períodos I e IV, da quarta (57,77%, 57,54%) a sétima semana (53,81%, 55,39%), respectivamente, para os períodos citados (Quadro 8).

4.2. Digestibilidade *in vitro* de matéria orgânica

A digestibilidade da matéria orgânica do capim Andropogon no ano agrícola de 1981-1982 foi afetada pelo pe

Quadro 8 - Efeito do período de corte e maturidade sobre a digestibilidade da matéria seca do capim Andropogon no ano agrícola 1981-1982 (%).

Períodos de Corte	1	2	3	4	5	6	7	Média dos Períodos
I	62,18a	60,63a	59,05ab	57,77ab	54,14b	56,98ab	53,81b	57,80B
II	63,33a	59,83ab	55,63bc	55,06bc	48,72d	52,38cd	55,91bc	55,84C
III	65,07ab	62,11abc	66,72a	60,79bc	57,23cd	50,38e	53,53de	59,40AB
IV	65,77a	63,57a	62,83ab	57,54bc	56,72c	55,50c	55,39c	59,62A
Média	64,09a	61,53ab	61,06b	57,79c	54,20d	53,81d	54,66d	

Tukey ao nível de 5% de probabilidade para comparação de períodos; DMS = 1,7955; de semanas dentro de períodos, DMS = 5,4683 e de idades, DMS = 2,7341

a, b, c, d, e - nas linhas, médias seguidas de letras diferentes, diferem entre si estatisticamente.

A, B, C - na coluna, médias seguidas de letras diferentes, diferem entre si estatisticamente.

$$Y_{geral} = 67.4307 - 2.8458x + 0,0189x^3$$

$$r = 0,97^*$$

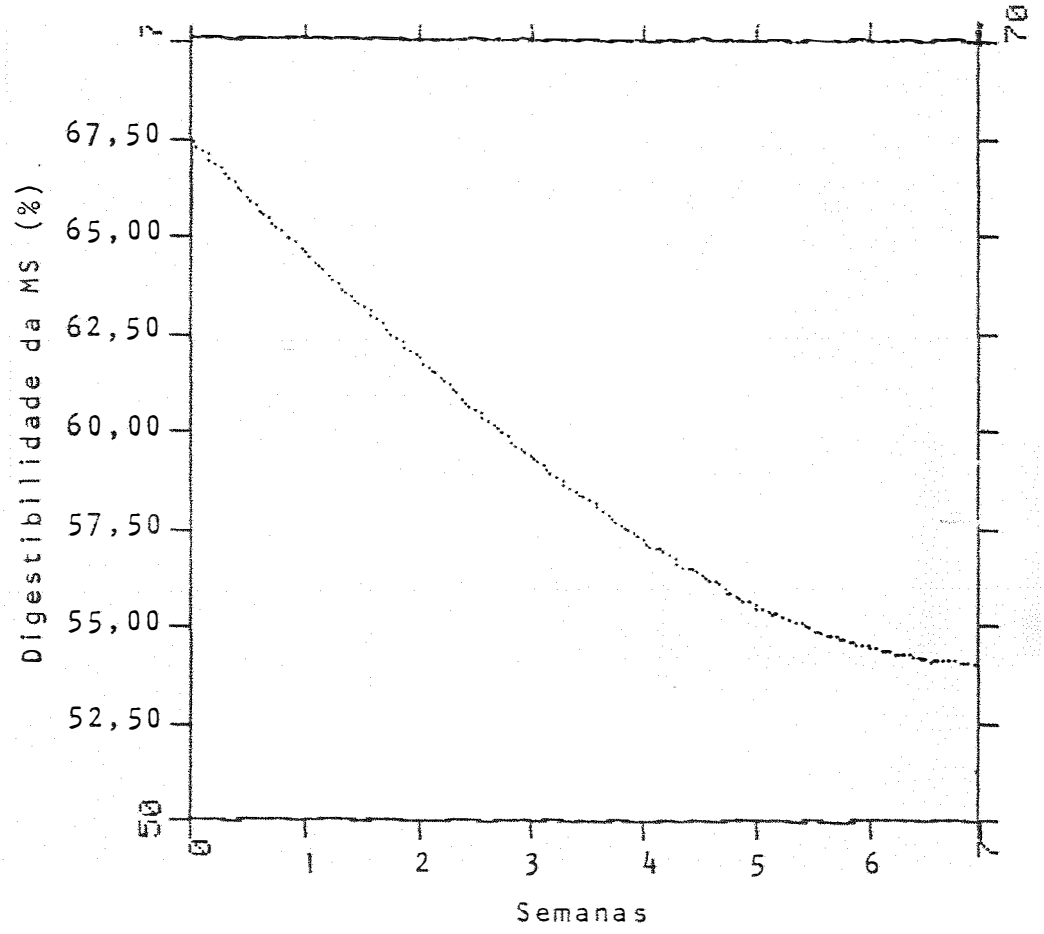

Figura 2 - Efeito da maturidade sobre a digestibilidade da matéria seca do capim Andropogon.

ríodo de corte, pela maturidade e pela interação desses dois fatores (Quadro 9 - Apêndice).

As equações de regressão, relacionando o coeficiente de digestibilidade da matéria orgânica com a maturidade dentro dos períodos encontram-se na Figura 3. Observa-se que, para o período III, a regressão cúbica explica 90% dos resultados obtidos (r = 0,95). Entretanto, este coeficiente de correlação (r = 0,95) não foi significativo ao nível de 5% de probabilidade. A Figura 3 ainda mostra que o comportamento dos coeficientes de digestibilidade com a maturidade do capim Andropogon não foi o mesmo em todos os períodos considerados.

O Quadro 10 apresenta os resultados comparativos dos coeficientes de digestibilidade da matéria orgânica para os períodos estudados. No Quadro, observa-se que a qualidade média do capim Andropogon representada pela digesbilidade *in vitro* da matéria orgânica foi maior para os períodos IV e III, sem que esses valores diferissem entre si. A mais baixa digestibilidade obtida no período II cujo coeficiente de digestibilidade médio (54,81%) diferiu dos demais, exceção feita ao coeficiente de digestibilidade médio do período I, que também não diferiu daquele obtido no período III.

A Figura 4 mostra a curva da qualidade do capim Andropogon estimada através da equação de regressão e pos

Quadro 10 - Efeito do período de corte e maturidade sobre a digestibilidade da matéria orgânica do capim Andropogon no ano agrícola 1981-1982 (%).

Períodos de Corte	SEMANAS 1	2	3	4	5	6	7	Média dos Períodos
I	61,36a	59,85a	58,11abc	56,39abc	51,76 c	54,74bc	51,87c	56,30BC
II	61,26a	58,68ab	56,52abc	53,57c	47,89d	51,84cd	53,93bc	54,81C
III	62,63ab	61,06ab	65,04a	58,45bc	55,50cd	48,98e	51,29de	57,56AB
IV	63,70a	62,96a	61,86a	55,97b	55,20b	53,18b	52,92b	57,97A
Média	62,24a	60,63a	60,38a	56,10b	52,59c	52,50c	52,19c	

Tukey, ao nível de 5% de probabilidade para comparação de períodos, DMS = 1,6575; para comparação de semanas dentro de períodos, DMS = 5,0481 e para comparação de idades, DMS = 2,5240.

a, b, c, d, e - nas linhas, médias seguidas de letras diferentes, diferem entre si estatisticamente.

A, B, C - nas colunas, médias seguidas de letras diferentes, diferem entre si estatisticamente.

$$Y_{I} = 63.9868 - 2.2493x + 0,0116x^3; \quad r_{I} = 0,94^*$$

$$Y_{II} = 66.6535 - 4.3925x + 0,0511x^3; \quad r_{II} = 0,93^*$$

$$Y_{III} = 53.2586 + 11.7516x - 3.7343x^2 + 0.2853x^3; \quad r_{III} = 95^{ns}$$

$$Y_{IV} = 67.4751 - 2.6731x + 0,0106x^3; \quad r_{IV} = 0,97^*$$

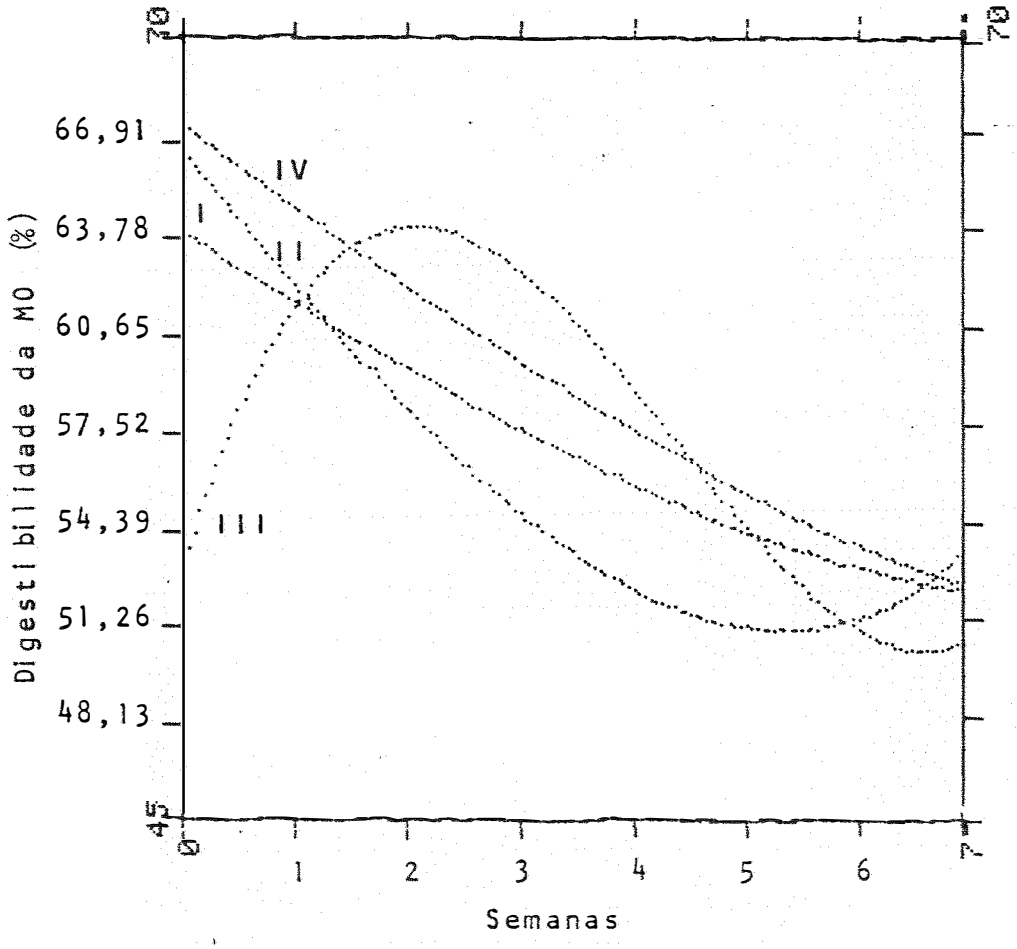

Figura 3 - Relação entre o coeficiente de digestibilidade da matéria orgânica (%) do capim Andropogon e a maturidade representada por semanas de crescimento.

$$Y = 65.7992 - 2.6574x + 0.0133x^3$$

$$r = 0,96^*$$

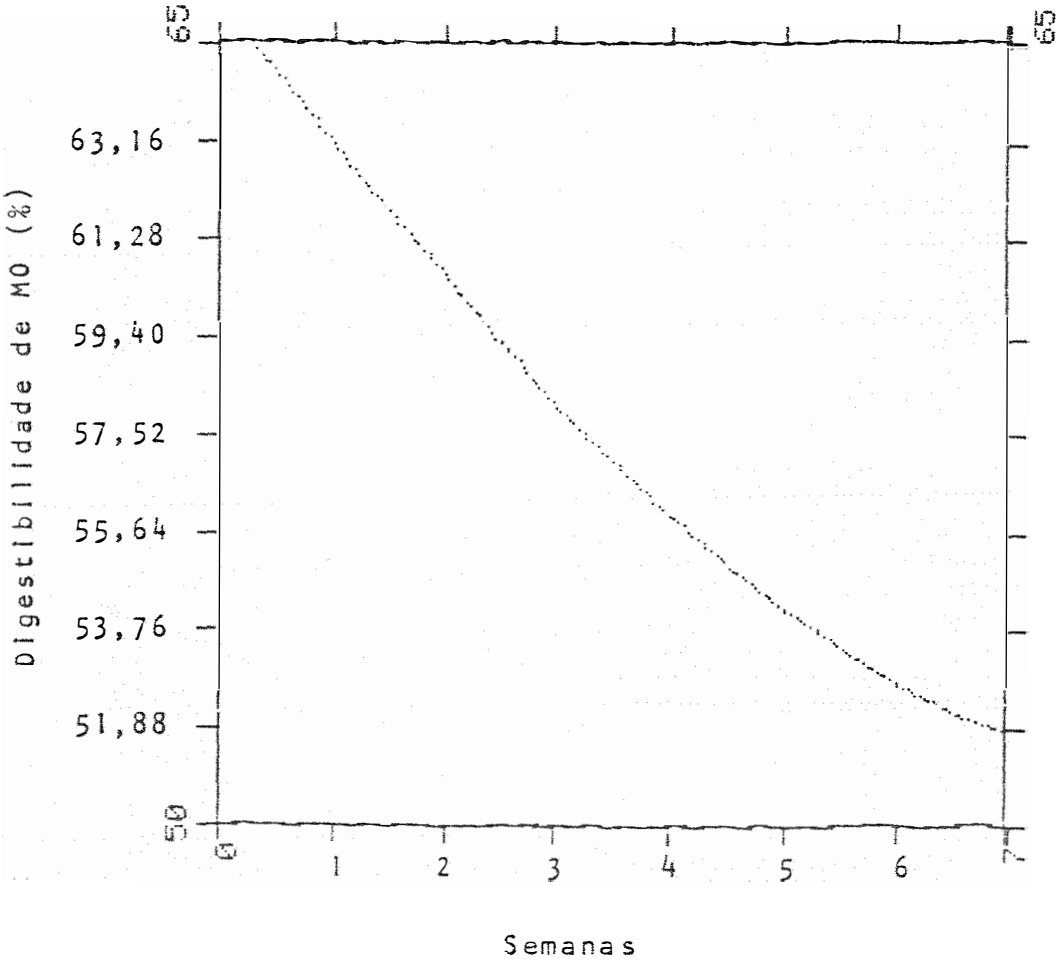

Figura 4 - Efeito da maturidade sobre a digestibilidade da matéria orgânica do capim Andropogon.

sibilita a visualização do coeficiente de digestibilidade dessa planta forrageira, em função da maturidade e independente dos períodos de corte. Observa-se que esta planta forrageira apresentou decréscimo no coeficiente de digestibilidade com a maturidade, sendo que, 92% da variação obrida pode ser explicada pela seguinte regressão cúbica $y = 65,7992 - 2,6574x + 0,0133x^3$.

4.3. Porcentagem de nitrogênio

A porcentagem de nitrogênio na matéria seca do capim Andropogon foi alterada pelo período de corte, pela maturidade da planta representada por semanas de crescimento e pela interação de período x semanas (Quadro 11 - Apêndice).

A variação da porcentagem de nitrogênio na matéria seca em cada período de corte está representada na Figura 5. Observa-se que para todos os períodos a regressão cúbica foi a que melhor se ajustou aos resultados.

Os dados relativos a porcentagem de nitrogênio na matéria seca do capim Andropogon, resultantes da combinação dos períodos com as semanas de corte são apresentados no Quadro 12, bem como, as médias dos períodos e das semanas. A maior concentração média foi obtida no período III cujo decréscimo no teor de nitrogênio na matéria seca, variou de 3,14% para 1,69%, para a forragem com uma e sete semanas de crescimento,

$Y_I = 3.2636 - 0,2875x + 0,0006x^3;$ $r_I = 0,94^*$

$Y_{II} = 3.0964 - 0,2693x + 0,0010x^3;$ $r_{II} = 0,98^*$

$Y_{III} = 3.6093 - 0,5708x + 0,0712x^2 - 0.0042x^3;$ $r_{III} = 0,99^*$

$Y_{IV} = 3.2120 - 0,2453x + 0,0002x^3;$ $r_{IV} = 0,99^*$

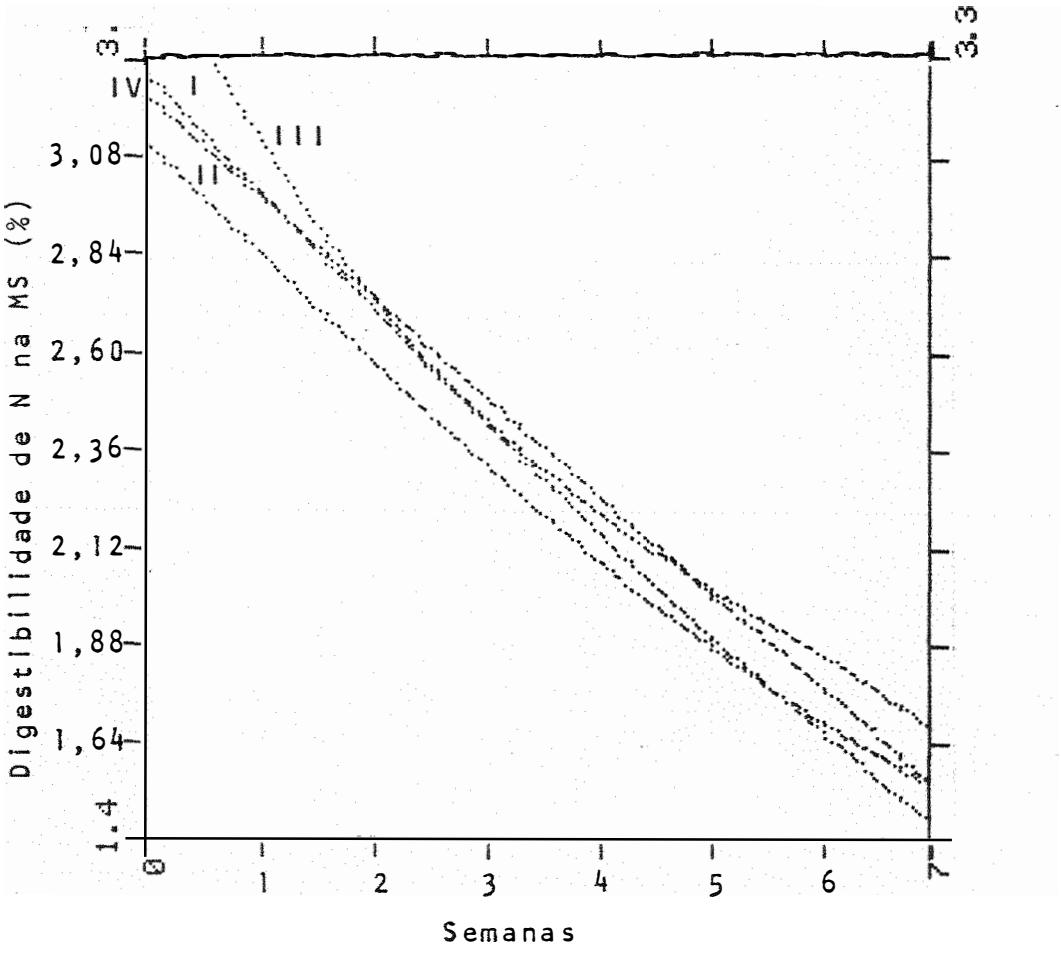

Figura 5 - Relação entre a porcentagem de nitrogênio na matéria seca do capim Andropogon e a maturidade representada por semanas de crescimento.

Quadro 12 - Efeito do período de corte e maturidade sobre a porcentagem de nitrogênio na matéria seca do capim Andropogon no ano agrícola de 1981-1982 (%).

Períodos de Corte	SEMANAS 1	2	3	4	5	6	7	Média dos Períodos
I	2,71b	2,97a	2,65b	2,03c	1,79cd	1,53e	1,58de	2,18BC
II	2,86a	2,44b	2,43b	2,14c	1,77d	1,68d	1,56d	2,13C
III	3,14a	2,62b	2,53b	2,17c	2,02cd	1,83de	1,69e	2,28A
IV	2,93a	2,70ab	2,61b	2,25c	1,92d	1,73de	1,59e	2,25AB
Média	2,91a	2,68b	2,56c	2,15d	1,88e	1,69f	1,60f	

Tukey, ao nível de 5% de probabilidade para comparação de períodos, DMS = 0,0807; para comparação de semanas dentro de períodos, DMS = 0,2459 e para comparação de idades, DMS = 0,1230.

a, b, c, d, e, f - nas linhas, médias seguidas de letras diferentes, diferem entre si estatisticamente.

A, B, C - nas colunas, médias seguidas de letras diferentes, diferem entre si estatisticamente.

respectivamente. Entretanto, a concentração média do teor de nitrogênio na matéria seca para o período III não diferiu estatisticamente do período IV, cujas porcentagens de nitrogênio na matéria seca variaram de 2,93% para 1,59%, respectivamente, para a primeira e sétima semana de crescimento. A menor concentração média do teor de nitrogênio na matéria seca foi obtida para o período II, cuja porcentagem média do teor de nitrogênio na matéria seca (2,13%) não diferiu estatisticamente daquela obtida para o período I (2,18%).

O comportamento de decréscimo no teor de nitrogênio à medida que se prolonga o período de crescimento é bem caracterizado quando se observa a Figura 6, onde 98% dos teores de nitrogênio na matéria seca do capim Andropogon foram explicados pela seguinte regressão cúbica: $y = 3,2391 - 0,2809x + 0,0008x^3$.

4.4. Porcentagem de fósforo

A análise de variância apresentada no Quadro 13-Apêndice mostra que a porcentagem de fósforo na matéria seca sofreu influência do período de corte, da maturidade refletida pelas semanas de crescimento e pela interação desses dois fatores.

A Figura 7 mostra que os dados obtidos para a porcentagem de fósforo na matéria seca do capim Andropogon em todos os períodos estudados ajustaram-se à regressão cúbica.

$$Y_{geral} = 3.2391 - 0,2809x + 0,0008x^3$$

$$r = 0,99^*$$

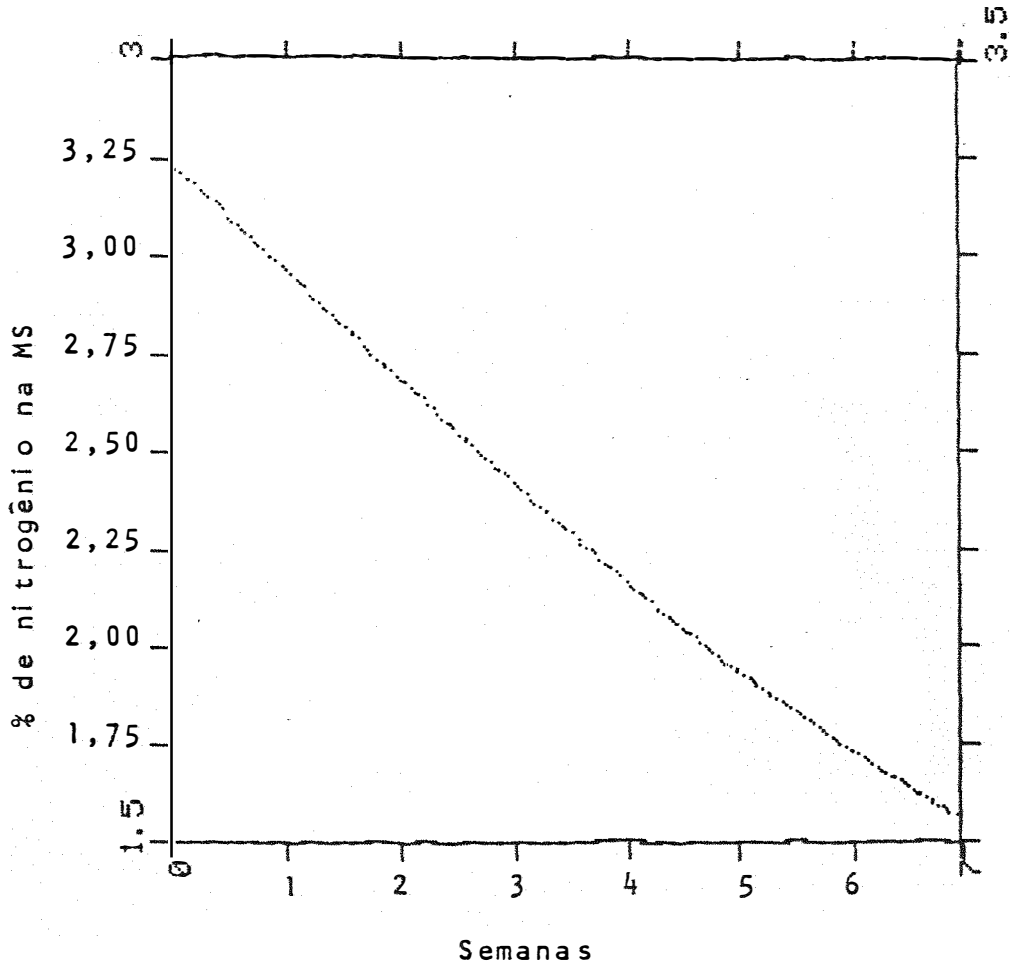

Figura 6 - Efeito da maturidade sobre a porcentagem de Nitrogênio na matéria seca do capim Andropogon.

$$Y_{I} = 0,3583 - 0,0313x + 0,0002x^3; \qquad r_{I} = 0,95^*$$

$$Y_{II} = 0,3346 - 0,0204x - 0,0001x^3; \qquad r_{II} = 0,99^*$$

$$Y_{III} = 0,5350 - 0,1760x + 0,0314x^2 - 0,0019x^3; \qquad r_{III} = 0,99^*$$

$$Y_{IV} = 0.4632 - 0,1311x + 0,0228x^2 - 0,0015x^3; \qquad r_{IV} = 0,98^*$$

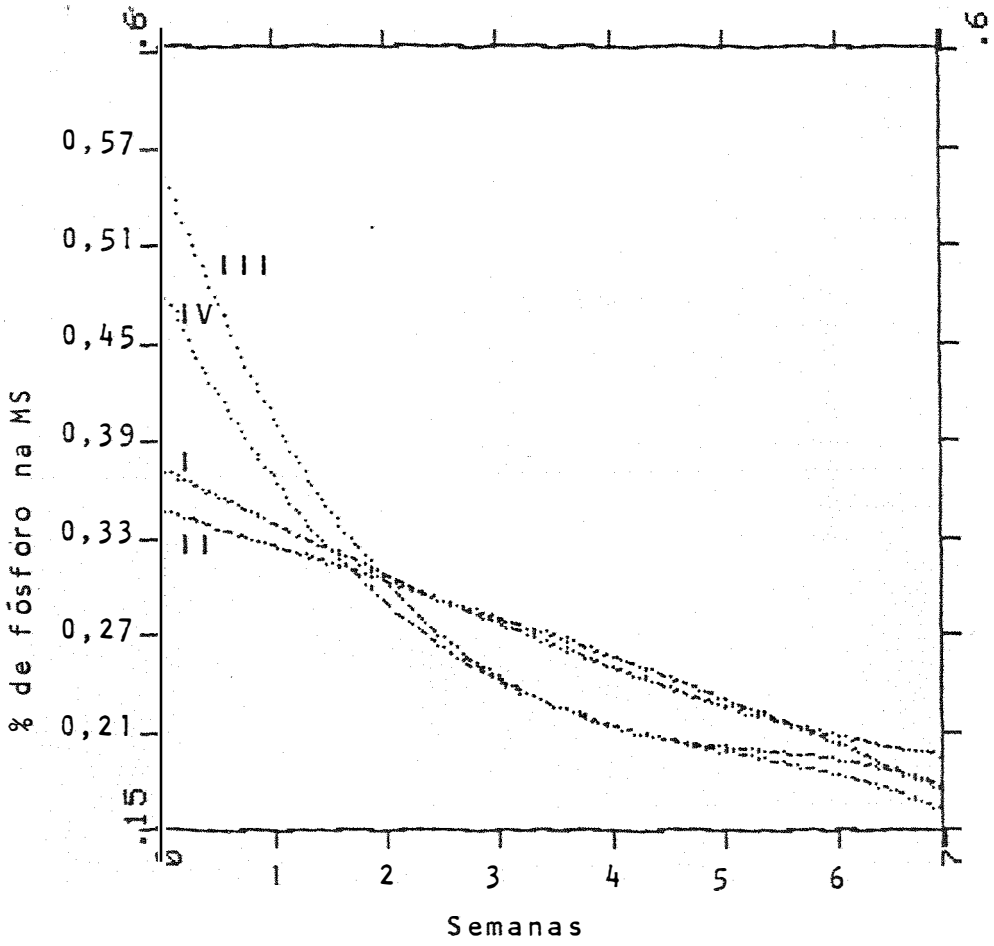

Figura 7 - Relação entre a porcentagem de fósforo na matéria seca do capim Andropogon e a maturidade representada por semanas de crescimento.

O efeito do período de corte e da maturidade representada por semanas de crescimento podem ser observados no Quadro 14. Nesse quadro nota-se que o teor médio de fósforo na matéria seca foi superior para os períodos I e II (0,25%), apresentando diferença estatística apenas em relação ao teor médio do período IV (0,23%). A porcentagem de fósforo na matéria seca para o capim Andropogon variou de 0,31% a 0,21% e de 0,36% a 0,17%, respectivamente para a primeira e sétima semana de crescimento dos períodos I e IV.

O efeito da maturidade sobre a porcentagem de fósforo na matéria seca produzida e independente do período de corte é característica da seguinte regressão cúbica: $y = 0,4017 - 0,0663x + 0,0069x^2 - 0,0003x^3$, com $r = 0,99^*$ (Figura 8).

4.5. Porcentagem de potássio

A porcentagem de potássio na matéria seca do capim Andropogon foi afetada pelo período de corte, pela maturidade e pela interação desses dois fatores, como se pode observar na análise de variância do Quadro 15 - Apêndice.

A Figura 9 mostra o comportamento do teor de potássio na matéria seca em cada período de corte. Pode-se observar em todos os períodos, com exceção do segundo, que a regressão cúbica explicou melhor os resultados obtidos.

Quadro 14 - Efeito do período de corte e maturidade sobre a porcentagem de fósforo na matéria seca do capim Andropogon no ano agrícola de 1981-1982 (%).

Períodos de Corte	SEMANAS 1	2	3	4	5	6	7	Média dos Períodos
I	0,31a	0,31a	0,29ab	0,25b	0,21c	0,19c	0,21c	0,25A
II	0,32a	0,28ab	0,28b	0,25bc	0,22cd	0,20de	0,17e	0,25A
III	0,39a	0,29b	0,24c	0,22c	0,20ed	0,18d	0,18d	0,24AB
IV	0,36a	0,26b	0,25b	0,22bc	0,19cd	0,18d	0,17d	0,23B
Média	0,35a	0,28b	0,26c	0,24d	0,20e	0,19ef	0,18f	

Tukey, ao nível de 5% de probabilidade para comparação de períodos, DMS = 0,0129; para comparação de semanas dentro de períodos, DMS = 0,0395 e para comparação de idades, DMS = 0,0198.

a, b, c, d, e, f - nas linhas, médias seguidas de letras diferentes, diferem entre si estatisticamente.

A, B - na coluna, médias seguidas de letras diferentes, diferem entre si estatisticamente.

$$Y = 0.4017 - 0,0663x + 0,0069x^2 - 0,0003x^3$$

$$x = 0,99^*$$

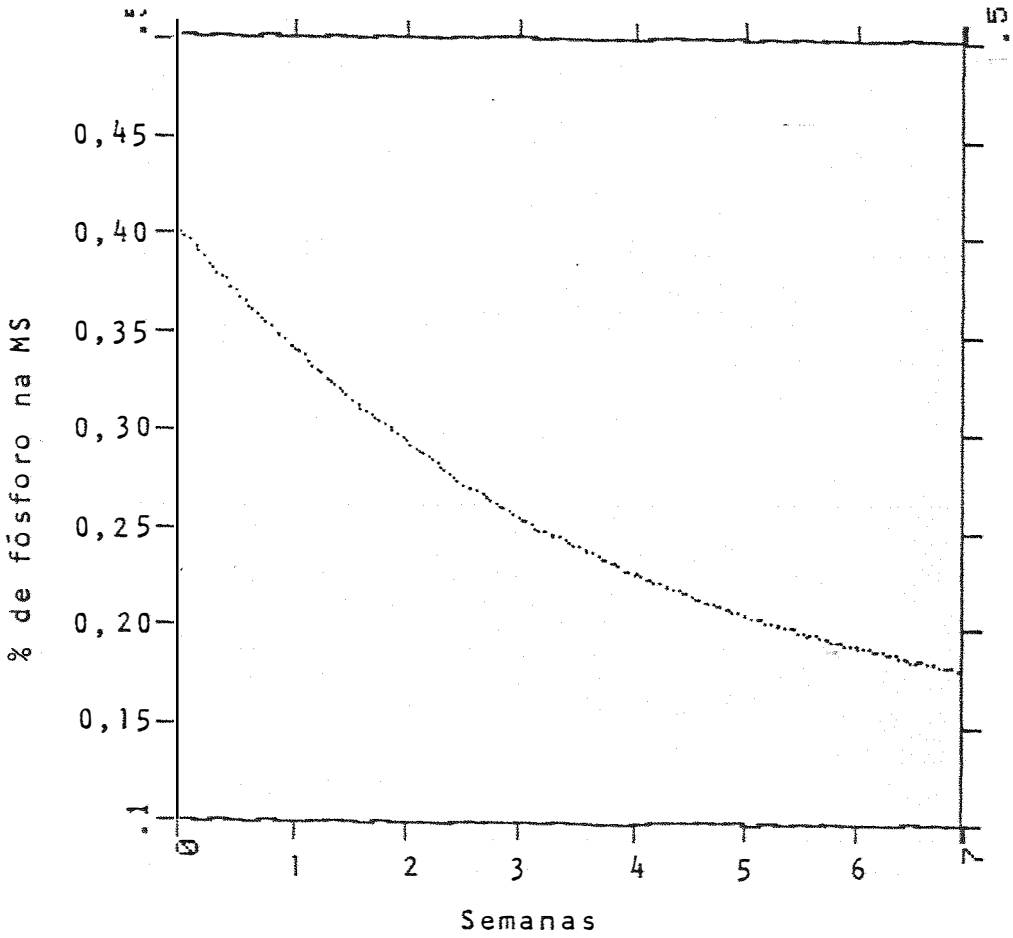

Figura 8 - Efeito da maturidade sobre a porcentagem de fósforo na matéria seca do capim Andropogon.

$$Y_{I} = 0.6411 + 0.9795x - 0,1667x^2 + 0,0077x^3; \quad r_{I} = 0,97^*$$

$$Y_{II} = 3.0402 - 0.7294x + 0.1870x^2 - 0,0142x^3; \quad r_{II} = 0,81^{ns}$$

$$Y_{III} = 3.9332 - 1.3467x + 0.3287x^2 - 0,0255x^3; \quad r_{III} = 0,98^*$$

$$Y_{IV} = 4.4064 - 1.6984x + 0.3883x^2 - 0,0281x^3; \quad r_{IV} = 0,99^*$$

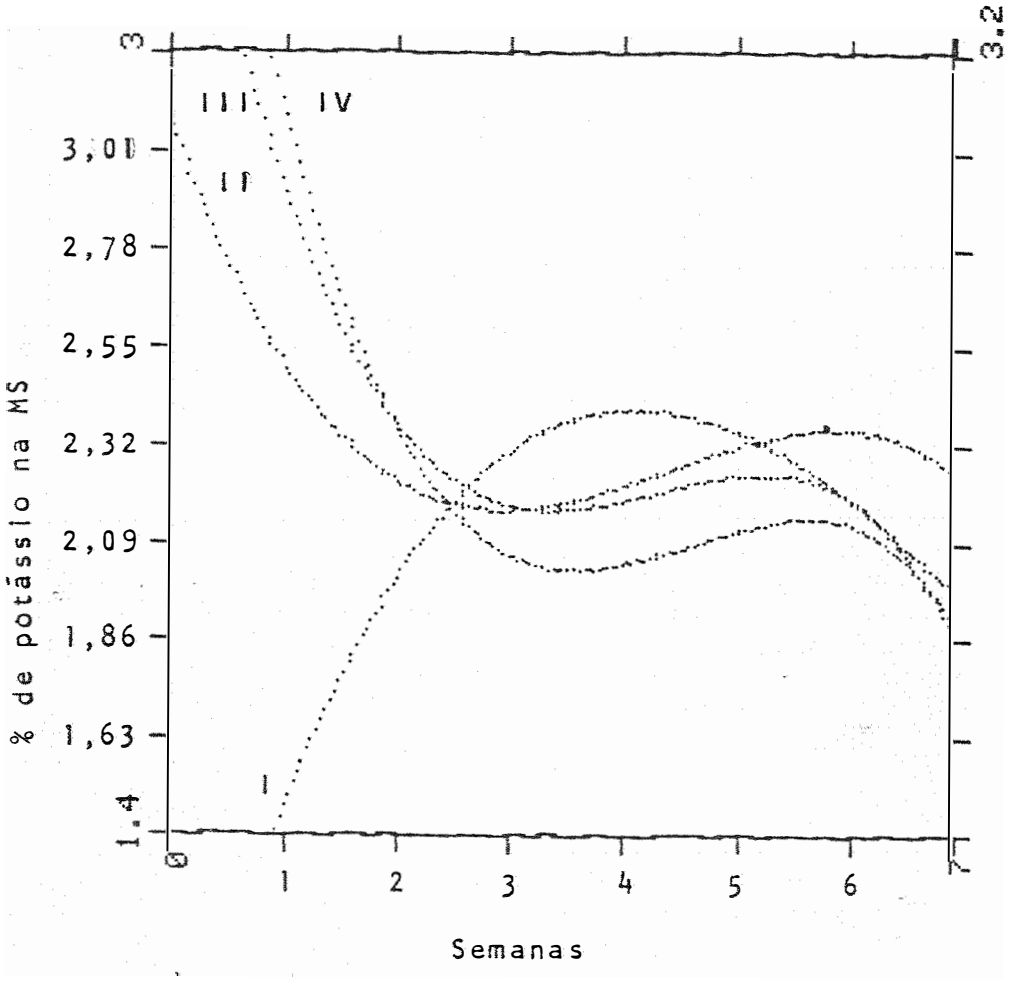

Figura 9 - Relação entre a porcentagem de potássio na matéria seca do capim Andropogon e a maturidade representada por semanas de crescimento.

O maior teor médio de potássio na matéria seca foi obtido para o período II (2,68%) sendo que, este valor não apresentou diferença estatística daqueles observados para os períodos III e IV (Quadro 16). O menor teor médio de potássio na matéria seca foi encontrado no período I (2,09%), não apresentando diferença estatística para os períodos III e IV.

A variação dos teores de potássio na matéria seca com a maturidade do capim Andropogon pode ser observada na Figura 10. Nessa figura observa-se que existiu uma tendência de aumento nos teores de potássio entre a terceira e quinta semana. Entretanto, o teste de Tukey a 5% não foi suficiente para detectar essa diferença, como se observa no Quadro 16; os teores de potássio na matéria seca não diferiram estatisticamente da terceira a quinta semana, em nenhum dos períodos estudados.

4.5. Graus-dia

A análise de variância (Quadro 17 - Apêndice) mostra que houve diferença estatística para graus-dia durante os períodos de crescimento.

Observa-se no Quadro 18 que o total médio de graus-dia foi maior para o período IV (255,54) e III (244,76) sem que estes valores diferissem entre si.

Quadro 16 - Efeito do período de corte e maturidade sobre a porcentagem de potássio na matéria seca do capim Andropogon no ano agrícola de 1981-1982 (%).

Períodos de Corte	SEMANAS 1	2	3	4	5	6	7	Média dos Períodos
I	1,49c	1,90bc	2,36b	2,45a	2,22ab	2,24ab	1,98abc	2,09B
II	2,45a	2,34a	2,02a	2,25a	2,36a	2,32a	2,24a	2,68A
III	2,92a	2,29b	2,16b	2,23b	2,29b	2,07b	1,92b	2,27AB
IV	3,07a	2,32b	2,08b	2,00b	2,13b	2,11b	1,90b	2,23AB
Média	2,48a	2,21ab	2,15b	2,23ab	2,24ab	2,18b	2,01b	

Tukey, ao nível de 5% de probabilidade para comparação de períodos, DMS = 0,1804; para semanas dentro de períodos, DMS = 0,5494 e para idades, DMS = 0,2747.

a, b, c - nas linhas, médias seguidas de letras diferentes, diferem entre si estatisticamente.

A, B - na coluna, médias seguidas de letras diferentes, diferem entre si estatisticamente.

$$Y = 2.4646 - 0.6986x + 0,1843x^2 + 0,0150x^3$$

$$r = 0,99^*$$

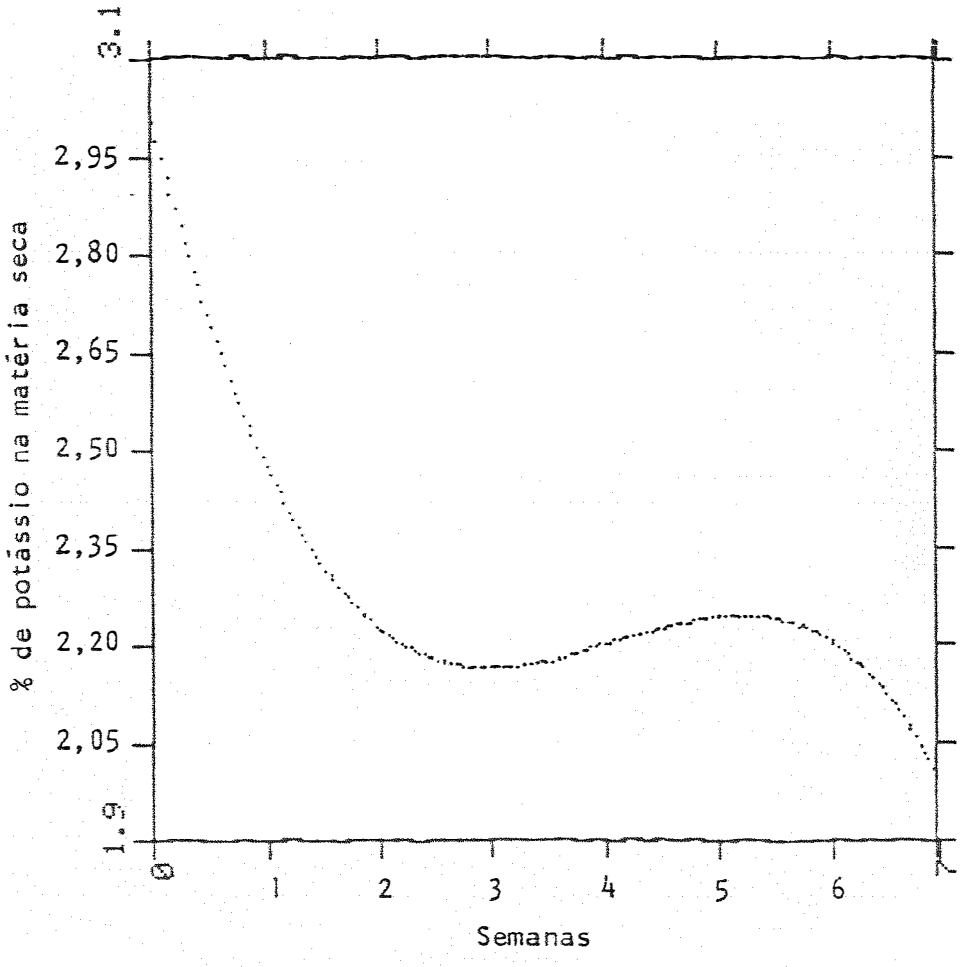

Figura 10 - Efeito da maturidade sobre a porcentagem de potássio na matéria seca do capim Andropogon.

Quadro 18 - Estimativa dos graus-dia em cada período de crescimento do capim Andropogon no ano de 1981-1982.

Período	SEMANAS 1	2	3	4	5	6	7	Média dos Períodos
I	57,53	105,43	174,03	235,43	290,40	364,20	411,20	234,03B
II	54,97	118,97	165,97	221,37	297,77	351,86	403,91	230,69B
III	76,40	130,49	182,54	241,84	304,44	360,34	417,24	244,76AB
IV	62,60	118,50	175,40	241,90	321,40	400,20	468,80	255,54A

Tukey, ao nível de 5% de probabilidade para comparação de períodos, DMS = 19,02.

A, B - na coluna, médias seguidas de letras diferentes, diferem entre si estatisticamente.

$$Y_{I} = \sqrt{4410,38115 - 72.29832\sqrt{x}} \qquad r_{I} = 0,93^{*}$$

$$Y_{II} = \sqrt{2597,41994 + 82435,6566/x} \qquad r_{II} = 0,86^{*}$$

$$Y_{III} = 65,6585 - 8,5639 \times 10^{-5}x^{2} \qquad r_{III} = 0,89^{*}$$

$$Y_{IV} = \frac{1}{0,013286 - 2,3259 \times 10^{-4}\sqrt{x}} \qquad r_{IV} = 0,97^{*}$$

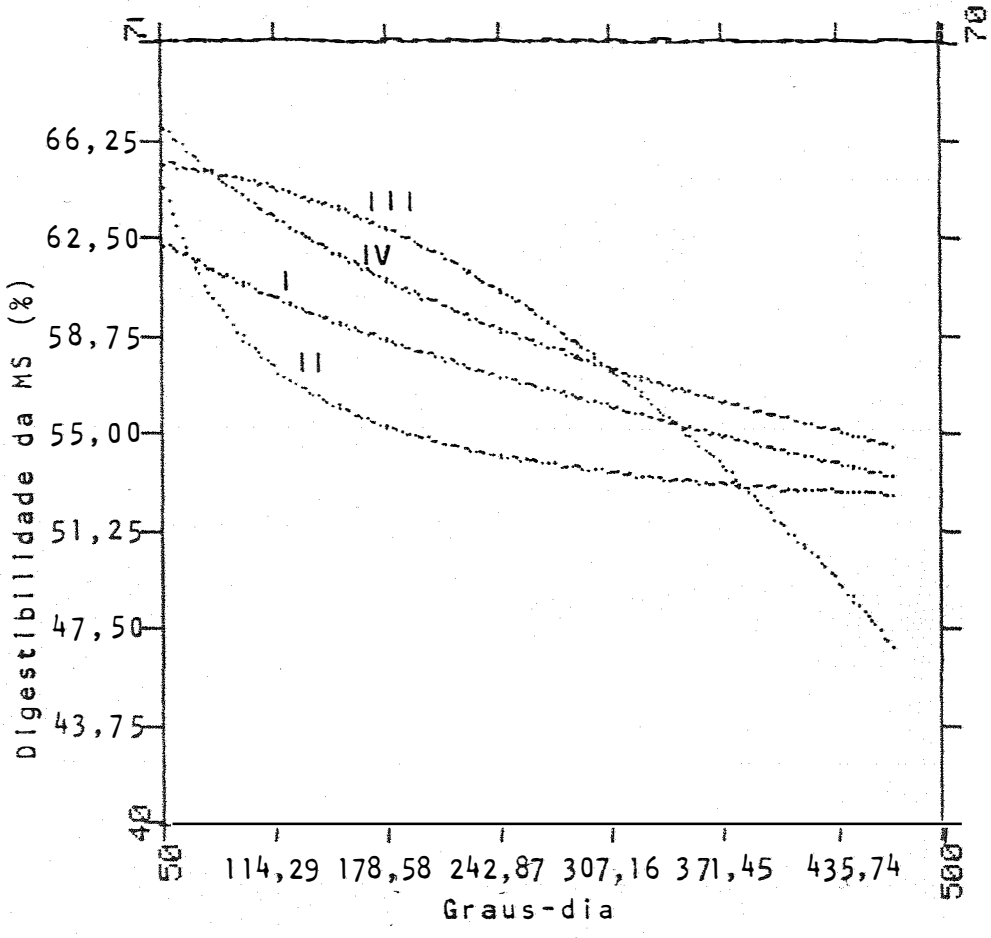

Figura 11 - Relação entre a digestibilidade da matéria seca do capim Andropogon e graus-dia para o ano agrícola de 1981-1982.

5. DISCUSSÃO

O decréscimo da digestibilidade da matéria seca com o avanço da maturidade tem sido salientado por diversos autores (ROCHA e VERA, 1981; VOIGHT *et alii*, 1981; CORSI, 1982). VAN SOEST (1967) explicou que não somente a digestibilidade dos carboidratos estruturais declinam com a maturidade da forragem mas também estes componentes tendem a constituir uma maior proporção da matéria seca da planta com a idade. Ainda VAN SOEST (1967) afirmou que a proporção característica da fração parede celular é que afetam a digestibilidade das diferentes forragens. Com o avançar da maturidade, o conteúdo de lignina aumenta (YEO, 1977); no entanto, a porcentagem de redução na digestibilidade e na qualidade da planta forrageira é muito maior do que as mudanças na quantidade de lignina indigestível (CRAMPTON *et alii*, 1957). CROSS *et alii* (1974) relataram que a remoção da lignina aumenta a taxa e extensão da digestibilidade da celulose, entretanto, COOMBE *et*

alii (1979) encontraram aumentos na digestibilidade da celulose apesar do conteúdo de lignina não ter sido alterado. Os componentes estruturais são vagarosamente fermentados e, consequentemente, ocupam espaço no retículo-rúmen (CAMPLING et alii, 1962). A digestibilidade, como um reflexo da maturidade da planta, influenciará marcadamente a ingestão. Os resultados desse trabalho mostram que os coeficientes de digestibilidade para a matéria seca do capim Andropogon variaram de 64,09% a 54,66% para a forragem que vegetou por uma ou sete semanas respectivamente, permanecendo acima de 60% quando as colheitas foram efetuadas somente até a terceira semana (Quadro 8). Nota-se que durante os quatro períodos de corte somente em 35% das colheitas a forragem apresentou mais do que 60% de digestibilidade da matéria seca, valor acima do qual o consumo voluntário pelo animal seria limitado pela sua fisiologia (REID, 1977). Tais valores são baixos quando comparados àqueles obtidos por REID et alii (1973) e ORELLANA (1981) para o capim Andropogon, e por CORSI (1982) para o capim de Rhodes. BARNES e MARTIM (1979) relataram a importância da utilização de uma forragem padrão de conhecida digestibilidade *in vivo* nas determinações *in vitro* para que se pudesse avaliar a validade das determinações.

As folhas perdem o valor nutritivo menos acentuadamente do que as hastes com a maturidade (RAYMOND, 1969; HACKER e MINSON, 1981). A redução na digestibilidade da planta

não reflete somente a menor digestibilidade de cada folha mas é função, também, do aparecimento de novas folhas, que depende do perfilhamento, luz, temperatura, nível nutricional da planta e estádio de crescimento na época do corte. O número de folhas na planta forrageira é alterado significativamente pelo perfilhamento, que é função do genótipo, morfologia de crescimento, freqüência e altura de corte, temperatura, luminosidade e nível nutricional da planta, de acordo com os trabalhos citados por CORSI (1972). Fisiologicamente, a planta tem melhores condições para o perfilhamento quando a fotossíntese está ocorrendo próxima do ótimo. Assim, temperaturas elevadas inibem o perfilhamento, que é estimulado pela elevada disponibilidade de nutrientes e luminosidade (LANGER, 1963).

COSTA (1982) mostrou que, após o estabelecimento da planta forrageira o mais importante é o peso dos perfilhos e não o número. Pode-se sugerir que o aumento de peso dos perfilhos se deva, principalmente, à maior participação das hastes, cujo crescimento é beneficiado pelo aumento de temperatura e luminosidade (DEINUM, 1981). Além desse fato, a formação de hastes propicia melhor disposição espacial das folhas, permitindo maior penetração da luz e maior eficiência fotossintética das folhas mais velhas (EVANS et alii, 1964).

COSTA (1982) observou que a maior produção de matéria seca para o capim Andropogon foi obtida no período II (4.139 kg/ha) sem que esse valor diferisse daquele obtido para

o período I (3.893 kg/ha). Entretanto, o número de perfilhos, em todas as idades avaliadas (14, 28 e 42 dias), foi superior para o período I, fato este que refletiu na maior qualidade da planta forrageira quando colhida no período I em comparação aquela colhida no período II (Quadro 8). Além desse fato, pode-se observar um rápido decréscimo na digestibilidade do capim Andropogon que cresceu no período II, o que não pode ser explicado pelo efeito das hastes na digestibilidade da matéria seca uma vez que COSTA (1982) constatou baixa eliminação do meristema apical neste período de crescimento.

O aumento da área foliar das gramíneas depende do efeito isolado ou conjunto de medidas que alterem a área foliar de cada folha e/ou modifiquem o número de folhas (NOVOA e LOOMIS, 1981). Uma vez que a emissão de folhas, em um mesmo perfilho, não pode ser significativamente alterada (LANGER, 1963) podemos afirmar que, no período II, a produção de matéria seca que foi semelhante a do período I, foi oriunda de uma maior eficiência fotossintética e/ou maior área de cada folha e/ou maior participação de baínhas, embora o número de perfilhos tenha sido menor. HACKER e MINSON (1981) relataram a importância do aparecimento de novas folhas, que é função do perfilhamento (WHITEHEAD, 1970), na moderação do declíneo da digestibilidade da fração folha. Assim, WILSON e MANNETJE (1978) relataram que no verão, o declíneo na digestibilidade de cada folha das gramíneas Cenchrus ciliaris e Panicum maxi-

mum foi de 0,5 unidades de digestibilidade por dia e que esta taxa de declíneo excedeu aqueles valores obtidos para a fração foliar de cada gramínea estudada. Ainda HACKER e MINSON (1981) determinaram que as baínhas podem compreender 20% ou mais da matéria seca total de gramíneas jovens, mas somente cerca de 5% em estádio de maturidade avançado ou menos com a idade e maturação. Em idade e estádio de desenvolvimento semelhantes, a baínha da folha é menos digestível do que a folha, sendo a diferença no coeficiente de digestibilidade da ordem de dez unidades (WILSON, 1976). Além disto, a taxa de declíneo na digestibilidade é maior nas baínhas do que nas folhas (TERRY e TILLEY, 1964). Estes fatos podem ter contribuído para o maior decréscimo na digestibilidade da matéria seca do capim Andropogon colhido no período II, em relação ao período I.

Independentemente da idade da planta, COSTA (1982) observou que, a eliminação de meristemas apicais do capim Andropogon foi sempre mais elevada para o período de crescimento iniciado em janeiro-março (período IV), sendo que a maior porcentagem de eliminação de meristemas apicais, cerca de 33%, ocorreu neste período nas plantas que vegetaram por 42 dias. Dessa forma esperava-se que a digestibilidade da matéria seca obtida para o período I (57,80) fosse superior àquela obtida para o período IV (59,62), visto ao maior número de perfilhos reprodutivos neste último período e produção de matéria seca semelhante para os dois períodos. TERRY e TILLEY

(1964) determinaram que os tecidos de caules de gramíneas jovens foram tão digestíveis ou mais do que as folhas. Esse fato, em parte, pode ter contribuído para a maior digestibilidade obtida no período IV (59,62) em relação aquela obtida no período I (57,80). Além disso, no dia 13 de novembro/1981 cerca de cinco dias antes do quarto corte do período I, houve entrada de animais na área experimental, acarretando diminuição do número de folhas que porventura seriam colhidas em cortes subsequentes. Além desse fato, no início do experimento (período I) coletou-se mais material morto deixado nas parcelas por ocasião do corte de uniformização do que nos demais períodos estudados.

HACKER e MINSON (1981) permitem admitir que é difícil prever a velocidade de decréscimo na digestibilidade das hastes devido a diferenças genéticas entre plantas, que seriam capazes de provocar amplas variações nos coeficientes de digestibilidade das hastes. MASUDA (1977) declarou que as alterações na digestibilidade das hastes dependem das modificações nas proporções dos constituintes celulares que formam os tecidos dessa parte da planta.

Os efeitos prejudiciais da temperatura sobre a qualidade das plantas forrageiras estão relacionados com as taxas de crescimento da planta e a formação de hastes em detrimento de folhas (WILSON e MINSON, 1980). Segundo os autores para cada grau de aumento da temperatura ocorria um de-

crêscimo no coeficiente de digestibilidade de 0,57 e 0,86 unidades, para folhas e caules, respectivamente. Portanto, pode-se esperar que o efeito prejudicial da temperatura seria menos notado quanto menor fosse a participação das hastes na matéria seca da parte aérea. COSTA (1982) observou maior participação das hastes na produção de matéria seca no período IV; o quadro 18 mostra que a quantidade de graus-dia acumulados neste período foi maior quando comparada a do período I. Dessa forma, explica-se o maior decrêscimo no coeficiente de digestibilidade obtido para o período IV em relação aquele obtido para o período I (Figura 1).

CORSI (1982) concluiu que para se estabelecer as relações entre graus-dia e o coeficiente de digestibilidade da matéria seca seria necessário conhecer a relação haste:folha e a velocidade de decrêscimo na digestibilidade dessas partes da planta sob o efeito da maturidade. O mesmo autor observou que o coeficiente de determinação para a relação entre graus-dia e o coeficiente de digestibilidade foi baixo e ao redor de 37 e 15% para os anos de 1979-1980 e 1980-1981, respectivamente, para o capim de Rhodes. Os resultados desse trabalho mostram coeficientes de determinação de 86,5; 74,0; 79,2 e 94,% para a aquela relação, respectivamente, para os períodos I, II, III e IV.

Com relação à digestibilidade da matéria orgâ-

nica, observa-se, através das médias do Quadro 4, que os valores obtidos foram praticamente iguais aos coeficientes determinados para a matéria seca (Quadro 2), sendo, entretanto, ligeiramente menores. Esse fato foi observado por ROLIM (1976). POTT et alii (1978) obtiveram coeficiente de determinação entre a digestibilidade *in vitro* da matéria seca e orgânica de 95%. Entretanto, a digestibilidade da matéria seca e orgânica não apresentaram o mesmo comportamento face à análise estatística.

Os resultados obtidos neste experimento, com relação aos minerais, referem-se à parte aérea da gramínea, onde estão incluídas hastes e baínhas. ORELLANA (1981) observou que os teores de nitrogênio nas folhas do Andropogon gayanus permaneceram estáveis a 1,36%, decrescendo para 1,20% aos 140 dias, enquanto que no caule variaram de 0,79% aos 80 dias para 0,50% aos 140 dias. HAGGAR e AHMED (1971) encontraram valores médios nas folhas e caules da mesma planta forrageira que variaram de 0,32% a 1,28% e 0,20% a 0,96%, respectivamente, segundo a colocação da folha no caule e o segmento do caule considerado. Por estas razões, a porcentagem de nitrogênio na matéria seca da parte aérea diminui com o aumento da relação haste:folha e a participação das hastes na produção de matéria seca aumenta com a maturidade da planta, quando o peso do perfilho guarda estreita relação com a produção (COSTA, 1982).

De uma maneira geral, as porcentagens de nitrogênio, fósforo e potássio na matéria seca decresceram com a maturidade. Entretanto, as porcentagens de fósforo e de potássio nem sempre foram afetadas negativamente com o avanço da maturidade, havendo necessidade de um período maior de crescimento para que aparecessem, em alguns casos, diferenças entre os estádios de maturidade. Segundo CORSI (1982) esse fato pode ser devido ao comportamento fisiológico de absorção desses nutrientes pela planta ou ao elevado nível de disponibilidade desses nutrientes no solo, favorecendo a absorção.

As plantas podem diferir quanto à capacidade de extração do fósforo, conforme mostram os trabalhos de FALADE (1975) e MARTINEZ (1980). FALADE (1975) no intuito de obter o nível crítico interno de fósforo na parte aérea das gramíneas Panicum maximum, Andropogon gayanus, Pennisetum purpureum green, Pennisetum purpureum purple e Cynodon plectostachyum obteve os seguintes resultados em porcentagens 0,19; 0,19; 0,22; 0,25; 0,31, respectivamente, para as espécies citadas. MARTINEZ (1980) mostrou que o nível crítico de fósforo em gramíneas tropicais, considerando-se a parte aérea, variou de 0,20 a 0,29% de P na matéria seca, enquanto a amplitude para o nível crítico externo de fósforo foi de 3,72 a 19,02 mg P/l. Segundo ORELLANA (1981) o nível crítico de fósforo para o Andropogon gayanus correspondente à produção máxima em matéria seca aos 75 dias foi de 0,022% e o nível externo foi de 0,480 mg de P/l.

Os resultados obtidos por MARTINEZ (1980) suportam as afirmações de FENSTER e LEÓN (1978) que determinaram que a quantidade mínima de fósforo, necessária para manter elevada a produção em estádios de crescimento mais avançados, era igual aquela necessária para o estabelecimento e crescimento inicial da planta. Por outro lado, a elevada disponibilidade do fósforo e do potássio favorece a absorção pela planta (EPSTEIN, 1975; CLARK, 1981) devido a diferença de concentração de nutrientes entre a solução do solo e aquela ao nível das raízes influir diretamente na velocidade de difusão desses nutrientes. Como definiu VITTI (1980) a difusão é o principal mecanismo pelo qual o fósforo e o potássio são colocados ao alcance das raízes. Além desse fato, deve-se lembrar que o fósforo, colocado em cobertura, é bastante disponível e não deve sofrer fixação por parte de óxidos de ferro e alumínio (trabalhos citados por CORSI, 1982). Nestas condições, CORSI (1982), observou que para a maior parte dos resultados a amplitude de variação na porcentagem de fósforo na matéria seca do capim de Rhodes se situou entre 0,2 e 0,3%, como ocorreu para a maior parte dos resultados deste trabalho.

Martins e Matocha, citados por CORSI (1982) consideram que a porcentagem de 1,8 a 2% de potássio na matéria seca seria suficiente para proporcionar elevados níveis de produção da grama estrela (Cynodon dactylon) intensivamente mane-

jada. Esses autores definiram que níveis superiores a 2,3% de potássio na matéria seca caracterizavam excesso de absorção de potássio. Os resultados obtidos neste experimento são, na maior parte, superiores a 2% de K na matéria seca.

HAGGAR (1970) observou que a faixa de variação na concentração de fósforo foi de 0,045% a 0,80% nas folhas e 0,063% a 0,25% nos caules de Andropogon gayanus. ORELLANA (1981) determinou com o capim Andropogon, que a porcentagem de fósforo foi um pouco inferior nas hastes em relação às folhas enquanto a concentração de potássio foi maior nas hastes. Esse fato demonstra que modificações na porcentagem de fósforo e potássio na matéria seca da parte aérea de plantas forrageiras, devido a mudanças na relação haste:folha, são pouco sensíveis quando comparadas com os efeitos observados sobre a concentração de nitrogênio.

JARDIM et alii (1962) concluíram que no mínimo a planta forrageira deve apresentar-se com 8% de proteína bruta, para não ser considerada deficiente à nutrição animal. No presente trabalho todos os valores encontrados superaram este valor.

Considerando-se que 0,2% de fósforo (NAS,1976) é o nível mínimo para atender às exigências nutricionais de animais adultos, conclui-se que o capim Andropogon satisfez as

exigências somente em 75% das colheitas efetuadas, independente dos períodos de corte.

6. CONCLUSÕES

Com os dados obtidos no presente trabalho, as seguintes conclusões podem ser apontadas:

1) O capim Andropogon deve ser colhido entre três a quatro semanas de crescimento durante o período de verão (outubro-março) para possibilitar digestibilidade de matéria seca ao redor de 60%. Entretanto, essa frequência de colheitas recomenda cuidados especiais no manejo, visando a perenidade desta planta.

2) É possível estimar a digestibilidade *in vitro* da matéria seca através dos graus-dia.

3) A porcentagem de nitrogênio, fósforo e potássio decresce com a maturidade da planta forrageira.

4) O início da estação de crescimento não é o período mais adequado para obtenção de forragem de melhor qua-

lidade. Este fato deve ser analisado com certo cuidado, visto os problemas ocorridos no decorrer das avaliações.

7. LITERATURA CITADA

AKIN, D.E. e D. BURDICK, 1975. Percentage of tissue types in tropical and temperate grass leaf blades and degradation of tissues by rumen micro-organisms. Crop Science, Madison, 15:661-668.

ANDERSON, M.J.; G.F. FRIES; D.V. KOPLAND; D.R. WALDO, 1973. Effect of cutting date on digestibility and intake of irrigated first-crop alfalfa hay. Agronomy Journal, Washington, 65(3):357-360.

ANDRADE, R.P.; C. SANZONOWICZ; D.T. GOMES; C.M.C. ROCHA; W. COUTO; D. THOMAS e C.P. MOORE, 1980. Recomendações preliminares para a formação de pastagens de capim Andropogon. Planaltina, EMBRAPA/Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, 3p. (Comunicado técnico, 11).

ARNOLD, G.W. e M.L. DUDZINSKI, 1967. Studies on the diet of the grazing animal. 3. The effect of pasture species and pasture structure on the herbage intake of sheep. Australian Journal Agricultural Research, CSIRO, 18(4):657-66.

ARROYO-AGUILU, J.A. e J.A. OPORTA-TELLEZ, 1980. Chemical composition and *in vivo* nutrient digestibility of Guinea and Merker grass hays . Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico, Rio Piedras, 64(3):294-303.

ASARE, E.O., 1974. Dry matter yield, chemical composition and nutritive value of buffel grass grown alone and in mixture with other tropical grasses and legumes. In: Proceedings of the 12th International Grassland Congress, 1. Moscow, USSR, p.53-54.

BARNES, R.F. e G.C. MARTIN, 1979. Recent developments in predicting forage quality. Journal of Animal Science, Albany, 48(6):1554-1561.

BOGDAN, A.V., 1977. Tropical pasture and fodder plants. London, Longmans. 475p.

BOWDEN, B.N., 1963. Studies on Andropogon gayanus Kunth. I. The use of Andropogon gayanus in agriculture. Empire Journal of Experimental Agriculture, Oxford, 31:267-273.

BOYER, J.S. 1970. Leaf enlargement and metabolic rates in corn, soybean, and sunflower at various leaf water potentials. Plant Physiology, Lancaster, 46:233-235.

BREDON, R.M. e C.R. HORREL, 1961. The chemical composition and nutritive value of some common grasses in Ugand - 1. General pattern of behaviour of grasses. Tropical Agriculture, Trinidad, 38:297-304.

BUTLER, G.W. e R.W. BAILEY, ed., 1973. Chemistry and biochemistry of herbage. London, Academic Press, v. 3, cap.31, p. 131-179.

BUTTERWORTH, M., 1967. The digestibility of tropical grasses. Nutrition Abstracts and Reviews, Aberdeen, 37:349-368.

CAMPLING, R.D.; M. FREER; C.C. BALCH, 1962. Factors affecting the voluntary intake of food by cows. 3. The effect of urea on the voluntary intake of oat straw. British Journal of Nutrition, Cambridge, 16:115-124.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL, 1978. Programa de pastos tropicales. Informe Anual, CIAT, Cali, 174p.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL, 1979. Programa de pastos tropicales. Informe Anual, CIAT, Cali, p. B 34-B 47.

CLARK, R.B., 1981. Effect of light and water stress on mineral element composition of plants. Journal of Plant Nutrition, New York, 3(5):853-885.

COLEMAN, S.W. e K.M. BARTH, 1973. Quality of diets selected by grazing animals and its relation to quality of available forage and species composition of pastures. Journal Animal Science, Albany, 36:754-761.

COMISSÃO DE SOLOS, 1960. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo. Rio de Janeiro, Serviço Nacional de Pesquisa Agronômica, p.241-245.

CONRAD, H.R.; A.D. PRATT; J.W. HIBBS, 1964. Regulation of feed intake in dairy cows. I. Change in importance of physical and physiological factors with incrasing digestibility. Journal of Dairy Science, Baltimore, 47:54.

CONRAD, H.R. e J.W. HIBBS, 1975. Minimum concentrate feeding for efficient milk production. World Animal Review. (FAO), 15:33-

COOMBE, J.B.; D.A. DINIUS; W.E. WHEELER, 1979. Effect of alkali treatments on intake and digestion of barley straw by beef steers. Journal of Animal Science, Albany, 49(1):169-176.

COOPER, J.P. e N.M. TAINTON, 1968. Light and temperature requirements for the growth of tropical and temperature grasses. Herbagy Abstracts, Aberystwith, 38:167-73.

COOPER, J.P., 1970. Potential production and energy conversion in temperate and tropical grasses. Herbage Abstracts, Aberystwith, 40:1-15.

CORSI, M. 1972. Estudo da produtividade e do valor nutritivo do capim elefante (Pennisetum purpureum, Schum), variedade napier submetido a diferentes frequências e alturas de corte. Piracicaba, ESALQ/USP, 139p (Tese de Doutoramento).

CORSI, M. 1982. Efeito da maturidade sobre a produção de matéria seca, a digestibilidade *in vitro* e a absorção de minerais pelo capim de Rhodes (Chloris gayana, Kunth). Piracicaba, ESALQ/USP, 163p. (Tese de Livre-Docência).

COSTA, N.A. da, 1982. Efeito do corte em diferentes períodos e idades de crescimento sobre a produção de matéria seca, eliminação de meristemas apicais, desenvolvimento do sistema radicular e vigor da rebrota do capim Andropogon (Andropogon gayanus, Kunth, var. Bisquamulatus). Piracicaba, ESALQ/USP, 64p (Tese de Mestrado).

COWARD-LORD, J.; J.A. ARROYO-AGUILU; O. GARCIA-MOLINARI, 1974. Fibrons carbohydrate fractions and *in vitro* true and apparent digestibility of tropical forage grasses. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico, Rio Piedras, 58(3):293-304.

COWARD-LORD, J.; J.A. ARROYO, AGUILU; O. GARCIA-MOLINARI, 1974. Proximate nutrient composition of 10 tropical forage grasses. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico. Rio Piedras, 53:305-311.

CRAMPTON, E.W., 1957. Interrelations between digestive nutrient and energy content, voluntary dry matter, intake, and the overall feeding value of forages. Journal of Animal Science, Albany, 51:546-552.

CRAMPTON, E.W.; E. DOWEFER; L.E. LLOYD, 1960. A nutritive value index for forages. Journal Animal Science, Albany, 19:538-544.

CROSS, H.H.; L.W. SMITH; J.V. deBARTH, 1974. Rates of *in vitro* forage fiber digestion as influenced by chemical treatment. Journal of Animal Science, Albany, 53(2):485-493.

de FARIA, V.P., 1982. Situação atual e perspectivas da produção de bovinos. In: Anais do Simpósio sobre Producão Animal. Piracicaba, ESALQ/USP, p.73-93.

DEINUM, B., 1966. Climate, nitrogen and grass. Medelingen Landbouwhogeschool, Wageningen, 66(11):1-91.

DEINUM, B., 1981. The influence of physical factors on the natural content of forages. Medelingen Lanbouwhogeschool, Wageningen, 81(5):1-18.

DEINUM, B.; A.J.M. VAN ES; P.J. VAN SOEST, 1968. Climate, nitrogen and grass. II. The influence of light intensity, temperature and nitrogen on *in vivo* digestibility of grass and the prediction of these effects from some chemical procedures. Netherlands Journal Agricultural Science, Cambridge, 16(3):217-223.

DOVRAT, A.; G.P. DIRVEN; B. DEINUM, 1971. The influence of defoliation and nitrogen on the regrowth of rhodes grass (Chloris gayana, Kunth) 1. Dry matter production and tillering. Netherlands Journal of Agricultural Science, Wageningen, 19(2):94-101.

EGUMJOBI, J.D., 1974. Dry matter, nitrogen and mineral element distribution in and unburnt savanna during the year. Ecology Plant 9(1):1-10.

EMPRESA GOIANA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 1979. Projeto Bovinos: relatório técnico anual. Goiânia, EMGOPA, p.40-62.

EPSTEIN, E., 1975. Mineral nutrition of plants: principles and perspectives. New York, John Wiley, 412p.

EVANS, L.T.; I.F. WARDLAW e C.N. WILLIAMS, 1964. Environmental control of growth. In: BARNARD, C., Ed. Grasses and Grasslands. Toronto, Macmillan, p. 102-125.

FALADE, J.A., 1975. The effect of phosphorus on growth and mineral composition of five tropical grasses. East African Agric. and Forestry I. 40(4):342-350.

FENSTER, W.E. e L.A. LEÓN, 1978. Manejo de la fertilización con fósforo para el estabelecimiento y mantenimiento de pastos mejorados en suelos ácidos e infértiles de América Tropical. In: TERGAS, L.E. e P.A. SANCHEZ, Ed. Produción de pastos en suelos ácidos de los trópicos. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical, p. 119-134.

FONNESBECK, P.V.; J.L. CHRISTIANSEN; L.E. HARRIS, 1981. Factors affecting digestibility of nutrients by sheep. Journal Animal Science, Albany, 52(2):363-376.

FONTENOT, J.P. e R.E. BLASER, 1965. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: selection and intake grazing animals. Journal of Animal Science, Albany, 24:1202-1208.

GROF, B., 1981. The performance of Andropogon gayanus - legume associations in Colombia. Journal of Agricultural Science, Cambridge, 96:233-238.

HACKER, J.B. e D.J. MINSON, 1981. The digestibility of plant parts. Herbage Abstracts, Abenystwyth, 51(9):459-482.

HAGGAR, R.J., 1970. Seasonal production of Andropogon gayanus, Kunth. I. Seasonal changes in yield components and chemical composition. Journal of Agricultural Science, Cambridge, 74(3):487-494.

HAGGAR, R.J., 1975. The effect of quality, source and time of explication of nitrogen fertilizers on the yield and quality of Andropogon gayanus at Shika, Nigeria. Journal of Agricultural Science, Cambridge, 84(3):529-535.

HAGGAR, R.J. e M.B. AHMED, 1970. Seasonal production of Andropogon gayanus. 2. Seasonal changes in digestibility and fed intake. Journal of Agricultural Science, Cambridge, 75(3):369-373.

HAGGAR, R.J. e M.B. AHMED, 1971. Seasonal production of Andropogon gayanus. 3. Changes in crude protein content *in vitro* dry matter digestibility of leaf and stem portions. Journal of Agricultural Science, Cambridge, 77(1):47-52.

HALSE, N.J.; E.A.N. GREENWOOD; P. LAPINS; C.A.P. BOUNDY, 1969. An analysis of nitrogen deficiency on the growth and yield of Western Australia Wheat crop. Australian Journal of Agricultural Research, Melbourne, 20:987-998.

HART, R.H., 1972. Forage yield, stocking rate and beef gains on pasture; a review. Herbage Abstracts, Aberystwyth, 42:345-353.

HIBBS, J.W. and H.R. CONRAD, 1975. Minimum concentrate feeding for efficient milk production. Ohio Report on Research and Development, Wooster, 60(6):91-94.

JARDIM, W.R.; A.M. PEIXOTO; C.L. MORAES, 1962. Composição mineral de pastagens na região de Barretos no Brasil Central. Piracicaba, ESALQ, 11p. (Boletim Técnico-Científico, nº 11).

JONES, C.A., 1979. The potential of Andropogon gayanus Kunth in the oxisol and ultisol savanas of tropical America. Herbage Abstracts, Aberystwyth, 1(49):1-8.

LANGER, R.H.M., 1963. Tillering in herbage grasses: a review. Herbage Abstracts, Aberystwyth, 33:141-148.

LANGER, R.H.M. e F.K.Y. LIEW, 1973. Effect of varying nitrogen syplly at different stages of the reproductive phase on spekelet and grain production and on grain nitrogen of wheat. Australian Journal of Agricultural Research, Melbourne, 24: 647-656.

LAREDO, M.A. e D.J. MINSON, 1975. The pepsin soluble dry matter of leaf and stem fractions of grasses in relation to voluntary intake by sheep. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, Melbourne, 15:203-206.

LEGG, B.J.; W. DAY; D.W. LAWLOR; K.J. PARKINSON, 1979. The effects of drought on barley growth; models and measurements showing the relative importance of leaf area and photosynthetic rates. Journal of Agricultural Science, Cambridge, 92:703-716.

LIMA, F.P.; D. MARTINELLI; M.J. SARTINI; M.F. PARES JUNIOR; P. BLONDI, 1969. Pastejo competitivo entre 4 gramíneas tropicais em latossolo roxo, na engorda de bovinos da raça nelore. Boletim da Indústria Animal, São Paulo, 26:136-187.

MALAVOLTA, E.; H.P. HAAG; F.A.F. MELLO; M.O.C. BRASIL SOBRINHO, 1974. Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas. São Paulo, Pioneira, 588p.

MARTINEZ, H.E.P., 1980. Níveis críticos de fósforo em Brachiaria decumbens (Stapf) Prain, Brachiaria humidicola (Rendle) Schweickerdt, Digitaria decumbens Stent, Hypharrhenia rufa (Ness) Stapf, Melinis minutiflora Pal de Beauv, Panicum maximum Jacq. e Pennisetum purpureum Schum. Piracicaba, ESALQ/USP, 90p. (Tese de Mestrado).

MASUDA, Y., 1977. Digestibility and structural components of some tropical grasses. Japanese Agricultural Research Quarterly, Yatobe, 11(1):60-63.

MILFORD, R. e D.J. MINSON, 1965. Intake of tropical pasture species. In: Anais do 9º Congresso Internacional de Pastagens, São Paulo, v. 1, p. 815-822.

MILTHORPE, F.L. e MOOBEY, J., 1975. An introduction to crop physiology. London, Cambridge University Press, 202p.

MINSON, D.J., 1971. The digestibility and voluntary intake of six varieties of Panicum. Australian. Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, Melbourne, 11:18-25.

MINSON, D.J. e M.N. McLEOD, 1970. The digestibility of temperate and tropical grasses. In: Proceedings of the 11. International Grassland Congress, Surfers Paradise, Qd., Australia, p.719-722.

MORRISON, F.B., 1966. Alimentos e alimentação dos animais domésticos. 2. ed. São Paulo, Melhoramentos, p.13.

MOSS, D.N., 1964. Some aspects of microclimatology important in forage plant physiology. In: KELLER, W. e T.S. RONNINGEN. Forage plant physilogy and soil range relationship. Madison, Wis., American Society of Agronomy, p.1-14.

NEWMAN, J.E.; W.C. COOPER; W. REUTHER; G. A. CAHOON; A. PEYNADO, 1967. Orange fruit maturity and net heat accumulations. In: SMAW, R.H., ed. Ground level climatology. Washington, American Association for Advancedment of Science, p.127-147. (AAAS., Publication, 86).

NOVOA, R. e R.S. LOOMIS, 1981. Nitrogen and plant production. Plant and Soil, The Hague, 58:177-204.

ORELLANA, A.P., 1981. Nutrição mineral e coeficiente de digestibilidade *in vitro* da matéria seca do Andropogon gayanus var. bisquamulatus (Hochst) Hack. Piracicaba, ESALQ/USP, 91p. (Dissertação de Mestrado).

OTERO, J.R., 1952. Informações sobre algumas plantas forrageiras. Rio de Janeiro, Serviço de Informação Agrícola, 318p.

PEDREIRA, J.V.S., 1972. Crescimento estacional dos capins colonião (Panicum maximum, Jacq.), gordura (Melinis minutiflora, Paul de Brauv), jaraguá (Hyparrhenia rufa (Ness) Stapf) e pangola de Taiwan A-24 (Digitaria pentizii, Stent). Piracicaba, ESALQ/USP, 117p. (Tese de Doutoramento).

PEDREIRA, J.V.S.; P. NUTI; B.E.S. CAMPOS, 1975. Competição de capins para produção de matéria seca. Boletim da Indústria Animal, São Paulo, 32(2):315-323.

PIMENTEL GOMES, F., 1978. Curso de estatística experimental. 8.ed. Piracicaba, ESALQ, 430p.

PLUCKNETT, D.L., 1970. Productivity of tropical pastures in Hawaii. In: Proceedings of the 11. International Grassland Congress, Surfers Paradise, Qd., Australia, p. A 38 - A 49.

POTT, E.B.; E.R. PRATES e E.M. LEBOUTE, 1978. Correlações entre os coeficientes de digestibilidade da matéria seca e entre os da matéria orgânica determinados com animais e por técnica *in vitro*. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 7(1):26-42.

RANZANI, G.; O. FREIRE; T. KINJO, 1966. Carta de solos do município de Piracicaba. Piracicaba, Centro de Estudos de Solos da ESALQ, 85p.

RAYMOND, W.F., 1969. The nutritive value of forage crop. Advances in Agronomy, New York, 21:1-108.

RAYMOND, W.F.; J.M.A. TILLEY; D.J. MONSON e R.F. DERIAZ, 1965. Herbage composition and nutritive value. Agronomy Journal, Madison, 57(2):213-14.

REID, J.T., 1977. Potential for increased use of forages in dairy and beef rations. In: Proceedings of the 10. Research Industry Conference, Lexington, KY, American Forage Grassland Council, p. 165.

REID, R.L. e Amy J. POST, 1973. Studies on the nutritional quality of grasses and legumes in Uganda. I - Application of *in vitro* digestibility techniques to species and stage of growth effects. Tropical Agriculture, Trinidad, 50(1): 1-15.

ROBLES, A.Y.; R.L. BELYEA; F.A. MARTZ; M.F. WEISS; R.W. MAUS, 1981. Intake, digestibility, ruminal characteristics and rate of passage of orchardgrass diets fed to sheep. Journal of Animal Science, Albany, 53(2):485-493.

ROCHA, G.P. e R.R. VERA, 1981. Structural carbohydrates, protein and *in vitro* digestibility of eight tropical grasses. Turrialba, 31(1):15-20.

ROLIM, F.A., 1976. Efeito da maturidade sobre a produção e o valor nutritivo dos capins Brachiaria (Brachiaria decumbens, Stapf), estrela (Cynodon plectostachyus, (K. Schum) (Pilger) e rhodes (Chloris gayana, Kunth cultivar Callide). Piracicaba, ESALQ/USP, 117p. (Tese de Mestrado).

RUTLEDGE, B.E. e J.E. McCLURG, 1980. Plant tissue analysis by inductively coupled argon plasma spectrometry. Jarrellash plasma newsletter, Waltman, 3(3):4-5.

SALISBURY, F.B. e C.W. ROSS, 1978. Photosynthesis environmental and agricultural aspects. In: SALISBURY, F.B. e C.W. ROSS. Plant physiology. Belmont, Calif., Wadsworth, p.160-172.

SEBER, G.A.F., 1977. Linear regression analysis. Nova Iorque, John Wiley, 465p.

SINGH, R.D. e B.N. CHATTERJEE, 1966. Tillering of perenial grasses in the tropics of India. In: Anais do 9. Congresso Internacional de Pastagens, São Paulo, v.2, p.1075-1079.

SOTO, H.A.H., 1981. Um modelo de estimativa de produção de forragem para colonião (Panicum maximum, Jacq.) e pangola (A-24 Digitaria pentzii, Stent) usando elementos climáticos. Piracicaba, ESALQ/USP, 58p. (Dissertação de Mestrado).

SPIERTZ, J.H.J. e HAAR, M. van der, 1978. Diferences in grain growth, crop photosynthesis and distribution of assimilates between semi-dwarf and standard cultivars of winter wheat. Netherlands Journal of Agricultural Science, Wageningen, 26:233-249.

SUGIMOTO, Y. e I. NIKKI, 1977. Studies on the responses of pasture grasses to nitrogen fertilization. 2. Effects of nitrogen on RGR, NAR, LAR and RLGR of some subtropical grass seedlings. Journal of Japanese Society of Grassland Science, Miyazki, 23(2):114-119. Apud Herbage Abstracts, Aberystwyth, 48(8):333, 1978 (ref. 2883).

SUGIMOTO, Y. e I. NIKKI, 1979. Studies on the response of pasture grasses to N fertilization. 3. Effect of nitrogen fertilizer rate, leaf nitrogen concentration and chlorophyll content on photosynthetic activities of some subtropical grass species. Journal of Japanese Society of Grassland Science, 25(2):121-127. Apud Herbage Abstracts, Aberystwyth, 50:272, 1980 (ref. 2430).

TATENO, K. e K. IIDA, 1978. The relationships between nitrogen nutrition and photosynthesis in several tropical grasses. Journal Japanese Society of Grassland Science, 24(3):203-29. Apud Herbage Abstracts, Aberystwyth, 50:2969, 1980.

TECHNICON AUTO ANALYSER, 1977. Technicon auto-analyser. II. Industrial Method, n. 334-74. W/B, 1977.

TERRY, R.A. e J.M.A. TILLEY, 1964. The digestibility of leaves and stems of perennial rye grass, cocksfoot, timothy, tall fescue, lucerne and sainfoin as measured by an *in vitro* procedure. Journal of the British Grassland Society, Aberystwyth, 19:363-372.

TILLEY, J.M.A. e R.A. TERRY, 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. Journal of the British Grassland Society, Aberystwyth, 18:104-111.

TINNIMIT, P., 1974. Forage evaluation using various laboratory techniques. East Lansing, Michigan State University. (Ph.D. Thesis).

TOMPSETT, P.B., 1976. Factors affecting the flowering of Andropogon gayanus, Kunth. Responses to photoperiod, temperature and growth regulators. Annals of Botany, London, 40:695-705.

TURNER, N.C. e J.E. BEGG, 1978. Responses of pasture plants to water deficits. In: WILSON, J.R., ed. Plant relations in pastures. Melbourne, CSIRO, p. 50-66.

VAN SOEST, P.J., 1965. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. Journal Animal Science, Albany, 24(3):834-843.

VAN SOEST, P.J., 1967. Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to forages. Journal of Animal Science, Albany, 26(1):119-128.

VAN SOEST, P.J., 1968. Structural and chemical characteristics which limit the nutritive value of forages. In: HARRISON, C.M.; M. STILLY; S.A. BRETH, ed. Forage economics quality. Madison, American Society of Agronomy. p. (ASA Special publication, 13).

VAN SOEST, P.J.; D.R. HERTENS; B. DEINUM, 1978. Preharvest factors influencing quality of conserved forage. Journal of Animal Science, Albany, 47(3):712-720.

VICENTE-CHANDLER, J., 1973. Intensive grassland management in Puerto Rico. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Rio Piedras, 2(2):173-215.

VITTI, G.C., 1980. Nutrição mineral de plantas, fertilizantes e tópicos de fertilidade do solo. CENTRO LATINOAMERICANO DE CAPACITACIÓN Y DESARROLLO DE EMPRESAS. Seminário Especial. São Paulo, 102p.

VOIGT, P.W.; F.P. HORN; C.L. DEWALD, 1981. Forage quality response of four lovegrasses to stage, interval and season of harvest. Agronomy Journal, Madison, 73(5):877-884.

WAGGONER, P.E., 1977. Simulation modelling of plant physiological process to predict crop yields. In: WAGGONER, P. E. Environmental effects on crop physiology. London, Academic Press, p.351-358.

WALDO, D.R. e N.A. JORGENSEN, 1981. Forages high animal production: nutritional factors and effects of conservation. Journal of Dairy Science, Baltimore, 64(6):1207-1229.

WERNER, J.C. e M.P. HAAG. Estudos sobre a nutrição mineral de alguns capins tropicais. Boletim da Indústria Animal. São Paulo, 29:191-245.

WHITEHEAD, D.C., 1970. The rate of nitrogen in grassland productivity. Hurley, CAB, p. (Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops. Bulletin, 48).

WILSON, J.R., 1976. Variation of leaf characteristics with level of insertion on grass tiller. I. Development rate, chemical composition and dry matter digestibility. Australian Journal of Agricultural Research, Melbourne, 27:343-354.

WILSON, J.R. e D.J. MINSON, 1980. Prospects for improving the digestibility and intake of tropical grasses. Tropical Grasslands, Brisbane, 14(2):253-259.

WILSON, J.R. e L. MANNETJE, 1978. Senescence, digestibility and carbohydrate content of buffel grass and green panic leaves in field grown swards. Australian Journal of Agricultural Research, Melbourne, 29:503-516.

YEO, Yaganabe, 1977. Efeito da maturidade do capim elefante (Pennisetum purpureum, Schum), variedade Napier, sobre a sua produção e o seu valor nutritivo. Piracicaba, ESALQ/USP, 96p. (Dissertação de Mestrado).

ZAGATTO, E.A.G.; A.O. JACINTHO; B.F. REIS; F.J. KRUG; H. BERGAMIN FILHO: L.C.R. PESSENDA; J. MORTATTI; J.N. GINÉ, 1981. Manual de análises de plantas e águas, empregando sistemas de infeção em fluxo. Piracicaba, CENA/USP, 45p.

APÊNDICE

Quadro 7 - Análise da variância para digestibilidade *in vitro* da matéria seca em % para o capim Andropogon

Causa da variação	GL	SQ	QM	F
Períodos (P)	3	257,63	85,87	13,16*
Semanas (S)	6	1630,96	271,83	41,66*
Efeito linear	1	1462,99	1462,99	224,26*
Efeito quadrático	1	53,78	53,78	8,24*
Efeito cúbico	1	70,74	70,74	10,84*
Desvio de regressão	3	43,45	14,48	
Interação (P x S)	18	453,93	25,22	3,86*
Resíduo	84	547,97	6,52	
Total	111	2890,49	-	

CV = 4,39%

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Quadro 9 - Análise de variância para digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica em % para o ano agrícola de 1981-1982.

Causa da variação	GL	SQ	QM	F
Períodos (P)	3	170,26	56,75	10,20*
Semanas (S)	(6)	1839,30	306,55	55,14*
Efeito linear	1	1659,81	1659,81	298,56*
Efeito quadrático	1	20,60	20,60	3,70^{ns}
Efeito cúbico	1	112,93	112,93	20,31*
Desvio da regressão	3	45,96	15,32	-
Interação (P x S)	18	350,17	19,45	3,49*
Resíduo	84	466,99	5,56	-
Total	111	2826,70	-	-

CV = 4,16%

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Quadro 11 - Análise da variância para a porcentagem de nitrogênio na matéria seca do capim Andropogon

Causa da variação	GL	SQ	QM	F
Períodos (P)	3	0,42	0,14	10,58*
Semanas (S)	6	25,33	4,22	319,85*
Efeito linear	1	24,73	24,73	1373,19*
Efeito quadrático	1	0,09	0,09	6,58*
Efeito cúbico	1	0,35	0,35	26,91*
Desvio de regressão	3	0,16	0,05	-
Interação (P x S)	18	1,14	0,06	4,80*
Resíduo	84	1,11	0,01	-
Total	111	28,00	-	-

CV = 5,20%

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Quadro 13 - Análise da variância para a porcentagem de fósforo na matéria seca do capim Andropogon

Causa da variação	GL	SQ	QM	F
Períodos (P)	3	0,0062	0,0021	6,10*
Semanas (S)	6	0,3431	0,0572	167,64*
Efeito linear	1	0,3220	0,3220	943,97*
Efeito quadrático	1	0,0165	0,0165	48,39*
Efeito cúbico	1	0,0002	0,0002	0,78ns
Desvio de regressão	3	0,0044	0,0015	-
Interação (P x S)	18	0,0364	0,0020	5,93*
Resíduo	84	0,0286	0,0003	-
Total	111	0,4143	-	-

CV = 7,62%

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Quadro 15 - Análise da variância para a porcentagem de potássio na matéria seca do capim Andropogon

Causa da variação	GL	SQ	QM	F
Períodos (P)	3	0,64	0,21	3,23*
Semanas (S)	6	1,95	0,33	4,94*
Efeito linear	1	1,12	1,12	17,02*
Efeito quadrático	1	0,02	0,02	0,34 ns
Efeito cúbico	1	0,78	0,78	11,83*
Desvio de regressão	3	0,03	0,01	-
Interação (P x S)	18	7,21	0,40	6,08*
Resíduo	84	5,53	0,07	-
Total	111	15,33	-	

CV = 11,59%

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Quadro 17 - Análise da variância para graus-dia nos períodos estudados

Causa da variação	GL	SQ	QM	F
Períodos	3	2661,59	887,19	5,60*
Semanas	6	422084,83	70347,47	-
Resíduo	18	2850,35	158,35	-
Total	27	427596,78	-	-

CV = 5,22%

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.