**EFEITOS DA COLHEITA MECÂNICA NA PRODUÇÃO
DE CAPIM ELEFANTE (*Pennisetum purpureum*, Schum)
E EM ALGUNS ATRIBUTOS DO SOLO**

SÉRGIO ARI RIBEIRO
Engenheiro Agrônomo

Orientador : Prof. Dr. ZILMAR ZILLER MARCOS

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

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Janeiro - 1987

R484 e Ribeiro, Sérgio Ari
 Efeitos da colheita mecânica na produção de
capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) e
em alguns atributos do solo. Piracicaba, 1987
65 p.

Diss. (Mestre) - ESALQ
Bibliografia.

1. Capim elefante - Colheita mecânica I. Es-
cola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz,
Piracicaba.

EFEITOS DA COLHEITA MECÂNICA NA PRODUÇÃO DE CAPIM ELEFANTE
(Pennisetum purpureum, Schum) E EM ALGUNS ATRIBUTOS DO SO-
LO

SÉRGIO ARI RIBEIRO

Aprovada em: 27.03.1987

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Zilmar Ziller Marcos	ESALQ/USP
Prof. Dr. Moacyr Corsi	ESALQ/USP
Prof. Dr. Thomaz Caetano C. Ripoli	ESALQ/USP

Prof. Dr. Zilmar Ziller Marcos
Orientador

Com gratidão dedico

Aos meus pais ACÁCIO E ANÉSIA
e irmãs SÔNIA E SILMARA
pelo constante apoio e dedi-
cação na minha formação.

À minha esposa MÁRCIA
e ao meu filho FÁBIO
pelo amor, compreensão
e estímulo.

A G R A D E C I M E N T O S

Ao Professor Dr. Zilmar Ziller Marcos, orientador e mestre que me orientou na condução deste trabalho e na minha vida profissional.

Ao Professor Dr. Disnei Antonio Gonzalez da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - UNESP, pelas sugestões e cooperações prestadas para implantação da capineira de gramínea Elefante.

Aos Professores do Curso de Pós-Graduação em "Solos e Nutrição de Plantas", pelos ensinamentos ministrados.

Ao Professor Cesar Gonçalves de Lima do Departamento de Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia-USP, pelas colaborações prestadas durante a elaboração deste trabalho na fase de delineamento experimental e análises estatísticas.

Aos Professores da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - USP, pelo apoio e incentivo.

Ao Sr. José Aparecido da Cunha, e demais funcionários do Centro Intraunidade de Zootecnia e Indústrias Pecuárias Dr. Fernando Costa, da Universidade de São Paulo, pela indispensável colaboração na condução do experi -

mento e coleta de dados.

Ao Centro Intraunidade de Zootecnia e Indústrias Pecuárias
Dr. Fernando Costa, da Universidade de São Paulo, pela
cooperação prestada.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Técnico,
pela ajuda financeira concedida.

Aos Colegas do Curso de Pós-Graduação, pela amizade e convivência.

A todos que de qualquer forma participaram para a realização deste trabalho.

O autor agradece.

"CURRICULUM VITAE"

Nome: SÉRGIO ARI RIBEIRO

Data de Nascimento: 21 de agosto de 1951

Local de Nascimento: Pirassununga, SP, Brasil

Formação Universitária: Engenheiro Agrônomo, 1980, pela Faculdade de Agronomia e Zootecnia "Manoel Carlos Gonçalves" , da Fundação Pinhalense de Ensino Espírito Santo do Pinhal - SP

Atividade Profissional: Em abril de 1981 ingressou no magistério superior, como auxiliar de ensino da disciplina de Mecanização Agrícola, na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, da Universidade de São Paulo, onde atualmente exerce suas atividades.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	viii
SUMMARY	x
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	05
2.1. Mecanização e Comportamento do Solo	05
2.2. Altura de Corte e Rebrotação do Capim Elefante	08
3. MATERIAL E MÉTODO	12
3.1. Local, Clima e Solo	12
3.2. Área Experimental	12
3.3. Material	14
3.4. Conduta Experimental	15
3.5. Delineamento Experimental	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1. Carbono Orgânico (%)	22
4.2. Teor de Água no Solo (%)	33
4.3. Densidade do Solo (g/cm^3)	38
4.4. Condutividade Hidráulica (cm/h)	43
4.5. Resistência à Penetração (kg/cm^2)	46
4.6. Produção de Massa Forrageira do Capim Elefante (kg)	52
5. CONCLUSÕES	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
APÊNDICE	64

EFEITOS DA COLHEITA MECÂNICA NA PRODUÇÃO DE CAPIM ELEFANTE
(Pennisetum purpureum, Schum) E EM ALGUNS ATRIBUTOS DO SO-
LO.

Autor: SÉRGIO ARI RIBEIRO

Orientador: Prof. Dr. ZILMAR ZILLER MARCOS

RESUMO

O presente trabalho teve por finalidade obter informações sobre os efeitos da colheita mecânica de capim Elefante (Pennisetum purpureum, Schum) em alguns atributos do solo (Latosol Vermelho-Escuro), e estudar a existência de uma altura de corte crítica em relação à produção de massa forrageira, num delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições e três tratamentos, adotando-se o modelo estatístico de parcelas subdivididas no tempo ("split plot on time"). Com o emprego do conjunto trator-colhedora-carreta foram realizados quatro cortes do capim Elefante, às alturas de 10 cm, 20 cm e 30 cm acima do nível do solo, com intervalo de 45 dias, nos meses de janeiro, fevereiro, abril e maio.

Os resultados obtidos permitem concluir o seguinte:

1. A utilização da máquina colhedora de forragem afetou significativamente a densidade, a resistência à pe-

netração e a condutividade hidráulica do solo, embora o grau de magnitude desses efeitos seja diferente conforme o atributo considerado.

2. O aumento da densidade do solo provocado pela máquina colhedora não é suficiente para afetar a produção de massa forrageira do capim Elefante.

3. O corte à altura de 10 cm acima do nível do solo proporciona maior produção de massa forrageira do capim Elefante e resulta em menor perda de água do solo por transpiração.

EFFECTS OF MECHANICAL HARVEST ON THE YIELD OF Pennisetum purpureum, Schum AND ON SOME SOIL ATTRIBUTES

Author: SÉRGIO ARI RIBEIRO

Adviser: Prof. Dr. ZILMAR ZILLER MARCOS

SUMMARY

This study was done with the purpose of obtaining information on the effects of mechanically harvesting Elefante grass (Pennisetum purpureum, Schum) over some selected soil attributes. An attempt was made to determine the cutting height for maximum yield. The experimental design consisted of a randomized block layout with three main treatments (cutting height) and four replications. Plots were harvested four times at 45 - day intervals (split plot on time).

The results obtained and the interpretation of the statistical analysis led to the following conclusions:

1. Machine harvesting Elefante grass significantly affected soil bulk density, soil resistance to penetration and soil hydraulic conductivity. The magnitude of these effects however were not identical.

2. The increase in soil bulk density caused by the mechanical harvester was not sufficient to affect the yield of Elefante grass.

3. Cutting height at 10 cm above ground level yielded the highest forage and resulted in lower soil moisture losses due to grass transpiration.

1. INTRODUÇÃO

O solo, como meio natural para o crescimento e desenvolvimento dos vegetais, deve ser fértil, isto é, apresentar características químicas e físicas adequadas.

As características físicas de um solo podem ser modificadas conforme as práticas de cultivo adotadas, ocorrendo mudanças num curto período de tempo ou apenas após um manejo contínuo e prolongado.

Analisando-se estudos relacionados a sistemas de preparo do solo e a influência destes sobre propriedades físicas, verificou-se que existe uma diversidade de comportamento do solo, em resposta a um mesmo sistema.

Com o expressivo aumento do emprego da motomecanização na agricultura e o desenvolvimento e aperfeiçoamento de máquinas e implementos destinados às várias fases da produção agrícola, muitos problemas relacionados à física do solo têm surgido quando tais equipamentos são utilizados indiscriminadamente, causando o depauperamento dos solos. Esse problema é evidenciado em todo o mundo.

Dentre as máquinas e implementos utilizados no preparo do solo, o arado e a grade, quando manejados incorretamente, têm sido mencionados como dois dos responsáveis pela compactação do solo, dificultando o movimento hídrico tanto pela infiltração como pela percolação ou ascensão capilar, além de prejudicar o desenvolvimento do sistema radicular das plantas que, devido a resistência oferecida pelo solo, não consegue penetrar nas camadas mais profundas.

A compactação é considerada artificial quando causada por máquinas e implementos agrícolas usados no preparo do solo, plantio, cultivo, colheita ou mesmo no transporte dos produtos agrícolas.

O tráfego de máquinas exerce grande influência na compactação do solo. A extensão e a profundidade da compactação, no caso dos veículos agrícolas, dependem da pressão que os rodados exercem sobre a superfície do solo, e do número de passadas.

Observações realizadas por docentes da área de forragicultura da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP de Botucatu*, constataram efeitos depressivos, ao longo dos anos, na utilização do conjunto colhedora-picadora de forragem ("TAARUP") em capineira de graminea Elefante (Pennisetum purpureum, Schum).

* Comunicação pessoal

Essas observações assumem valor expressivo no campo da Zootecnia, pois o capim Elefante (Pennisetum purpureum, Schum) é uma das mais importantes gramíneas dos trópicos utilizada para cortes em capineiras nas diferentes regiões do país.

O efeito da utilização de máquinas e implementos agrícolas em campos de forragens é frequentemente expresso em termos de compactação. Sabe-se, entretanto, que o efeito de pressões sobre o solo é condicionado pelo seu teor de água.

Contínuas ações mecânicas sobre o solo promovem, geralmente, um aumento na sua densidade e na resistência à penetração. Consequentemente, são esperadas variações na condutividade hidráulica, no regime hídrico e nas condições de aeração do solo. Esses efeitos, por sua vez, devem afetar o crescimento da forrageira e o desenvolvimento do seu sistema radicular, os quais, provavelmente, afetarão a quantidade de matéria orgânica incorporada pela gramínea. Considerando-se que o teor de matéria orgânica do solo (expresso analiticamente como carbono orgânico) exerce apreciável influência em suas propriedades físicas, percebe-se que há uma interação de causas na problemática da compactação artificial em pastagens.

Assim sendo, o presente trabalho tem por objetivo, verificar a validade das seguintes hipóteses:

1. A utilização da máquina colhedora de forragem em períodos consecutivos de cortes promove um aumento da

densidade e resistência à penetração do solo.

2. O aumento da densidade do solo afeta a produção de massa forrageira do capim Elefante.

3. Há uma altura de corte crítica em relação à produção de massa forrageira do capim Elefante.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Mecanização e Comportamento do Solo

A compactação do solo pode ser entendida como a aproximação de suas partículas (umas em relação às outras) devido à aplicação de cargas, sendo esse aumento uma função da carga aplicada e do conteúdo de água. A compactação pode ser avaliada pela variação observada no valor numérico da densidade do solo.

A utilização de máquinas e implementos agrícolas no amanho do solo, o tráfego de veículos durante as diversas fases da produção agrícola são algumas das maneiras mais frequentes de aplicação de cargas sobre o solo.

Ulrich e Anderson citados por QUINTILIANO et alii (1961), comparando um solo virgem com outro equivalente cultivado durante cerca de 50 anos, concluíram que os anos de cultivo aumentaram a densidade do subsolo e diminuíram a sua capacidade de utilizar a água disponível. Verificaram, ainda, que a porosidade reduziu-se, em qualquer tipo de solo, por efeito do amanho.

Um estudo feito com várias operações de amanho, no Havai, por Trowse e Baver, citado por BAVER (1972), revelou que quase todas as máquinas e implementos agrícolas formam algum tipo de soleira em solos úmidos.

As relações entre a variação na estrutura e o teor de água, estudadas por diversos autores, são assim expressas por BAVER (1972) "a densidade do solo, sob uma pressão constante, tende a aumentar com o aumento do conteúdo de água até atingir um valor máximo, vindo a decrescer com posteriores adições de água".

A modificação na porosidade do solo tem como efeito registrados por BAVER et alii (1972), variação nas condições de infiltração, retenção de água e arejamento que estão estreitamente relacionadas com a estrutura do solo. Observações, citadas por BAVER (1972), em vários perfis de solos preparados para cultivo indicaram que 60 a 70% do solo arado foi recompactado pela utilização da grade de discos. Mas, segundo PARKER & LARSON (1972), os métodos de aração podem alterar a atividade biológica do solo através de mudanças na umidade, temperatura, aeração e, também, afetar diretamente a disponibilidade de nutrientes e o crescimento da planta. Onde-se conclui que o efeito da compactação nas plantas pode ser direto ou indireto. De fato, RAMOS & WILES (1974), trabalhando com sistema convencional de amanho, concluíram que os seguidos revolvimentos de terra durante o preparo do solo, causam contínuas modificações em sua estrutura e que a com-

pactação oferece resistência à penetração das raízes ou limita a aeração no solo.

Embora a ação de máquinas e implementos cause , de um modo geral, alterações frequentemente indesejáveis na estrutura do solo a combinação do amanho da terra com a incorporação de restos vegetais pode modificar esse efeito. SALGADO (1979), estudando o efeito de sistemas de aração e de manejo da palhada do milho em propriedades físicas e químicas do solo e em características das plantas (trabalhando com arados de discos e de aiveca , enxada rotativa, e grade pesada) verificou que o efeito dos arados sobre a porosidade total foi observado quando o manejo da palhada foi executado com a grade pesada. O revolvimento superficial causado pela grade reduziu os efeitos do arado de aiveca diminuindo-se significativamente a porosidade total, quando comparado com o arado de discos. A enxada rotativa influenciou negativamente o valor da porosidade total, isto provavelmente devido a elevada desagregação do solo com o emprego dessa máquina, ocorrendo uma redistribuição dos poros e redução no diâmetro dos macroporos.

O efeito desagregador do amanho e suas consequências nas relações de porosidade do solo foi registrado também por SILVA et alii (1981). Esses autores observaram, em solos submetidos a preparo convencional durante mais de 20 anos, uma diminuição no tamanho dos agregados estáveis em água, na macroporosidade e na velocidade de

infiltração de água, e um aumento da resistência à penetração de raízes e da densidade do solo.

Convém ressaltar que a aplicação de energia ao solo através de máquinas e implementos poderá produzir efeitos diferentes em função do teor de água existente no solo. BELTRAME et alii (1981), verificaram que o preparo do solo sob condições úmidas provoca compactação, reduz a taxa de infiltração e aumenta o volume de escoamento superficial em solos com declive.

2.2. Altura de Corte e Rebrotação do Capim Elefante.

A altura acima do nível do solo na qual é cortado o capim Elefante (Pennisetum purpureum, Schum) influi, provavelmente, na capacidade da rebrotação, recuperação e persistência da comunidade vegetal, como também no seu rendimento. CARO-COSTAS & VICENTE-CHANDLER (1961), efetuando cortes a aproximadamente 7 cm e 20 cm acima do nível do solo, em capim Elefante Napier e outras gramíneas forrageiras tropicais bem fertilizadas, observaram que os rendimentos foram superiores para os cortes baixos. Resultados semelhantes foram obtidos por HERRERA et alii (1967). Os autores admitiram que os cortes rentes ao solo parecem ser os mais apropriados e os cortes a 15, 30 ou 50 cm oferecem ligeiro aumento na porcentagem de proteína bruta do capim Elefante Napier.

No Brasil, todavia, WERNER et alii (1965/1966), ao cortarem o capim Elefante Napier às alturas de 1-3, 30-

-40 e 70-80 cm do nível do solo, concluíram que o corte baixo foi inferior aos demais e recomendaram um manejo acima de 30-40 , mas não superior a 80-90 cm, quando usado para pastoreio. Além disso, esse autor e seus colaboradores (WERNER et alii, 1973) verificaram, posteriormente, haver um efeito modificador na produção devido a repetição de cortes a diversas alturas em função do tempo. Ao cortarem o capim Elefante Napier às alturas rentes (2-4 cm) e média (15-20 cm), em intervalos de 4 a 8 semanas, observaram que o "stand" para o tratamento de 2-4 cm do nível do solo a intervalos de 4 semanas foi drasticamente reduzido a partir do 7º corte (início de outono) , afetando a produção de outono e inverno e a rebrota da gramínea na primavera subsequente. Mostraram também que cortes frequentes rentes ao solo são prejudiciais à manutenção do "stand" do capim Napier. Para o tratamento corte rente , a cada 8 semanas, não houve redução apreciável do "stand" e a sua produção foi superior ao corte médio a cada 8 semanas. Isto porque, após cada corte, mesmo na altura "média", a rebrotação provinha, quase que totalmente, de gemas basilares.

A altura de corte praticada com uma colhedora-picadora de forragem não tem apenas um efeito imediato na quantidade de massa forrageira colhida, mas poderá interferir no crescimento e desenvolvimento subsequente do capim, afetando, conseqüentemente, as produções futuras.

A relação altura de corte/comportamento fisiológico da gramínea foi comentada detalhadamente por GONÇA-

LEZ (1980). Alguns dos aspectos do problema, estudados por diversos autores, conforme citados por GONÇALEZ, são os seguintes:

a) Não ocorrem diferenças significativas entre o número de perfilhos laterais quando a altura de corte do capim Elefante passou de 15-30 cm para 30-35 cm com frequência de 45 dias (CORSI & FURLAN, 1973);

b) A brotação proveniente de meristemas apicais oferece, aparentemente, maiores produções, enquanto que a oriunda das gemas basilares determina o perfilhamento da touceira (GOMIDE, 1973);

c) O corte do capim Elefante aos 56 dias de idade, tiveram 100% de seus meristemas apicais eliminados e brotação basilar de 71,9%, demonstrando nos cortes subsequentes quedas no vigor da rebrotação (ANDRADE & GOMIDE, 1971);

d) Em forrageiras cespitosas, o grau de exposição do meristema apical ao corte é variável em função da precocidade com que se verifica o alongamento do caule (GOMIDE, 1973), e a sua remoção condiciona a recuperação da planta através das brotações das gemas axilares e basilares (AITKEN, 1962; LANGER, 1959);

e) A brotação das gemas axilares e basilares é estimulada após a eliminação dos meristemas apicais, em virtude da cessação do fenômeno da dominância (GOODIN, 1972; LEOPOLD, 1949);

f) As brotações basilares são menos competitivas que aquelas originárias de meristemas apicais e a eficiência do mecanismo da rebrotação a partir de gemas basilares parece estar relacionada com o estágio de desenvolvimento da planta por ocasião do corte (PAULA et alii, 1967; TARDIN et alii, 1971).

Tem-se, portanto, evidências na literatura consultada de que a utilização de um conjunto mecânico automotriz para a colheita de forragem deve ser considerada sob esses dois aspectos focalizados: a simples passagem do conjunto de veículos sobre o solo e suas consequências e a altura do corte praticada na forrageira e suas consequências.

Este trabalho foi realizado com o intuito de estudar esses dois itens.

3. MATERIAL E MÉTODO

3.1. Local, Clima e Solo

O experimento se desenvolveu no Centro Intraunidade de Zootecnia e Indústrias Pecuárias Fernando Costa - CIZIP, da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, situado no município de Pirassununga, Estado de São Paulo, a 21º 59'01" de latitude S e 47º 20'06" de longitude W. Gr., apresentando: clima tropical, tipo savana, segundo a classificação climática de BLAIR (1942) ou Cwa, segundo KÖPPEN e GEIGER (1936) , com uma temperatura média anual de 20,8°C e precipitação pluviométrica anual de 1298 mm; solo tipo Latossol Vermelho-Escuro. As condições climáticas durante a fase experimental são apresentadas na Tabela 1 (Apêndice).

3.2. Área Experimental

Foi escolhida uma área de 3251,25 m² na qual havia uma cobertura vegetal de capim Elefante apresentando

falhas em sua extensão. Para a uniformização da cobertura na área útil (480 m^2) atendeu-se à necessidade de se estabelecer um tratamento prévio para o estudo.

Inicialmente procedeu-se ao rebaixamento do capim Elefante a 12 cm de altura com o conjunto trator-colhedora-carreta (em 25/06/84), seguindo-se a limpeza e a delimitação da área experimental em parcelas experimentais correspondentes a cada tratamento dentro dos respectivos blocos (em 27/06/84). A área de cada parcela foi de 40 m^2 ($10 \text{ m} \times 4 \text{ m}$), sendo as suas extremidades distanciadas de 7,5 m para o livre trânsito do conjunto trator-colhedora-carreta.

Para a avaliação da fertilidade foi retirada uma amostra-composta de solo (em 03/07/84), cujo resultado da análise química (Tabela 1) demonstrou a necessidade de correção e adubação do solo.

TABELA 1 - Resultado da análise química de solo antes da aplicação dos tratamentos estudados (dados em $\text{mg}/100 \text{ g}$, exceto pH e C).

pH	C%	PO_4^{---}	K^+	Ca^{++}	Mg^{++}	Al^{+++}	H^+
5,0	1,56	0,02	0,22	1,00	0,60	0,35	5,76

A operação calagem foi realizada manualmente (em 17/07/84) com a distribuição a lanço de 4,4 toneladas de calcário dolomítico por hectare, visando elevar a saturação de base a 60%, valor exigido pelo capim Elefante quando usado para capineira, segundo WERNER (1984).

A adubação constituiu-se na aplicação a lanço de 833,33 kg/ha de superfosfato simples (150 kg P_2O_5 /ha) e 200 kg/ha de cloreto de potássio (120 kg K_2O /ha). Os adubos fosfatado e potássico foram colocados juntos por ocasião do replantio de mudas do capim Elefante (em 09/08/84).

A adubação de cobertura também realizada a lanço foi de 500 kg/ha de sulfato de amônio (100 kg N/ha), parcelada em cinco aplicações, constituindo, cada aplicação, em uma mistura de 1:1,10 de sulfato de amônio e Minercal agrícola, que teve por finalidade acelerar o desenvolvimento do capim e neutralizar o poder acidificante do adubo nitrogenado utilizado. A primeira aplicação em cobertura deu-se após 30 dias ao replantio de mudas do capim Elefante.

Quando devidamente organizado o "stand" da cultura, foi realizado um corte de uniformização com alfanje (em 23/11/84) a uma altura aproximada de 10 cm em relação ao nível do solo, em todas as parcelas experimentais, procedendo-se nessa ocasião à segunda aplicação nitrogenada em cobertura. Todas essas operações foram realizadas manualmente.

3.3. Material

O material utilizado para a realização do trabalho foi o seguinte:

- Trator agrícola MF 65 x (61,35 cv), pneus dianteiros 7.50-16, com 32 lb/pol²; pneus traseiros 14-9/13-28, com 16 lb/pol²;

- Colhedora-picadora de forragem "TAARUP", ICMA, pneus 6.00-16 com 25 lb/pol², largura de corte: 1,10 m;
- Carreta agrícola PONTAL, pneus 6-50-16 com 40 lb/pol², capacidade de carga: 1,3 t;
- Bandeja para saturação com água;
- Permeâmetro de carga hidráulica constante;
- Penetrômetro .0001" LC-2B (SOILTEST, INC. 2205 LEE ST., EVANSTON, ILLINOIS, USA);
- Cilindros volumétricos;
- Estufa 110°C;
- Estacas, martelo, faca, castelo;
- Balança analítica.

3.4. Conduta Experimental

Com o emprego do conjunto trator-colhedora-carreta foram realizados quatro cortes do capim Elefante, às alturas de 10 , 20 e 30 cm acima do nível do solo, com intervalo de 45 dias, nos meses de janeiro, fevereiro, abril e maio de 1985, correspondendo ao 1º, 2º, 3º e 4º períodos de corte.

Para a caracterização do solo foram retiradas amostras com cilindro metálico de volume conhecido (99,28 cm³), em pontos de amostragem (PA) denominados 0PA, 1PA, 2PA e 3PA, correspondendo respectivamente a: 0PA - local de solo onde não havia passagem do rodado do equipamento; 1PA - passagem do rodado da colhedora de forra-

gem; 2PA - passagem do rodado da carreta; e 3PA - local onde se verificava a passagem do rodado do trator e colhedora. Essas amostras destinaram-se às seguintes análises: carbono orgânico (%) e teor de água (%) a 5 e 10 cm de profundidade do solo, densidade do solo (g/cm^3), e condutividade hidráulica (cm/h).

Os métodos de análise utilizados foram:

- a) Carbono orgânico: via úmida (ESALQ-USP) e ao rubro segundo MITCHELL (1932);
- b) Teor de água no solo: gravimétrico;
- c) Densidade do solo: anel volumétrico;
- d) Condutividade hidráulica: permeâmetro de carga hidráulica constante.

Nos pontos de amostragem também foram realizadas leituras com o penetrômetro para avaliar a resistência à penetração do solo, após a passagem do conjunto trator-colhedora-carreta.

Após cada corte do capim Elefante foi realizada uma adubação nitrogenada de cobertura (20 kg N/ha), utilizando-se a proporção de 1:1,10 de sulfato de amônio e Mineral agrícola, em todas as parcelas experimentais.

Uma amostra-composta de solo foi retirada após o 2º, 3º e 4º cortes para avaliação da fertilidade, cujos resultados das análises químicas são apresentados na Tabela 2.

TABELA 2 - Resultados das análises químicas de solo após o 2º, 3º e 4º cortes do capim Elefante (dados em emg/100 g, exceto pH e C).

Cortes	pH	C%	PO ₄ ⁻⁻⁻	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Al ⁺⁺⁺	H ⁺
2º	6,2	1,83	0,07	0,11	2,78	2,02	0,13	3,84
3º	6,3	1,89	0,08	0,12	3,12	2,56	0,10	2,69
4º	6,2	2,04	0,04	0,02	3,12	1,84	0,22	3,41

Para estimar a produção de massa forrageira do capim Elefante conforme os períodos de corte, fez-se uma pesagem no campo da produção obtida em cada parcela experimental.

A título de informação foram determinadas análises bromatológicas do capim Elefante (matéria seca %, proteína bruta % e fibra %), à temperatura de 65°C, segundo a "ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS" (1960). Os dados referem-se a uma amostragem média dos blocos conforme a altura de corte, nos quatro períodos de corte.

3.5. Delineamento Experimental

Nas diversas análises realizadas, dado o objetivo do trabalho, foi dada uma atenção especial para o comportamento das variáveis estudadas segundo os níveis do fator períodos de corte.

Para a análise da variável produção foi utilizado um delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições e três tratamentos, perfazendo 12 unidades experimentais (parcelas).

Os tratamentos constaram de três alturas de corte da gramínea Elefante, isto é, 10 , 20 e 30 cm a partir do nível do solo, realizados em quatro períodos de 45 dias.

Foi adotado o modelo estatístico de parcelas subdivididas no tempo ("split-plot on time"), como segue:

$$Y_{ijk} = m + C_i + b_j + Cb_{ij} + P_k + CP_{ik} + e_{ijk}$$

onde: Y_{ijk} = observação

m = média

C_i = efeito de alturas de corte C , com $i = 1, 2 \dots I$

b_j = efeito de blocos, com $j = 1, 2, \dots, J$

Cb_{ij} = interação alturas de corte x blocos, usada como resíduo (a), a nível de parcelas

P_k = efeito dos períodos P , usados como tratamento nas subparcelas, com $K = 1, 2, \dots, K$

CP_{ik} = efeito da interação alturas de corte x períodos

e_{ijk} = erro experimental ou erro a nível de subparcelas

Observação: $e_{ijk} = Pb_{jk} + CbP_{ijk}$

O quadro da análise da variância foi o seguinte:

Causas da variação	G.L.	Q.M.	F
Alturas (C)	I-1	V_1	V_1/V_3
Blocos (B)	J-1	V_2	V_2/V_3
Resíduo (a)	(I-1) (J-1)	V_3	-
Parcelas	IJ-1		
Períodos	K-1	V_4	V_4/V_6
Interação C x P	(I-1) (K-1)	V_5	V_5/V_6
Resíduo (b)	I (J-1) (K-1)	V_6	-
Total	IJK - 1		

Para as demais variáveis estudadas foi adotado o modelo estatístico de parcelas subsubdivididas no tempo ("split-split-plot on time"), como segue:

$$Y_{ijks} = m + C_i + b_j + Cb_{ij} + D_k + CD_{ik} + CbD_{ijk} \\ + P_s + CP_{is} + DP_{ks} + CDP_{iks} + e_{(iks)_j}$$

onde: Y_{ijks} = observação

m = média

C_i = efeito de alturas de corte C, com
 $i = 1, 2 \dots I$

b_j = efeito de blocos, com $j = 1, 2, \dots J$

Cb_{ij} = interação alturas de corte x blocos, usada
como resíduo (a), a nível de parcelas

- D_k = efeito de pontos de amostragem, com $i = 1, 2, \dots, I$
- CD_{ik} = efeito da interação alturas de corte x pontos de amostragem
- CbD_{ijk} = interação alturas de corte x blocos x pontos de amostragem, usada como resíduo (b), a nível de subparcelas
- P_s = efeito de períodos de corte, com $s = 1, 2, \dots, S$
- CP_{is} = efeito da interação alturas de corte x períodos de corte
- DP_{ks} = efeito da interação pontos de amostragem x períodos de corte
- CDP_{iks} = efeito da interação alturas de corte x pontos de amostragem x períodos de corte
- $e_{(iks)_j}$ = erro experimental ou erro a nível de subparcelas, usado como resíduo (c)

Observações:

- a) Foi utilizado o teste de Tukey para localizar diferenças significativas entre médias de níveis de fatores, a um nível de significância de 5% de probabilidade.
- b) Foi feita a transformação de dados $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$ para as variáveis teor de água no solo e carbono orgânico a 5 e 10 cm de profundidade, com a finalidade de que a suposição de normalidade dos dados seja satisfeita. Os dados de tais variáveis ocorrem em porcentagens.

O quadro da análise da variância foi o seguinte:

Causas da variação	G.L.	Q.M.	F
Alturas (C)	I-1	V_1	V_1/V_3
Blocos (B)	J-1	V_2	V_2/V_3
Resíduo (a)	(I-1) (J-1)	V_3	-
Parcelas	IJ-1		
Pontos	K-1	V_4	V_4/V_6
Alt. x Pontos	(I-1) (K-1)	V_5	V_5/V_6
Resíduo (b)	I (K-1) (J-1)	V_6	
Subparcelas	IJK-1		
Períodos	S-1	V_7	V_7/V_{11}
Alt. x Períodos	(I-1) (S-1)	V_8	V_8/V_{11}
Pontos x Períodos	(K-1) (S-1)	V_9	V_9/V_{11}
Alt. x Per. x Pon.	(I-1) (K-1) (S-1)	V_{10}	V_{10}/V_{11}
Resíduo (c)	IK (S-1) (J-1)	V_{11}	
Total	IJKS-1		

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Serão apresentados conjuntamente os resultados e alguns comentários pertinentes ao seu significado em confronto com as hipóteses deste trabalho.

4.1. Carbono Orgânico (%)

a) Via Úmida

Na Tabela 3 são apresentados os dados obtidos para carbono orgânico (%) a 5 e 10 cm de profundidade do solo, determinado pelo método via úmida. Nota-se que há pequena variação nos dados obtidos, embora os valores para o 2º período sejam ligeiramente menores que os demais.

Essa variação é indicada pelos resultados da análise de variância. As Tabelas 4 e 5 mostram as análises referentes a profundidade de 5 cm. Nota-se um efeito altamente significativo ($P < 0,01$) para o fator período de cortes.

TABELA 3 - Carbono orgânico (%) para os tratamentos estudados (altura de corte: 10 cm, 20 cm e 30 cm) por período de corte e pontos de amostragem (PA)* a duas profundidades de amostragem (5 e 10 cm). Médias de quatro repetições.

Tratamentos	1º Período		2º Período		3º Período		4º Período	
	OPA	1PA	OPA	1PA	OPA	1PA	OPA	1PA
<u>Amostragem a 5 cm</u>								
10 cm	2,50	2,41	2,47	2,18	2,61	2,40	2,44	2,56
20 cm	2,38	2,74	2,20	2,41	2,43	2,55	2,62	2,64
30 cm	2,76	2,64	2,22	2,37	2,49	2,56	2,53	2,68
<u>Amostragem a 10 cm</u>								
10 cm	2,19	2,11	1,96	2,01	2,17	2,07	2,23	2,49
20 cm	2,29	2,07	2,00	2,07	2,08	2,37	2,20	2,34
30 cm	2,40	2,35	1,93	2,29	1,98	2,08	2,26	2,35

*PA - ver item 3.4.

Essa significância é devida aos menores valores do 2º período de corte em relação ao 1º e 4º períodos, conforme mostra a Tabela 5.

TABELA 4 - Análise de variância de carbono orgânico (%) a 5 cm de profundidade do solo (via úmida). Dados transformados para arc sen $\sqrt{x/100}$.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Prob. > F
Blocos	3	2,3300038	0,78	2,4241	0,16390
Alturas	2	0,3717471	0,1858736	0,5801	0,59159
Resíduo (a)	6	1,9223730	0,3203955		
Parcelas	11	4,6241240			
Pontos	1	0,1435587	0,1435587	0,3924	0,55205
Alt. x Pontos	2	1,2066184	0,6033092	1,6490	0,24493
Resíduo (b)	9	3,2927847	0,3658650		
Subparcelas	23	9,2670857			
Períodos	3	3,8568375	1,2856125	4,7989	0,00519**
Alt. x Períodos	6	0,6249780	0,1041630	0,3888	0,88318
Per. x Pontos	3	0,1066891	0,0355630	0,1327	0,93941
Alt. x Per. x Pon.	6	1,2899299	0,2149883	0,8025	0,57368
Resíduo (c)	54	14,4665303	0,2678987		
Total	95	29,6120507			

** $P < 0,01$

Média Geral = 9,069556

c.v. parcelas = 2,207%

c.v. subparcelas = 3,335%

c.v. subsubparcelas = 5,707%

TABELA 5 - Carbono orgânico (C% orgânico) a 5 cm de profundidade do solo - Teste de Tukey para médias de períodos de cortes ($\Delta_{,05} = 0,39$). Dados transformados para $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$.

Períodos de Cortes	C% orgânico (via úmida) (5 cm)
1º	9,22 a
2º	8,73 b
3º	9,09 ab
4º	9,23 a

Obs.: Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado.

Os resultados da análise de variância de carbono orgânico (%) a 10 cm de profundidade do solo (via úmida) também apresentaram um efeito significativo ($P < 0,01$) para o fator períodos de cortes, conforme mostra a Tabela 6.

Verificou-se, também que, para a profundidade de amostragem de 10 cm houve diferença significativa do 2º período de corte em relação ao 4º período de corte, conforme mostra a Tabela 7.

Os resultados apresentados pela variável C% orgânico (via úmida) durante os períodos de corte indica que

TABELA 6 - Análise de variância de carbono orgânico (%) a 10 cm de profundidade do solo (via úmida). Dados transformados para arc sen $\sqrt{x/100}$.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Prob.>F
Blocos	3	2,5924707	0,8641569	2,0796	0,20419
Alturas	2	0,1785802	0,0892901	0,2149	0,81321
Resíduo (a)	6	2,4932556	0,4155426		
Parcelas	11	5,2643065			
Pontos	1	0,4923405	0,4923405	3,8419	0,07929
Alt. x Pontos	2	0,1715875	0,0857937	0,6695	0,53918
Resíduo (b)	9	1,1533478	0,1281498		
Subparcelas	23	7,0815823			
Períodos	3	4,0003684	1,3334561	4,2980	0,00875**
Alt. x Períodos	6	1,7381347	0,2896891	0,9337	0,52034
Per. x Pontos	3	1,2038270	0,4012757	1,2934	0,28539
Alt. x Per. x Pon.	6	1,1724684	0,1954114	0,6298	0,70771
Resíduo (c)	54	16,7536183	0,3102522		
Total	95	31,9499991			

** $P < 0,01$

Média Geral = 8,473861

c.v. parcelas = 2,690%

c.v. subparcelas = 2,112%

c.v. subsubparcelas = 6,573%

TABELA 7 - Carbono orgânico (C% orgânico) a 10 cm de profundidade do solo - Teste de Tukey para médias de períodos de cortes ($\Delta_{,05} = 0,42$). Dados transformados para $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$.

Períodos de cortes	C% orgânico (via úmida) (10 cm)
1º	8,58 ab
2º	8,20 a
3º	8,37 ab
4º	8,74 b

Obs. Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado.

a quantidade de matéria orgânica que possa ter sido incorporada ao solo pelos resíduos vegetais foi neutralizada pela taxa de decomposição. O fato de ter ocorrido uma diminuição significativa no 2º período em relação aos demais poderia ser atribuído a uma decomposição mais intensa nesse período devido ao decréscimo na precipitação pluviométrica, ou a uma variação devido a amostragem. Entretanto a ocorrência de menores valores no 2º período para as duas profundidades de amostragem pode sugerir que não tenha havido uma deposição de raízes durante o 2º período.

b) Ao rubro

Os dados obtidos para carbono orgânico (%) a 5 cm e 10 cm de profundidade do solo, determinado pelo método ao rubro, são apresentados na Tabela 8.

TABELA 8 - Carbono orgânico (%) para os tratamentos estudados (altura de corte: 10 cm, 20 cm e 30 cm) por período de corte e pontos de amostragem (PA)* a duas profundidades de amostragem (5 e 10 cm). Médias de quatro repetições.

Tratamentos	1º Período		2º Período		3º Período		4º Período	
	OPA	1PA	OPA	1PA	OPA	1PA	OPA	1PA
<u>Amostragem a 5 cm</u>								
10 cm	15,13	15,29	16,10	15,93	15,33	16,59	15,24	14,88
20 cm	15,25	15,17	15,56	15,91	15,84	16,45	14,80	15,35
30 cm	15,29	15,09	15,51	15,72	15,78	16,03	13,85	15,36
<u>Amostragem a 10 cm</u>								
10 cm	15,24	15,00	15,62	15,80	15,52	15,16	14,48	14,92
20 cm	14,81	15,16	14,45	15,04	15,42	15,86	14,57	14,91
30 cm	15,01	14,89	14,52	15,85	15,65	15,57	14,76	14,20

*PA - ver item 3.4.

A análise de variância de carbono orgânico (%) a 5 cm de profundidade do solo (ao rubro) mostrou um efeito significativo ($P < 0,01$) para o fator períodos de cortes, e

para pontos de amostragem ($P < 0,05$), como se pode observar na Tabela 9.

TABELA 9 - Análise de variância de carbono orgânico (%) a 5 cm de profundidade do solo (ao rubro). Dados transformados para $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Prob. > F
Blocos	3	1,9979662	0,6659887	1,4449	0,32001
Alturas	2	0,6525988	0,3262994	0,7079	0,53236
Resíduo (a)	6	2,7654780	0,4609130		
Parcelas	11	5,4160430			
Pontos	1	1,7493989	1,7493989	5,9704	0,03571*
Alt. x Pontos	2	0,1460550	0,0730275	0,2492	0,78646
Resíduo (b)	9	2,6371194	0,2930133		
Subparcelas	23	9,9486162			
Períodos	3	11,5863123	3,8621041	12,6671	0,00002**
Alt. x Períodos	6	0,6564238	0,1094040	0,3588	0,90149
Per. x Pontos	3	1,3833774	0,4611258	1,5124	0,22055
Alt. x Per. x Pon.	6	3,0849276	0,5141546	1,6863	0,14159
Resíduo (c)	54	16,4641818	0,3048923		
Total	95	43,1238392			

* $P < 0,05$

** $P < 0,01$

Média Geral = 23,160320

c.v. parcelas = 1,036%

c.v. subparcelas = 1,169%

c.v. subsubparcelas = 2,384%

A variação significativa para pontos de amostragem é devida à diferença significativa entre as médias dos pontos de amostragem OPA e LPA como se observa na Tabela 10.

TABELA 10 - Carbono orgânico (C% orgânico) a 5 cm de profundidade do solo - Teste de Tukey para médias de pontos de amostragem ($\Delta_{,05} = 0,25$). Dados transformados para arc sen $\sqrt{x/100}$.

Pontos de amostragem	C% orgânico (ao rubro) (5 cm)
OPA	23,02 a
LPA	23,29 b

Obs. Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado.

Quanto aos períodos de cortes observa-se pela Tabela 11 que houve diferença significativa da variável carbono orgânico ao rubro (5 cm) do 1º e 4º períodos de cortes em relação ao 2º e 3º períodos de cortes.

TABELA 11 - Carbono orgânico (C% orgânico) a 5 cm de profundidade do solo - Teste de Tukey para médias de períodos de cortes ($\Delta_{,05} = 0,42$). Dados transformados para arc sen $\sqrt{x/100}$.

Períodos de Cortes	C% orgânico (ao rubro) (5 cm)
1º	22,95 a
2º	23,41 b
3º	23,57 b
4º	22,71 a

Obs. Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado.

Os resultados da análise de variância de carbono orgânico (%) a 10 cm de profundidade do solo (ao rubro) também mostraram um efeito significativo ($P < 0,01$) para o fator períodos de cortes (Tabela 12).

TABELA 12 - Análise de variância de carbono orgânico (%) a 10 cm de profundidade do solo (ao rubro).
Dados transformados para arc sen $\sqrt{x/100}$.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Prob. > F
Blocos	3	3,0250860	1,0083620	3,1778	0,10624
Alturas	2	0,4560092	0,2280046	0,7185	0,52782
Resíduo (a)	6	1,9039167	0,3173194		
Parcelas	11	5,3850119			
Pontos	1	0,5703760	0,5703760	3,0929	0,11001
Alt. x Pontos	2	0,4778363	0,2389181	1,2955	0,32067
Resíduo (b)	9	1,6597305	0,1844145		
Subparcelas	23	8,0929546			
Períodos	3	6,4327001	2,1442334	7,7538	0,00040**
Alt. x Períodos	6	2,5362808	0,4227135	1,5286	0,18589
Per. x Pontos	3	1,3303281	0,4434427	1,6035	0,19802
Alt. x Per. x Pon.	6	1,8614044	0,3102341	1,1218	0,36202
Resíduo (c)	54	14,9330697	0,2765383		
Total	95	35,1867377			

** $P < 0,01$

Média Geral = 22,861860

c.v. parcelas = 0,871%

c.v. subparcelas = 0,939%

c.v. subsubparcelas = 2,300%

Observou-se diferença significativa do 1º e 4º períodos de cortes em relação ao 3º período de corte e também do 2º período de corte em relação ao 4º período de corte (Tabela 13).

TABELA 13 - Carbono orgânico (C% orgânico) a 10 cm de profundidade do solo - Teste de Tukey para médias de períodos de cortes ($\Delta_{0,05} = 0,40$).
Dados transformados para $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$.

Períodos de cortes	C% orgânico (ao rubro) (10 cm)
1º	22,80 ab
2º	22,95 bc
3º	23,21 c
4º	22,49 a

Obs.: Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado.

Os resultados apresentados pela variável C% orgânico (ao rubro) durante os períodos de cortes indica, que o sistema radicular do capim Elefante foi igualmente desenvolvido a 5 e 10 cm de profundidade do solo. A pequena variação entre os períodos de corte não permite aceitar como definitivo que tenha havido algum efeito dos tratamentos no teor de carbono do solo expresso pelos dois métodos de análise. Estudos mais detalhados poderão esclarecer essa questão. No entanto, é conveniente mencionar

que os teores de C% em todos os casos estudados é elevado devido à presença da cobertura vegetal com capim Elefante. Estes teores altos influem sobre o comportamento físico e químico do solo como será comentado a seguir.

4.2. Teor de Água no Solo (%)

Os dados obtidos para teor de água no solo (%) a 5 cm de profundidade, são apresentados na Tabela 14.

TABELA 14 - Teor de água no solo (%) para os tratamentos estudados (altura de corte: 10 cm, 20 cm e 30 cm) por período de corte e pontos de amostragem (PA)* a duas profundidades de amostragem (5 e 10 cm). Médias de quatro repetições.

Tratamentos	1º Período		2º Período		3º Período		4º Período	
	OPA	1PA	OPA	1PA	OPA	1PA	OPA	1PA
<u>Amostragem a 5 cm</u>								
10 cm	30,18	28,41	19,90	19,93	24,47	26,30	26,14	26,96
20 cm	27,86	28,75	23,95	24,24	26,81	29,31	26,81	32,02
30 cm	27,72	27,80	28,75	29,90	24,89	25,91	26,14	26,11
<u>Amostragem a 10 cm</u>								
10 cm	29,36	29,56	20,67	21,13	24,88	25,67	25,50	26,87
20 cm	28,41	27,58	24,46	22,40	26,28	28,10	26,93	26,66
30 cm	28,35	28,59	26,30	26,32	23,94	26,41	25,65	25,99

*PA - ver item 3.4.

A análise de variância do teor de água no solo (%) a 5 cm de profundidade, apresentada na Tabela 15 mostrou um efeito altamente significativo ($P < 0,01$) para os fatores altura e períodos de corte e para a interação entre ambos.

De acordo com a Tabela 16, o teor de água no solo mostrou diferença significativa do 1º para o 2º período de corte, e do 2º para o 4º período de corte.

Os resultados da análise de variância do teor de água no solo (%) a 10 cm de profundidade, apresentados na Tabela 17, também mostraram um efeito altamente significativo ($P < 0,01$) para o fator períodos de cortes e para a interação altura x período.

Observou-se diferença significativa do 1º para os demais períodos de cortes e do 2º para o 3º e 4º períodos de cortes. As médias dos períodos e contrastes entre elas acham-se na Tabela 18.

Os valores das médias do teor de água no solo a 5 e 10 cm de profundidade apresentaram-se variáveis nos períodos de cortes, isto deve-se aos diferentes valores de precipitações pluviométricas ocorridos, sendo 364,5 mm, 327,6 mm, 317,3 mm e 83,3 mm, respectivamente no 1º, 2º, 3º e 4º períodos de cortes.

Os dados de teor de água registrados para os tratamentos estudados (Tabela 14), mostram valores em geral mais elevados para o tratamento corte a altura de 10 cm, indicando a participação marcante da planta na perda de

TABELA 15 - Análise de variância do teor de água no solo (%) a 5 cm de profundidade. Dados transformados para arc sen $\sqrt{x/100}$.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Prob. > F
Blocos	3	7,5426136	2,5142045	1,5071	0,30535
Alturas	2	38,4161123	19,2080561	11,5142	0,00949**
Resíduo (a)	6	10,0092648	1,6682108		
Parcelas	11	55,9679908			
Pontos	1	9,4836384	9,4836384	2,7167	0,13125
Alt. x Pontos	2	6,7380455	3,3690227	0,9651	0,58061
Resíduo (b)	9	31,4181853	3,4909095		
Subparcelas	23	103,6078599			
Períodos	3	96,3875503	32,1291834	7,7961	0,00038**
Alt. x Períodos	6	159,8196460	26,6366077	6,4633	0,00011**
Per. x Pontos	3	8,3565778	2,7855259	0,6759	0,57397
Alt. x Per. x Pon.	6	9,2311553	1,5385259	0,3733	0,89278
Resíduo (c)	54	222,5442198	4,1211893		
Total	95	599,9470091			

** $P < 0,01$

Média Geral = 31,014010

c.v. parcelas = 1,472%

c.v. subparcelas = 3,012%

c.v. subsubparcelas = 6,546%

TABELA 16 - Teor de água no solo a 5 cm de profundidade (U%) - Teste de Tukey para médias de períodos de cortes ($\Delta_{,05} = 1,55$). Dados transformados para arc sen $\sqrt{x/100}$.

Períodos de cortes	U%
1º	32,23 a
2º	29,51 b
3º	30,82 ab
4º	31,50 a

Obs.: Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado.

água do solo pelo fluxo ascendente através do sistema radicular. Isto se deve a transpiração mais elevada na cobertura vegetal de capim Elefante nos tratamentos em que o corte foi praticado a uma altura maior.

A interação altura x período que se observou para teor de água nas duas profundidades amostradas (5 cm e 10 cm) está relacionada a variação na precipitação pluviométrica entre um período e outro.

TABELA 17 - Análise de variância do teor de água no solo (%) a 10 cm de profundidade. Dados transformados para $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Prob. > F
Blocos	3	12,1542918	4,0514306	3,1117	0,11010
Alturas	2	9,2193742	4,6096871	3,5405	0,09630
Resíduo (a)	6	7,8118999	1,3019833		
Parcelas	11	29,1855659			
Pontos	1	1,3823571	1,3823571	1,1243	0,31760
Alt. x Pontos	2	2,6749036	1,3374518	1,0878	0,37890
Resíduo (b)	9	11,0655792	1,2295088		
Subparcelas	23	44,3084058			
Períodos	3	137,9947438	45,9982479	23,4878	0,00001**
Alt. x Períodos	6	59,1034876	9,8505813	5,0299	0,00057**
Per. x Pontos	3	7,2981142	2,4327047	1,2422	0,30301
Alt. x Per. x Pon.	6	3,4893112	0,5815519	0,2970	0,93512
Resíduo (c)	54	105,7531126	1,9583910		
Total	95	357,9471751			

** $P < 0,01$

Média Geral = 30,675570

c.v. parcelas = 1,315%

c.v. subparcelas = 1,807%

c.v. subsubparcelas = 4,562%

TABELA 18 - Teor de água no solo a 10 cm de profundidade (U%) - Teste de Tukey para médias de períodos de cortes ($\Delta_{0,05} = 1,07$). Dados transformados para arc sen $\sqrt{x/100}$.

Períodos de cortes	U%
1º	32,35 a
2º	28,97 b
3º	30,56 c
4º	30,82 c

Obs.: Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado.

4.3. Densidade do Solo (g/cm³)

Os dados obtidos para a densidade do solo (g/cm³) são apresentados na Tabela 19.

Os resultados da análise de variância da densidade do solo (g/cm³) apresentados na Tabela 20 mostraram um efeito significativo ($P < 0,05$) para o fator períodos de cortes.

Os parâmetros estatísticos mostram claramente, não haver efeito significativo do tráfego da máquina colhedora sobre o valor da densidade do solo, avaliado pela metodologia adotada.

TABELA 19 - Densidade do solo (g/cm^3) para os tratamentos estudados (altura de corte: 10 cm, 20 cm e 30 cm) por período de corte e pontos de amostragem (PA). Médias de quatro repetições.

Tratamentos	OPA	1PA	2PA	3PA	OPA	1PA	2PA	3PA
	<u>1º Período</u>				<u>2º Período</u>			
10 cm	0,91	1,10	1,12	1,01	1,00	1,07	1,11	1,06
20 cm	1,04	1,04	0,92	1,01	1,08	1,08	1,05	1,02
30 cm	0,92	0,96	0,98	0,95	1,05	0,98	1,07	1,11
	<u>3º Período</u>				<u>4º Período</u>			
10 cm	0,94	1,04	0,97	1,06	0,97	1,05	1,02	1,09
20 cm	1,08	1,00	0,99	1,06	1,12	1,01	1,09	1,00
30 cm	1,03	1,02	1,05	1,10	1,06	1,00	1,09	1,09

A Tabela 21 mostra a comparação entre as médias dos tratamentos. Observou-se diferença significativa do 1º para o 2º período de corte. Comparações feitas a partir do 2º período de corte não mostrou diferença significativa.

O teor de água no solo a 5 cm e 10 cm de profundidade apresenta um valor médio de 29,24% no 2º período de corte, mostrando ser suficiente para proporcionar um aumento da densidade do solo do 1º período ($1,00 \text{ g/cm}^3$) para o 2º período ($1,06 \text{ g/cm}^3$).

TABELA 20 - Análise de variância da densidade do solo
(g/cm³).

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Prob. > F
Blocos	3	0,0571099	0,0190366	0,7104	0,58197
Alturas	2	0,0024510	0,0012255	0,0457	0,95608
Resíduo (a)	6	0,1607823	0,0267970		
Parcelas	11	0,2203432			
Pontos	3	0,0230057	0,0076686	0,4906	0,69551
Alt. x Pontos	6	0,2079490	0,0346582	2,2171	0,07183
Resíduo (b)	27	0,4220641	0,0156320		
Subparcelas	47	0,8733620			
Períodos	3	0,1050682	0,0350227	3,5542	0,01664*
Alt. x Períodos	6	0,0787615	0,0131269	1,3322	0,24832
Per. x Pontos	9	0,0724214	0,0080468	0,8166	0,60306
Alt. x Per. x Pon.	18	0,1003052	0,0055725	0,5655	0,91692
Resíduo (c)	108	1,0642188	0,0098539		
Total	191	2,2941371			

* $P < 0,05$

Média Geral = 1,034427

c.v. parcelas = 3,956%

c.v. subparcelas = 6,043%

c.v. subsubparcelas = 9,596%

TABELA 21 - Densidade do solo (g/cm^3) - Teste de Tukey para médias de períodos de cortes ($\Delta_{,05} = 0,05$).

Períodos de corte	Densidade do solo (g/cm^3)
1º	1,00 a
2º	1,06 b
3º	1,03 ab
4º	1,05 ab

Obs.: Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado.

Quando o teor de água no solo apresenta um valor médio de 30,36%, não se verifica diferença significativa no valor da densidade do solo, o que se observa a partir do 2º período de corte.

A variação do teor de água no solo, segundo os períodos de corte, deve-se aos diferentes valores de precipitação pluviométrica ocorridos, sendo 364,5 mm, 327,6 mm, 317,3 mm e 83,3 mm, respectivamente no 1º, 2º, 3º e 4º períodos de cortes.

O comportamento da densidade do solo, apresenta - do, se assemelha ao relatado por BAYER (1972), onde a densidade do solo, sob uma pressão constante, tende a aumentar com o aumento do conteúdo de água até atingir um valor máximo, vindo a decrescer com posteriores adições de água.

A relação densidade do solo x períodos de corte caracterizou-se por uma regressão cúbica (Figura 1), o que sugere uma pequena variação da densidade do solo segundo

Densidade
do Solo
(g/cm³)

Figura 1 - Relação densidade do solo x períodos de corte

$$Y = 0,714375 + 0,0097639 x - 0,00008812 x^2 + 0,000000246 x^3$$

$$R^2 = 1,0000$$

Y = Densidade do solo (g/cm³)

x = Períodos de corte (10, 20, 30, 40)

os períodos de cortes.

É interessante notar que, embora haja uma variação estatisticamente significativa na densidade do solo submetido ao trânsito da máquina colhedora, essa variação é desprezível sob o ponto de vista das relações solo-planta. Uma variação como a que foi observada, da ordem de 6% entre o 1º e 2º período, resulta em uma variação, na porosidade total, de apenas 3,5%.

4.4. Condutividade Hidráulica (cm/h)

Na Tabela 22 são apresentados os dados obtidos para condutividade hidráulica (cm/h) e na Tabela 23 a análise da variância.

Os resultados da análise de variância da condutividade hidráulica (cm/h) mostrou um efeito significativo ($P < 0,01$) para o fator períodos de cortes.

A comparação entre as médias dos tratamentos encontra-se na Tabela 24. Observou-se diferença significativa entre as médias do 1º e 2º períodos de cortes em relação ao 3º período.

Os resultados observados, e o alto coeficiente de variação obtido (56,194%) indicam dispersão da variável medida.

Deve-se lembrar que a condutividade hidráulica do solo, avaliada por meio de amostras confinadas em cilindros volumétricos, reflete a condutividade média da

TABELA 22 - Condutividade hidráulica (cm/h) para os tratamentos estudados (altura de corte: 10 cm, 20 cm e 30 cm) por período de corte e pontos de amostragem (PA). Médias de quatro repetições.

Tratamentos	0PA	1PA	2PA	3PA	0PA	1PA	2PA	3PA
	<u>1º Período</u>				<u>2º Período</u>			
10 cm	116,82	20,25	30,42	42,48	126,09	85,23	94,59	97,92
20 cm	83,25	84,24	106,92	78,03	70,92	68,67	79,29	92,16
30 cm	154,35	85,95	79,20	82,71	68,67	84,15	70,38	37,08
	<u>3º Período</u>				<u>4º Período</u>			
10 cm	54,09	64,44	88,20	51,12	69,66	91,89	79,56	38,79
20 cm	47,07	82,89	70,56	51,66	60,57	91,35	65,43	63,63
30 cm	42,48	49,68	34,47	27,72	79,02	98,55	30,69	68,40

amostra para amostras uniformes e homogêneas. Amostras que apresentem variações na sua estrutura interna poderão dar valores que representam a condutividade do acidente, como por exemplo, uma galeria biológica resultará em elevada condutividade enquanto que uma fina camada compactada dará uma baixa condutividade hidráulica.

É possível que o tráfego da colhedora tenha provocado alterações, na estrutura da amostra semelhantes a essas. Assim, pode-se explicar porque a variação na densidade não é da mesma ordem de magnitude da condutividade hidráulica.

TABELA 23 - Análise de variância da condutividade hidráulica (cm/h).

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Prob. > F
Blocos	3	34586,8669051	11528,9556350	12,0753	0,00679**
Alturas	2	1336,7308957	668,3654479	0,7000	0,53578
Resíduo (a)	6	5728,5477369	954,7579561		
Parcelas	11	41652,1455378			
Pontos	3	10793,5807466	3597,8602489	1,2250	0,31965
Alt. x Pon.	6	16149,8679939	2691,6446656	0,9164	0,50069
Resíduo (b)	27	79302,1196908	2937,1155441		
Subparcelas	47	147897,7139690			
Períodos	3	20991,9296855	6997,3098952	4,3101	0,00677**
Alt. x Per.	6	35953,1252770	5992,1875462	3,6910	0,00257**
Per. x Pon.	9	28624,9474711	3180,5497190	1,9591	0,05070
Alt. x Per. x Pontos	18	21019,4283470	1167,7460193	0,7193	0,78530
Resíduo (c)	108	175333,4986098	1623,4583205		
Total	191	429820,6433595			

** $P < 0,01$

Média Geral = 71,701880

c.v. parcelas = 10,773%

c.v. subparcelas = 37,792%

c.v. subsubparcelas = 56,194%

TABELA 24 - Condutividade hidráulica (cm/h) - Teste de Tukey para médias de períodos de cortes ($\Delta_{,05} = 21,46$).

Períodos de cortes	Condutividade hidráulica (cm/h)
1º	80,38 a
2º	81,26 a
3º	55,36 b
4º	69,79 ab

Obs.: Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado.

4.5. Resistência à Penetração (kg/cm²)

Os dados obtidos para a variável resistência à penetração (kg/cm²) são apresentados na Tabela 25.

A análise de variância da resistência à penetração (kg/cm²) mostrou efeitos significativos para pontos de amostragem ($P < 0,01$), para o fator períodos de cortes ($P < 0,01$) e à interação períodos de cortes x pontos de amostragem ($P < 0,05$), o que podemos observar na Tabela 26.

Observou-se diferença significativa entre as médias dos pontos de amostragem 0PA e 2PA, 0PA e 3PA e 1PA e 3PA conforme mostra a Tabela 27.

TABELA 25 - Resistência à penetração (kg/cm^2) para os tratamentos estudados (altura de corte: 10 cm, 20 cm e 30 cm) por período de corte e pontos de amostragem (PA). Médias de quatro repetições.

Tratamentos	0PA	1PA	2PA	3PA	0PA	1PA	2PA	3PA
	<u>1º Período</u>				<u>2º Período</u>			
10 cm	1,76	3,08	4,83	5,77	8,32	8,47	7,90	10,82
20 cm	4,73	4,26	5,31	5,08	4,19	7,32	4,96	5,91
30 cm	2,30	3,53	5,16	4,74	3,00	4,65	5,69	5,86
	<u>3º Período</u>				<u>4º Período</u>			
10 cm	3,97	5,60	8,19	9,47	6,83	7,48	7,79	7,30
20 cm	6,16	5,14	6,13	8,81	7,70	6,59	5,95	7,88
30 cm	6,68	5,97	7,23	8,73	6,41	6,25	6,55	8,05

Em relação aos períodos de cortes verificou-se um aumento significativo da variável resistência à penetração (kg/cm^2) do 1º para o 2º período de corte, porém, a partir do 2º período o aumento não foi significativo, como se pode observar na Tabela 28.

O aumento da resistência à penetração do 1º período ($4,21 \text{ kg/cm}^2$) para o 2º período de corte ($6,42 \text{ kg/cm}^2$) deve-se ao menor teor de água no solo encontrado nesse período (29,24%) em relação ao anterior (32,29%). Quando o teor de água no solo apresenta um valor médio de 30,36% não se verifica diferença significativa da resistên-

TABELA 26 - Análise de variância da resistência à penetração (kg/cm^2).

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Prob. > F
Blocos	3	3,2145304	1,0715101	0,1336	0,93595
Alturas	2	36,8129320	18,4064660	2,2947	0,18159
Resíduo (a)	6	48,1280510	8,0213418		
Parcelas	11	88,1555134			
Pontos	3	128,2977000	42,7659000	10,5689	0,00021**
Alt. x Pon.	6	25,6335599	4,2772600	1,0558	0,41310
Resíduo (b)	27	109,2530656	4,0464098		
Subparcelas	47	351,3398390			
Períodos	3	246,5982260	82,1994087	32,1110	0,00001**
Alt. x Per.	6	127,6183017	21,2697169	8,3090	0,00001
Per. x Pon.	9	55,7762122	6,1973569	2,4210	0,01514*
Alt. x Per. x Pontos	18	54,9862177	3,0547899	1,1933	0,27902
Resíduo (c)	108	276,4640342	2,5598522		
Total	191	1112,7828308			

** $P < 0,01$ * $P < 0,05$

Média Geral = 6,136407

c.v. parcelas = 11,539%

c.v. subparcelas = 16,390%

c.v. subsubparcelas = 26,073%

TABELA 27 - Resistência à penetração (kg/cm^2) - Teste de Tukey para médias de pontos de amostragem ($\Delta_{,05} = 1,12$).

Pontos de amostragem	Resistência à penetração (kg/cm^2)
0PA	5,17 a
1PA	5,70 ab
2PA	6,31 bc
3PA	7,37 c

Obs.: Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado.

TABELA 28 - Resistência à penetração (kg/cm^2) - Teste de Tukey para médias de períodos de cortes ($\Delta_{,05} = 0,85$).

Períodos de Cortes	Resistência à penetração (kg/cm^2)
1º	4,21 a
2º	6,42 b
3º	6,84 b
4º	7,06 b

Obs.: Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado.

cia à penetração, o que se observa a partir do 2º período de corte.

A relação resistência à penetração x períodos de corte caracterizou-se por uma regressão quadrática (Figura 2), o que sugere um aumento dessa variável segundo os períodos de cortes.

A interação períodos de cortes x pontos de amostragem mostrou diferença significativa entre as médias dos pontos 0PA e 2PA, 0PA e 3PA, 1PA e 2PA e 1PA e 3PA no 1º período de corte. No 2º período de corte observou-se diferença significativa entre as médias dos pontos 2PA e 3PA e do ponto 0PA em relação aos demais pontos de amostragem. No 3º período de corte as médias dos pontos 2PA e 3PA mostraram diferença significativa em relação aos demais pontos. No 4º período de corte a média do ponto 3PA também mostrou diferença significativa em relação aos demais pontos de amostragem (Tabela 29).

TABELA 29 - Resistência à penetração (kg/cm^2) - Teste de Tukey para médias de pontos de amostragem (PA) dentro do fator períodos de cortes ($\Delta_{,05} = 0,74$).

Pontos de Amostragem	Períodos de Cortes			
	1º	2º	3º	4º
0PA	2,93 a	5,17 a	5,60 a	6,98 a
1PA	3,63 a	6,81 bc	5,57 a	6,77 a
2PA	5,10 b	6,18 b	7,18 b	6,76 a
3PA	5,19 b	7,53 c	9,00 c	7,74 b

Obs.: Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado.

Resistência
à
Penetração
(kg/cm²)

Figura 2 - Relação resistência à penetração x períodos de corte

$$Y = 1,411197 + 0,0751026 x - 0,00024519 x^2$$

$$R^2 = 0,9751$$

$$Y = \text{Resistência à penetração (kg/cm}^2\text{)}$$

$$x = \text{Períodos de corte (10, 20, 30, 40)}$$

No caso da resistência à penetração, também se nota que esse comportamento não acompanhou os valores da densidade do solo do ponto de vista de sua magnitude. O comentário considerado importante, relativo a essa aparente discrepância, é que a medida de um comportamento, como resistência à penetração ou como condutividade hidráulica, é mais sensível a alterações no corpo de prova. Portanto, para avaliações de efeitos como os estudados neste trabalho é necessário cautela na interpretação dos resultados.

Entende-se, então, que os dados indicam que o tráfego de uma colhedora pode provocar pequenas alterações na estrutura do solo que resultem na formação de uma fina camada de impedimento ao fluxo de água ou à penetração de raízes.

4.6. Produção de Massa Forrageira do Capim Elefante (kg)

Na Tabela 30 são apresentados os dados obtidos para produção de massa forrageira do capim Elefante (kg/parcela de 40 m²).

Os resultados da análise de variância para a variável produção mostrou efeitos significativos ($P < 0,01$) para alturas de cortes, períodos de cortes e à interação alturas de cortes x períodos de cortes (Tabela 31).

TABELA 30 - Produção de massa verde da forrageira do capim Elefante (kg) por parcela de 40 m², para os tratamentos estudados (altura de corte: 10 cm, 20 cm e 30 cm) por período de corte. Médias de quatro repetições.

Tratamentos	1º Período Prod./par. (kg)	2º Período Prod./par. (kg)	3º Período Prod./par. (kg)	4º Período Prod./par. (kg)
10 cm	103,59	86,75	72,25	48,09
20 cm	71,82	59,14	71,35	2,68
30 cm	49,13	61,84	71,83	2,77

TABELA 31 - Análise de variância da produção de massa verde da forrageira do capim Elefante (kg).

Causas da variação	G.L	S.Q.	Q.M.	F	Prob.>F
Blocos	3	411,3463272	137,1154424	7,0429	0,02221*
Alturas	2	8692,7610977	4346,3805488	223,2498	0,00007**
Resíduo (a)	6	116,8121020	19,4686837		
Parcelas	11	9220,9195269			
Períodos	3	25269,5006385	8423,1668795	199,4300	0,00001**
Alt. x Per.	6	4198,5735317	699,7622533	16,5678	0,00001**
Resíduo (b)	27	1140,3776819	42,2362104		
Total	47	39829,3713790			

* $P < 0,05$

** $P < 0,01$

Média Geral = 58,772300

c.v. parcelas = 3,754%

c.v. subparcelas = 11,058%

A altura de corte 10 cm mostrou diferença significativa na produção quando comparada às alturas de cortes a 20 e 30 cm (Tabela 32).

TABELA 32 - Produção de massa verde da forrageira do capim Elefante (kg) - Teste de Tukey para médias de alturas de cortes ($\Delta_{05} = 4,79$).

Alturas de cortes	Produção Média/ parcela (kg)
10 cm	77,67 a
20 cm	51,25 b
30 cm	47,39 b

Obs.: Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado.

Em relação aos períodos de cortes observou-se que houve diferença significativa na produção do 1º, 2º e 3º períodos de cortes em relação ao 4º período de corte. A diminuição na produção observada no 4º período de corte, deve-se ao baixo valor de precipitação pluviométrica (83,3 mm) ocorrido aliado à queda de temperatura nessa época do ano (maio) (Tabela 33).

No 1º período de corte registrou-se diferença significativa entre as alturas de cortes, onde a maior produção coube à altura de 10 cm, seguindo-se as alturas de 20 e 30 cm. No 2º e 4º períodos de cortes a altura de 10 cm também mostrou diferença significativa e maior pro-

TABELA 33 - Produção de massa verde da forrageira do capim Elefante (kg) - Teste de Tukey para médias de períodos de cortes ($\Delta_{,05} = 7,22$).

Períodos de cortes	Produção média/ parcela (kg)
1º	74,85 a
2º	69,25 a
3º	71,81 a
4º	19,18 b

Obs.: Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado.

dução em relação as demais alturas de cortes. No 3º período de corte não observou-se diferença significativa quanto às alturas de cortes e produção de massa forrageira (Tabela 34).

Estes resultados se aproximam bastante dos encontrados por CARO-COSTAS e VICENTE-CHANDLER (1961), que efetuando cortes a aproximadamente, 7 e 20 cm acima do nível do solo em capim Elefante Napier e outras gramíneas forrageiras tropicais bem fertilizadas, observaram que os rendimentos foram superiores para os cortes baixos.

A Figura 3 representa graficamente os resultados da produção média de massa forrageira do capim Elefante (kg), por parcela, em função das alturas de cortes e períodos (valores observados).

TABELA 34 - Produção de massa verde da forrageira do capim Elefante (kg) - Teste de Tukey para médias de alturas de cortes dentro de períodos de cortes ($\Delta_{,05} = 7,46$).

Períodos de Cortes	Produção média/parcela (kg)		
	Alturas de Cortes		
	10 cm	20 cm	30 cm
1º	103,59 a	71,82 b	49,13 c
2º	86,75 a	59,14 b	61,84 b
3º	72,25 a	71,35 a	71,83 a
4º	48,09 a	2,68 b	6,77 b

Obs.: Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado.

A título de informação as médias de Matéria Seca (MS%), Proteína Bruta (PB%) e Fibra (%), referentes aos quatro períodos conforme as alturas de cortes são apresentadas na Tabela 35.

TABELA 35 - Matéria Seca (MS%), Proteína Bruta (PB%) e Fibra (%) do capim Elefante. Médias de quatro períodos de cortes para os tratamentos estudados (altura de corte: 10 cm, 20 cm e 30 cm).

Determinações Bromatológicas	Alturas de Cortes		
	10 cm	20 cm	30 cm
MS%	25,25	26,52	25,74
PB%	12,81	12,21	11,90
FIBRA %	29,18	29,82	29,48

Produção média de
massa forrageira
por parcela (kg)

Figura 3 - Produção média de massa forrageira do capim Elefante (kg), por parcela, em função das alturas de cortes e períodos (valores observados).

Y = Produção média de massa forrageira por parcela (kg)

x = Períodos de corte (1º, 2º, 3º, 4º)

C₁₀ = Altura de corte a 10 cm do nível do solo

C₂₀ = Altura de corte a 20 cm do nível do solo

C₃₀ = Altura de corte a 30 cm do nível do solo

5. CONCLUSÕES

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

1. A utilização da máquina colhedora de forragem afetou significativamente a densidade, a resistência à penetração e a condutividade hidráulica do solo, embora o grau de magnitude desses efeitos seja diferente conforme o atributo considerado.

2. O aumento da densidade do solo provocado pela máquina colhedora não é suficiente para afetar a produção de massa forrageira do capim Elefante.

3. O corte à altura de 10 cm acima do nível do solo proporciona maior produção de massa forrageira do capim Elefante e resulta em menor perda de água do solo por transpiração.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AITKEN, Y. Shoot apex accessibility and pasture management . Journal Australian Institute Agricultural Science, 28: 50-2, 1962.
- ANDRADE, I.F. & GOMIDE, J.A. Curva de crescimento e valor nutritivo do capim Elefante (Pennisetum purpureum, Schum) A-146 Taiwan. Revista Ceres, Viçosa, 18: 431-447, 1971.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Official methods of analysis. 9 ed. Washington, D.C., 1960. 832 p.
- BAVER, L.D.; GARDNER, W.H.; GARDNER, W.R. Soil Physics. 4 ed. New York, John Wiley, 1972. 498 p.

- BELTRAME, L.F.S.; GONDIM, L.A.P.; TAYLOR, J.C. Influência da desestruturação e compactação na permeabilidade do solo. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 3., Recife, 1981. Anais. p. 236-237.
- CARO-COSTAS, R. & VICENTE-CHANDLER, J. Effects of two cutting heights on yields of five tropical grasses. Journal Agriculture of the University Puerto Rico, Rios Piedras, 45 46-49, 1961.
- CORSI, M. & FURLAN, R. Densidade, tipo e altura do meristema apical de perfilhos do capim Napier submetido a 2 frequências e 3 alturas de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 10., Porto Alegre, 1973. Anais. p. 273-274.
- GOMIDE, J.A. Fisiologia de manejo das plantas forrageiras. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Viçosa, 2: 17-26, 1973.
- GONÇALEZ, D.A. Efeitos da maturidade e da rebrotação sobre a produção, composição e valor nutritivo de quatro cultivares de Pennisetum purpureum, Schum. Botucatu, 1980. 183 p. (Livre-Docência - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia/UNESP).
- GOODIN, J.R. Chemical regulation of growth in leaves and tillers. In: YOUNGNER, V.B. & MCKELL, C.M., eds. The

biology and utilization of grasses. New York, Academic Press, 1972. p. 135-145.

HERRERA, G.P.; BERNAL, J.R.; LOTERO, J.C. Altura de corte en pasto Elefante. Agricultura Tropical, Cali, 23: 521-527, 1967.

LANGER, R.H.M. How grasses grow. London, Edward Arnold , 1959. 60 p.

LEOPOLD, A.C. The control of tillering in grasses by auxin. American Journal of Botany, 36: 437-440, 1949.

MITCHELL, J. The origin, nature, and importance of soil organic constituents having base exchange properties. Journal of the American Society of Agronomy, 24: 256-275, 1932.

PARKER, D.T. & LARSON, W.E. Efectos de la labranza en la nutrición del maíz. La Hacienda, 67 (11): 12-14, 1972.

PAULA, R.R.; GOMIDE, J.A.; SYKES, D.J. Influência de diferentes sistemas de corte sobre o capim gordura (Melinis minutiflora, Pal de Beauv). Revista Ceres, Viçosa, 14: 157-186, 1967.

PIMENTEL GOMES, F. Curso de Estatística Experimental. 8 ed. São Paulo, Editora Nobel, 1978. 430 p.

- QUINTILIANO, J.; MARQUES, A.; BERTONI, J. Sistemas de preparo do solo em relação à produção e à erosão. Bragantia, Campinas, 20 (9): 403-459, 1961.
- RAMOS, M. & WILES, T.L. Sistema de preparo mínimo do solo. Técnicas e perspectivas para o Paraná. In: REUNIÃO DA SOJA. Ituiutaba, 1974.
- SALGADO, J.S. Efeito de sistemas de aradura e de manejo da palhada do milho em propriedades físicas e químicas do solo e em características das plantas. Viçosa, 1979. (Mestrado - Universidade Federal de Viçosa).
- SILVA, I.F.; KLAMT, E.; CHNEIDER, P.; SCOPEL, I. Efeitos de sistemas de manejo e tempo de cultivo sobre propriedades físicas de um latossolo. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 3., Recife, 1981. Anais. p. 322-342.
- TARDIN, A.C.; CALLES, C.H.; GOMIDE, J.A. Desenvolvimento vegetativo do capim Guatemala. Experientiae, Viçosa, 12: 1-31, 1971.
- WERNER, J.C.; LIMA, F.P.; MARTINELLI, D.; CINTRA, B. Estudo de três diferentes alturas de corte em capim Elefante Napier. Boletim de Indústria Animal, Nova Odessa, 23: 161-168, 1965/66.

WERNER, J.C.; LIMA, F.P.; MARTINELLI, D. Efeito da altura e intervalo de corte na produção do capim Elefante Napier (Pennisetum purpureum, Schum). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 10., Porto Alegre, 1973. Anais. p. 378-379.

WERNER, J.C. Adubação de Pastagens. Boletim Técnico. INSTITUTO DE ZOOTECNIA, Nova Odessa, (18): 5-12, abr. 1984.

A P E N D I C E

TABELA 1 - Precipitação pluviométrica total mensal (mm) e temperatura média mensal (°C) durante a fase experimental (junho/84 à maio/85).

Ano	Mês	Precipitação pluviométrica (mm)	Temperatura (°C)
1984	Junho	0,0	20,3
	Julho	0,0	20,4
	Agosto	116,8	19,9
	Setembro	80,4	21,3
	Outubro	40,0	25,8
	Novembro	76,0	25,4
	Dezembro	272,2	24,5
1985	Janeiro	316,1	24,5
	Fevereiro	135,2	26,2
	Março	240,9	25,5
	Abril	97,1	24,0
	Maio	12,6	19,9