

ANTONIO CARLOS SILVEIRA
ENGENHEIRO - AGRÔNOMO

EFEITO DA MATURIDADE DA PLANTA E DIFERENTES TRATAMENTOS SÔBRE A DIGESTIBILIDADE "IN VITRO" DE SILAGENS DE CAPIM ELEFANTE, VARIEDADE NAPIER (*PENNISETUM PURPUREUM*, SCHUM.)

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura «Luiz de Queiroz», da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de «Magister Scientiae».

PIRACICABA
1970

E R R A T A

Página	Linha	Onde se lê:	Leia-se
2	1	da alta	de alta
10	19	para a digestão da digestão	para a digestão
14	11	separam	separaram
22	16	foi o de subdivididas	foi o de parcelas subdivididas
38	3	de forragem	da forragem

`A minha espôsa

`A minha família

ofereço.

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

Ao Eng^o Agr^o M.S. Vidal Pedroso de Faria, Instrutor do Departamento de Zootecnia, Conselheiro Principal, pela segura orientação, sugestões e esclarecimentos inestimáveis, na execução deste trabalho.

Ao Prof. Aristeu Mendes Peixoto, Coordenador do Curso de Pós-Graduação de Nutrição Animal e Pastagens, que além de contribuir com sugestões para o trabalho, prestou valiosa colaboração, proporcionando todas as facilidades materiais para a execução do mesmo.

Ao Dr. Celso Lemaire de Moraes, Prof. Assistente do Departamento de Zootecnia, pelas sugestões e orientação nas análises de laboratório.

Ao Eng^o Agr^o Vivaldo Francisco da Cruz, Instrutor do Departamento de Matemática e Estatística, pela orientação na condução e interpretação das análises estatísticas.

Ao Convênio USAID-OSU/ESALQ, na pessoa do Prof. Alvin L. Moxon, por proporcionar recursos materiais à realização do trabalho.

Ao Acadêmico de Agronomia Wilson Roberto Soares Mattos e ao Sr. Jcsé Paulo Pecorari, pelos auxílios prestados na condução do trabalho em laboratório.

Aos Srs. Francisco Antonio Nunes e Sebastião Soares de Souza, pelos serviços de datilografia e impressão.

Ao CNPq, pela doação de bolsa, que possibilitou meus estudos de pós-graduação e a realização do trabalho experimental.

E, finalmente, aos demais Professores da antiga Cadeira nº 5 (Zootecnia dos Ruminantes), pelo estímulo, bem como, a todos quanto de uma forma ou de outra, contribuíram para levar a t^êrmo o presente trabalho.

Í N D I C E D E C A P Í T U L O S

<u>Capítulo</u>	<u>Página</u>
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DA LITERATURA	5
2.1. Sistemas de fermentação "in vitro".....	5
2.2. Fermentação "in vitro" como medida do va- lor nutritivo de forrageiras.....	6
2.3. Fatores que interferem na fermentação "in vitro".....	8
2.3.1. Vasos ou tubos de fermentação.....	9
2.3.2. Temperatura e controle do pH.....	10
2.3.3. Fonte de inóculo.....	11
2.3.4. Tempo de fermentação.....	12
2.4. Influência da maturidade sôbre o valor nu- tritivo das forrageiras.....	13
2.5. Ensilagem.....	16
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	21
3.1. Instalação do experimento.....	21
3.2. Obtenção e preparo de amostras.....	23
3.3. Determinação da relação haste e fôlha (lâ- mina e bainha) e preparo das amostras das partes componentes da planta.....	25
3.4. Análises de laboratório.....	25
3.4.1. Matéria sêca e celulose.....	25
3.4.2. Fermentação "in vitro".....	26

<u>Capítulo</u>	<u>Página</u>
4. RESULTADOS.....	35
4.1. Tempo de fermentação e contrôlle das fermentações através da forragem teste.....	35
4.2. Relação haste e fôlha dos diferentes estágios de maturidade e digestibilidade das partes componentes da planta.....	40
4.3. Efeito da maturidade e tratamentos sôbre a digestibilidade "in vitro" da matéria sêca e da celulose do capim Napier.....	43
4.4. Correlações entre matéria sêca, celulose na matéria sêca, digestibilidade da matéria sêca e digestibilidade da celulose..	53
5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	59
5.1. Determinação do melhor tempo de fermentação e utilidade do uso de uma forragem teste.....	59
5.2. Efeito da maturidade e relação haste e fôlha.....	61
5.3. Efeito dos tratamentos sôbre a digestibilidade "in vitro" da matéria sêca e da celulose.....	66
6. CONCLUSÕES.....	71
7. RESUMO.....	75
8. SUMMARY.....	78
9. BIBLIOGRAFIA CITADA.....	81

Í N D I C E D E F I G U R A S

<u>Figura</u>	<u>Página</u>
1. Carneiro com fístula ruminal permanente usado como doador de inóculo	27
2. Obtenção de conteúdo ruminal para preparo - de inóculo	28
3. Rúmen artificial usado no trabalho.....	31
4. Vaso de fermentação para o rúmen artificial	32
5. Relação haste e fôlha (lâmina e bainha) do capim Napier em diferentes estágios de maturidade.....	41
6. Composição em matéria sêca e teor de celulose na matéria sêca das diversas partes da planta.....	42
7. Digestibilidade da matéria sêca e celulose das diferentes partes da planta.....	44

Í N D I C E D E Q U A D R O S

<u>Quadro</u>	<u>Página</u>
I. Determinação do melhor tempo de fermentação para a obtenção dos coeficientes de digestibilidade "in vitro" da matéria seca da forragem teste (capim Napier aos 2 meses de idade).....	36
II. Análise da variância para os valores de digestibilidade "in vitro" da matéria seca na determinação do melhor tempo de fermentação.....	36
III. Determinação do melhor tempo de fermentação para a obtenção dos coeficientes de digestibilidade "in vitro" da celulose da forragem teste (capim Napier aos 2 meses de idade).....	38
IV. Análise da variância para os valores de digestibilidade "in vitro" da celulose na determinação do melhor tempo de fermentação.....	38
V. Contrôles das fermentações pela utilização da forragem teste para a determinação da digestibilidade "in vitro" da matéria seca e celulose.....	39

<u>Quadro</u>	<u>Página</u>
VI. Análise de variância do contrô <u>l</u> e pela utilização da forragem teste para a determinação da digestibilidade "in vitro" da matéria sêca e celulose.....	39
VII. Coeficientes de digestibilidade da matéria sêca das diferentes silagens e do capim nos 3 estágios de maturação da planta.....	45
VIII. Análise de variância dos coeficientes de digestibilidade da matéria sêca das diferentes silagens e do capim nos 3 estágios de maturação da planta.....	47
IX. Comparação entre os valores médios dos coeficientes de digestibilidade para matéria sêca pelo teste de Tukey.....	47
X. Coeficientes de digestibilidade da celulose das diferentes silagens e do capim nos 3 estágios de maturação da planta.....	50
XI. Análise de variância dos coeficientes de digestibilidade da celulose das diferentes silagens e do capim nos 3 estágios de maturação da planta.....	51
XII. Comparação entre os valores médios dos coeficientes de digestibilidade para celulose pelo teste de Tukey.....	51

<u>Quadro</u>	<u>Página</u>
XIII. Correlação entre teor de matéria sêca (y) e digestibilidade da matéria sêca (x)....	54
XIV. Correlação entre teor de celulose na matéria sêca (y) e digestibilidade da matéria sêca (x).....	54
XV. Correlação entre teor de celulose na matéria sêca (y) e digestibilidade da celulose (x).....	56
XVI. Correlação entre teor de matéria sêca (y) e digestibilidade da celulose (x).....	56
XVII. Correlação entre digestibilidade da matéria sêca (y) e digestibilidade da celulose (x).....	58

1. I N T R O D U Ç Ã O

O capim elefante, variedade Napier (Pennisetum purpureum, Schum.) é uma gramínea perene, originária da África, mas bastante difundida no Brasil, onde foi introduzida por volta de 1920. Aclimatou-se tão bem em nosso meio, que constitui hoje uma das forrageiras mais utilizadas na suplementação de pastagens, sob a forma de corte verde. Talvez, êsse fato seja devido à boa palatabilidade, ao fácil plantio e alto rendimento por área (Otero, 1961).

Estudos aqui realizados, como o de Pedreira - (1968), demonstraram que, via de regra, se observa uma concentração da produção de matéria sêca das capineiras, no período úmido do ano. Por êsse motivo, o armazenamento do excesso de forragens produzidas durante a estação de crescimento, deveria se constituir numa medida de grande alcance econômico, possibilitando o aproveitamento das sobras, justamente num estágio em que a planta apresenta um elevado valor nutritivo. Tem-se salientado - (Davies, 1965) que o método mais indicado para a conservação de forragens em climas tropicais, seria aquêle da

ensilagem, desde que, as condições climáticas de alta umidade durante a época de crescimento, dificultam o processo da fenação.

As técnicas de digestibilidade "in vitro" consistem na remoção dos microorganismos do animal hospedeiro através de um licor do rúmen que é levado ao laboratório onde será conduzida a fermentação "in vitro" de amostras de forragens. Apesar de haver algumas restrições ao uso da terminologia digestibilidade "in vitro", esse termo tem sido largamente empregado como sinônimo de fermentação "in vitro" ou desaparecimento de nutrientes após o período de incubação.

Em ensaios sobre digestibilidade "in vitro" e "in vivo" de silagens, realizados na Escócia, Alexander (1966) determinou por ambos os métodos, a digestibilidade de quatro tipos diferentes de silagens, isto é, fresca e picada, picada e seca ao vácuo a 30° C, seca e moída pelo processo normal, e depois de seca submetida à nova secagem a 100° C. Embora a correlação dos resultados entre as duas modalidades tivesse sido significativa somente para os dois primeiros tipos (0,94 e 0,89, respectivamente), mostrando que o efeito do secamento influenciou sobre a digestibilidade "in vitro" das amostras, de sorte a impedir uma boa correlação para os dois últimos tipos, isso não invalida a técnica "in vitro" para silagem em geral, desde que se procure desenvolver melhor, - os processos de preparo das silagens.

Buzy e Paladines (1968), no Uruguai, relaciona

ram a digestibilidade "in vivo" e "in vitro" da matéria sêca de um grupo de cêrca de 61 amostras, entre forragens, fenos, silagens e concentrados, encontrando correlações significativas entre as duas modalidades, para todos os casos, com exceção apenas das silagens, para as quais os valores foram mais baixos.

A digestibilidade e o consumo voluntário da matéria sêca são índices importantes na avaliação do valor nutritivo de forrageiras, pois, segundo Carvalho (1967), a taxa de consumo voluntário pode se constituir num fator limitante para o valor nutritivo.

Lloyd e cols. (1961), no Canadá, estudando o feno de timóteo em quatro estágios diferentes de crescimento, verificaram que à medida que avançava a maturidade, caía o índice de valor nutritivo, o consumo voluntário, e a digestibilidade aparente, atestando a existência de uma correlação positiva entre os mesmos.

Trabalhando com a grama de pomar (orchard grass), em Maryland, Van Soest (1964) encontrou também uma correlação positiva entre digestibilidade e consumo voluntário (0,81).

Comumente, a determinação da digestibilidade e do consumo voluntário de matéria sêca envolve ensaios de alimentação com animais, embora trabalhos mais ou menos recentes realizados em climas temperados, venham mostrando a possibilidade de se predizer aquêles parâmetros em função da digestibilidade "in vitro" da celulose. A propósito, Vieira e Gomide (1968), em Minas Ge-

rais, estudando os capins gordura, pangola e sempre-verde, apresentaram resultados, obtidos através da técnica "in vitro" na estimativa da digestibilidade e consumo voluntário de matéria seca.

Os objetivos do presente trabalho são:

A - Estudo da relação haste e fôlha (lâmina e bainha) da forrageira em diferentes estágios de maturidade e observações sôbre a digestibilidade "in vitro" da matéria seca e da celulose de cada uma das partes componentes da planta.

B - Estudos sôbre a digestibilidade "in vitro" da matéria seca e da celulose de silagens obtidas em diferentes estágios de maturação e submetidas a diferentes tratamentos.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. SISTEMAS DE FERMENTAÇÃO "IN VITRO"

As técnicas "in vitro" praticamente tiveram início com o trabalho de Woodman e Evans (1938), que estudaram a digestão da celulose utilizando a fermentação "in vitro" com o auxílio do licor e sais do rúmen.

Entretanto, somente com a publicação da composição mineral da saliva de carneiro por McDougall (1949), - os estudos se intensificaram, já que praticamente todos os sistemas propostos a partir daquela época usaram sempre uma solução mineral semelhante. Um dos primeiros pesquisadores a fazer uso da saliva artificial foi Burroughs e cols. (1950 a, b), e cujo sistema consistia em vasos de fermentação inteiramente de vidro (All-glass-system). Outros autores, como Louw e cols. (1949), Salsbury e cols. (1956 e 1958) e Meiske e cols. (1958) idealizaram sistemas diferentes, usando membranas impermeáveis, mas sempre baseados no trabalho de McDougall.

Um grande número de tentativas foi feito no sentido de imitar-se mais diretamente os processos que ocorrem no rúmen. Atualmente, segundo Johnson (1966), a técnica "in vitro" pode ser conduzida através de dois sistemas de fermentação perfeitamente distintos: o do fluxo-contínuo e o fechado. O primeiro exige aparelhagem bastante complexa e técnica trabalhosa, que implica na constante remoção dos produtos finais das fermentações, mas oferecendo a possibilidade de se estudar uma digestão mais

semelhante à do rúmen (Gray e cols., 1962, Bowie, 1962 e Slyter e cols., 1964). O segundo é muito mais simples e por isso mais frequentemente usado, permitindo a condução dum grande número de estudos em quaisquer tipos de experimentos (Johnson, 1966). A maior simplicidade deste método o expõe entretanto a certas críticas, como a possibilidade dos microorganismos que se propagam não serem típicos da população do rúmen (Johnson, 1963). Entretanto, inúmeros trabalhos (Dehority e cols., 1960 e el-Shazly e cols., 1961 a, b) demonstraram que as bactérias propagadas "in vitro" são verdadeiramente representativas daquelas do rúmen. Uma outra crítica ao sistema fechado diz respeito à possibilidade de se enriquecer a cultura para uma determinada espécie de microorganismo, mas tal fato não invalida o estudo de processos metabólicos, desde que, qualitativamente eles não são alterados (Johnson, 1966).

2.2. FERMENTAÇÃO "IN VITRO" COMO MEDIDA DO VALOR NUTRITIVO DE FORRAGEIRAS

Os métodos de digestibilidade "in vivo", utilizados na avaliação do valor nutritivo de forragens, são os mais comuns por apresentarem a vantagem de maior precisão dos resultados. Entretanto, são métodos trabalhosos e que exigem uma grande disponibilidade de alimentos, animais e instalações (Carvalho, 1967).

A técnica "in vitro" consiste na remoção dos microorganismos do hospedeiro pela obtenção de um licor

do rúmen que é levado ao laboratório para posterior utilização (Johnson, 1966) e oferece uma série de vantagens em relação ao processo "in vivo". Assim, o seu emprêgo seria vantajoso em trabalhos de melhoramento de forrageiras, - quando as parcelas experimentais dificilmente fornecerem material suficiente para permitir o uso de animais (Johnson, 1963). Outra vantajosa aplicação seria na avaliação preliminar do valor nutritivo de forragens introduzidas (Carvalho, 1967).

De acôrdo com Johnson (1966), a maior vantagem dos processos "in vitro" residiria na possibilidade do estudo da atividade dos microorganismos do rúmen longe do contrôle e influência impostos pelo animal hospedeiro.

Algumas restrições têm sido impostas aos processos de fermentação "in vitro". Assim, para Raymond e Terry (1966), os métodos "in vitro" conduzem a resultados aproximados daqueles de digestibilidade "in vivo" para a celulose e menores para os de matérias sêca e orgânica, - especialmente em gramíneas e leguminosas contendo alto teor de nitrogênio. Os mesmos autores relataram que a digestão das porções nitrogenadas era menos efetiva quando as forragens foram incubadas com um inóculo do rúmen, do que quando no interior do próprio animal. Entretanto, outros pesquisadores (Tilley e cols., 1960 e Reid e cols., 1964) têm obtido uma estreita correlação entre os valores da digestibilidade "in vivo" e "in vitro". Pigden e Bell (1955) encontraram correlações altas e positivas na determinação da digestibilidade de carboidratos por am-

bos os métodos. Raymond (1966 a) comparou, pelos dois processos, 63 amostras de forragens verdes, fenos e silagens, encontrando correlações de 0,75 para gramíneas verdes, 0,80 para leguminosas verdes, 0,86 para silagens e 0,91 para fenos. Tilley e cols. (1960) obtiveram um aumento de 0,89 para 0,98, na correlação entre os resultados conseguidos na digestibilidade "in vivo" e "in vitro" da matéria seca, quando utilizaram uma digestão secundária, através da pepsina ácida. Os autores sugeriram que uma parte da proteína da forragem não seria digerida pela fermentação com licor do rúmen e, por esse motivo, a digestão secundária com pepsina ácida proporcionou uma maior precisão nos resultados da digestibilidade da matéria seca. Johnson e cols. (1965), verificaram que as determinações "in vitro" se mostravam mais altamente correlacionadas com as "in vivo", quando os trabalhos eram conduzidos com gramíneas do que com leguminosas.

Dado o reduzido número de pesquisas sobre forragens tropicais pela modalidade "in vitro", talvez não se possa ainda dizer com segurança, que os resultados obtidos em nosso meio sejam idênticos àqueles de climas temperados. Entretanto, Carvalho (1967), em Viçosa, estudando pelos dois processos a digestibilidade da matéria seca e celulose, dos capins gordura, pangola e sempre-verde, obteve correlações variando entre 0,90 e 0,95.

2.3. FATORES QUE INTERFEREM NA FERMENTAÇÃO "IN VITRO"

2.3.1. Vasos ou tubos de fermentação

Para a fermentação "in vitro" pelo sistema fechado, de um modo geral, qualquer tipo de vaso poderá ser utilizado (el-Shazly e cols., 1960). Realmente, nestes últimos anos, os pesquisadores vêm-se utilizando de tipos diversos de tubos de fermentação. Alguns laboratórios têm empregado frascos de 10 a 1000 ml. (Johnson, 1966), ao passo que outros utilizam vasos de até 360 litros (Hershberger e Hartsook, 1960).

O tipo de vaso poderá influenciar a fermentação e tem-se indicado modelos diferentes de acôrdo com os objetivos do trabalho. Johnson (1966) vem aconselhando para o estudo de substâncias fibrosas um tipo de frasco que evite ao máximo transferências, o que pode ser obtido através de um tubo de centrífuga, onde o substrato é pesado dentro do tubo, o qual, por sua vez, servirá também para a própria fermentação. Sugere ainda o mesmo pesquisador, que quando se deseja obter amostras em tempos diferentes na mesma fermentação, o uso de tubos de maior volume, calibrados e preferivelmente de boca larga, seria indicado.

Segundo Johnson (1966), no momento da adição do inóculo para a fermentação, num sistema fechado, é imprescindível que êle seja perfeitamente homogêneo, o que é conseguido através da gaseificação contínua com gás carbônico no interior do frasco.

2.3.2. Temperatura e controle do pH

Normalmente, a temperatura escolhida para a fermentação "in vitro" é a de 39° C, embora ocasionalmente, outras possam ser adotadas (Johnson, 1966), sendo entretanto necessário que elas se mantenham constantes. Para isso, têm-se utilizado cubas de "banho-maria" ou incubadoras com termostato, já que pequenas diferenças de temperatura, como a de meio grau, podem invalidar as comparações entre as fermentações individuais. Deve-se também evitar que a temperatura vá além de 40° C durante quaisquer das fases da fermentação, uma vez que as bactérias do rúmen são sensíveis à temperaturas mais altas, quando então, perdem sua atividade (Johnson, 1966).

Na fermentação pelo sistema fechado o pH do meio é variável, havendo então a necessidade de ajustá-lo para uma determinada faixa considerada ideal ou de referência, que varia de acordo com o substrato e com a solução empregada (Johnson, 1966). Estabeleceu-se que o pH ótimo para a digestão ~~da digestão~~ da celulose deverá ser o de 6,9 (Johnson, 1963), ao passo que para a digestão do amido será o de 6,8 (Moore e cols., 1962). Para outras atividades a serem desempenhadas pelos microorganismos do rúmen, o pH ideal poderá ser diferente dos anteriormente citados, embora a maioria delas ocorra numa faixa de pH que se situa entre 6,7 e 7,0 (Johnson, 1966).

No processo de fermentação "in vitro", o ajuste do pH é geralmente feito com uma solução saturada de

carbonato de sódio, para diminuir a acidez e com uma solução de ácido fosfórico para aumentá-la (Johnson, 1966).

2.3.3. Fonte de inóculo

A fonte de inóculo para a fermentação "in vitro" poderá dar margem a erros, variações ou más interpretações de resultados e por isso, tem merecido uma atenção tãda especial por parte dos pesquisadores. Considera-se - que os pontos principais a serem observados são a dieta do animal-fonte e os métodos de preparo do inoculante - (Johnson, 1966).

Com relação ao primeiro fator, Quicke e cols., (1959) e Raymond e Terry (1966) consideraram ser pequeno, o efeito da dieta sôbre a atividade do licor do rúmen, ao passo que Shelton e Reid (1960), Baumgardt e cols. (1962 b) e Bezeau (1965), relataram que existe a necessidade dum contrôle rigoroso da ração. Outros autores consideram que, deve-se dar alguma atenção ao animal-fonte, principalmente no sentido de se procurar mantê-lo sob uma ração similar àquela a ser testada (Warner, 1956 e Bowie, 1962), ou pelo menos, sob um regime alimentar padrão, já que diversos trabalhos experimentais têm indicado que o inoculante retirado de animais alimentados com alfafa é superior ao daqueles alimentados com gramíneas (Johnson, 1963).

No que diz respeito aos métodos de preparo do inoculante, diferenças existem quando se comparam diferentes trabalhos experimentais, sendo lógico supôr que tal

ponto também poderá afetar os resultados (Johnson, 1966). Os processos mais antigos, como aquele citado por Quin (1943), empregavam o fluido total do rúmen, coado em tala garça e incubado com substrato de carboidrato ou nitrogênio, na presença de certos minerais. Posteriormente, Louw e cols. (1949) e Bourroughs e cols. (1950 a) utilizaram o fluido do rúmen diluído em soluções minerais, ao passo - que outros métodos passaram a exigir preliminarmente a inoculação de um meio basal com o fluido do rúmen, do qual os sedimentos mais grossos eram separados por centrifugação lenta (Johnson, 1966).

2.3.4. Tempo de fermentação

O tempo ou período de fermentação é o parâmetro de maior importância quando se consideram os processos de fermentação "in vitro", pois existe uma variação muito -- grande, tanto para o início da fermentação propriamente dita, como para a determinação do ponto onde ela atinge a taxa máxima para a digestão (Johnson, 1966).

O tipo de substrato por sua vez, poderá também influir sobre o tempo requerido para a fermentação. Segundo Johnson (1966), nos laboratório de Ohio, os tempos comumente usados para as fermentações da celulose e matéria seca, são, respectivamente de 12 e 48 horas. Donefer e cols. (1962), no Canadá, trabalhando com 26 forragens encontraram uma alta e positiva correlação entre a digestibilidade de celulose em 12 horas e o índice de valor nu--

tritativo. Em Viçosa, Carvalho (1967) estudando 3 gramíneas tropicais, constatou que os coeficientes de digestibilidade "in vitro" da matéria sêca apresentaram um acréscimo linear de 0,572 unidades de digestibilidade para cada hora de fermentação, à medida que o tempo avançou de 24 para 48 horas.

2.4. INFLUÊNCIA DA MATURIDADE SOBRE O VALOR NUTRITIVO DAS FORRAGENS

Trabalhos pioneiros citados por Raymond (1966 b) e realizados com fenos mistos de timóteo e trevo mostraram que a digestibilidade de uma pastagem decrescia à medida que as forrageiras alcançavam um estágio mais avançado de maturidade. Esses trabalhos indicaram que a queda linear da digestibilidade com o decorrer do tempo, não era muito perceptível no início do crescimento, ao contrário do que ocorria depois, em estágios mais avançados. - Mais tarde, Raymond (1959) e Minson e cols. (1960) obtiveram resultados semelhantes, constatando que a digestibilidade de gramíneas e leguminosas declinava lentamente antes do aparecimento das primeiras flôres, para depois cair rapidamente, na razão de 0,5 unidades por dia. Murdock e cols. (1961) e Arnold (1962), mostraram não ser retilínea a queda de digestibilidade em relação ao tempo.

A diminuição de digestibilidade com a maturação, varia de acôrdõ com a espécie forrageira, sendo maior para as gramíneas que para as leguminosas (Raymond, 1966 b).

O mesmo autor faz referência a ensaio levado a efeito na Inglaterra, quando foi estabelecido que numa mesma época do ano, a digestibilidade do trevo branco declinava mais vagarosamente que a digestibilidade de várias gramíneas.- Além dêsse aspecto, observações de diversos pesquisadores, como Lowe e cols. (1962), demonstraram que numa mesma espécie forrageira, as variedades de maturação mais tardia, geralmente são mais digestíveis que as de maior precocidade.

Terry e Tilley (1964), trabalhando com amostras de forragens das quais separa^{ra}m as folhas, os talos e as bainhas, encontraram digestibilidades diferentes para cada uma das partes componentes da planta. Os autores relataram que a digestibilidade das frações correspondentes às lâminas para tôdas as espécies estudadas, decresceu vagarosamente com a maturação (0,13 % por dia), enquanto que, para as bainhas e talos o declínio foi bem mais acentuado, ou seja, de 0,4 e 0,7 % respectivamente. Sòmente - nos primeiros estágios, os talos foram mais digestíveis - que as outras partes consideradas.

Em nosso meio, Fonseca e cols. (1965) estudaram pelo processo de digestibilidade "in vivo", a digestibilidade dos capins Guatemala e Napier em três fases de desenvolvimento, a saber, 3, 5 e 12 meses e verificaram que os coeficientes de digestibilidade da proteína diminuíram à medida que a idade avançou.

Na Venezuela, Butterworth e Arias (1965), pesquisando o valor nutritivo do capim elefante, cortado em

várias idades, concluíram que os coeficientes de digestibilidade da matéria sêca, diminuíram ligeiramente à medida que aumentou a idade da forragem.

Nordfelt e cols. (1951), no Hawaii, estudando a digestibilidade "in vivo" do capim Napier, cortado com as idades de 6, 8, 10, 12, 14 e 15 semanas, encontraram também uma queda com relação ao avanço da idade, para a digestibilidade da proteína, graxa, fibra e extrativos não nitrogenados.

Kok e cols. (1946), no Estado de São Paulo, determinaram a composição e o valor nutritivo, pelo processo "in vivo", de cerca de 13 forrageiras tropicais, obtendo para as variedades do capim elefante, coeficientes de digestibilidade da matéria sêca e proteína bruta, variando de 51,23 a 70,57 % e 54,08 a 63,08 % respectivamente.

Alba (1963) coletou dados sobre a digestibilidade do capim Napier na América Latina, e apresentou os seguintes coeficientes para a forrageira nos estágios iniciais de desenvolvimento: 65 % para a proteína; 58 % para a graxa; 68 % para a fibra; e 70 % para os extrativos não nitrogenados.

Carvalho (1967) utilizando o método de fermentação "in vitro" estudou os capins pagola, gordura e sempre-verde, obtendo as seguintes conclusões: a) A digestibilidade "in vitro" da matéria sêca dos três capins mostrou um decréscimo linear com o avanço do estágio de maturação; b) O capim sempre-verde apresentou os mais baixos

coeficientes de digestibilidade da matéria sêca, bem como o maior decréscimo mensal; c) A digestibilidade "in vitro" da celulose, também sofreu uma queda linear com o avanço do estágio de maturação, em relação ao gordura e pangola, ao passo que para o sempre-verde, ela caiu rapidamente entre o segundo e quarto mês de idade, tendendo a estacionar do sexto ao oitavo mês; d) Uma correlação altamente significativa, de 0,90 a 0,95 foi obtida entre os coeficientes de digestibilidade "in vitro" e "in vivo" da matéria sêca e celulose.

Em trabalho realizado em Viçosa, Da Silva e cols. (1965), estudando a digestibilidade "in vitro" de 8 forragens tropicais, em diferentes estágios de maturidade, constataram que houve com a maturação, um aumento significativo na porcentagem da celulose e uma queda na digestibilidade da mesma. Nesse estudo, os autores obtiveram para o capim elefante Napier, dados indicando que a celulose passou de 32,8 para 39,3 %, enquanto sua digestibilidade decresceu de 88 para 72 %.

2.5. ENSILAGEM

Quando se coloca uma forragem verde no silo, várias transformações ocorrem transformando-a em silagem. Dentre as alterações observadas no processo, aquelas devidas à atividade dos microorganismos são consideradas as mais importantes (Barnett, 1954). Através das fermentações haverá a produção de ácidos orgânicos, que possibilita

tarão um abaixamento do pH do meio, criando condições para que o produto seja conservado por longos períodos de tempo, desde que não entre em contato com o ar. Dentre os ácidos que fazem parte da composição da silagem, o láctico, o acético e o butírico podem ser considerados como os mais importantes, pois são resultados da ação microbiana e via de regra, aparecem em concentrações maiores (Watson e Nash, 1960).

A conservação de forragens em forma de silagem é dependente de uma rápida acidificação do meio através do abaixamento do pH para a faixa 3,8 a 4,2 (McDonald e Henderson, 1962) e, considera-se que quanto maior a acidez, melhor o controle sobre as formas indesejáveis de microorganismos, que não são capazes de tolerar um meio muito ácido (Watson e Nash, 1960).

Todos os ácidos orgânicos se combinam para dar a acidez total da massa ensilada, entretanto, o ácido láctico se reveste de grande significado, pois ele é, dentre todos, aquele que apresenta maior constante de dissociação, sendo portanto o mais forte e o responsável pela acidez do meio (Barnett, 1954).

Considera-se como silagem de boa qualidade aquela em que o teor de ácido láctico é bem elevado, enquanto que o de butírico é baixo ou quase nulo (Sprague e Lepa--rullo, 1965). Em contraposição a silagem de má qualidade é aquela que possui grandes quantidades de ácido butírico, que em si não é um produto prejudicial, sendo entre tanto uma indicação de que as transformações indesejáveis

ocorreram na massa ensilada (Barnett, 1954). Além dêsse aspecto, a presença de ácido butírico está sempre associada a uma intensa degradação de proteína (McCullough, 1961).

Além do contrôle das condições naturais do ambiente, pode o homem intervir no processo de ensilagem, - por meio de artifícios. Desta maneira, são favorecidas ou inibidas as ações dos agentes causadores de modificações que transformam as forragens em silagem, no sentido de ser conseguida a conservação do produto e de seus princípios nutritivos (de Faria, 1966). Assim é que, as fermentações das silagens podem ser alteradas por uma série de fatores, como: temperatura do meio, presença de oxigênio, picagem do material e outras práticas de ensilagem (de Faria, 1969). Por outro lado, sabe-se que o tratamento do material a ser ensilado, com uréia e calcáreo, antibióticos, ácidos orgânicos e minerais, e carboidratos, poderão alterar significativamente as fermentações na ensilagem (Barnett, 1954).

Em relação aos carboidratos, é conhecido que os mesmos constituem-se na fonte mais comum de energia para as bactérias produtoras de ácido láctico (Barnett, 1954). Dentre os carboidratos da planta a ser ensilada, aquêles considerados como estruturais, praticamente não participam dos processos fermentativos. Os compostos que servirão de substrato às bactérias produtoras de ácido láctico são todos solúveis em água, ou em outras palavras, serão constituídos pelos açúcares (de Faria, 1969). O amido, sendo um carboidrato estrutural, não terá uma parti-

cipação efetiva na formação do ácido láctico, segundo de Faria (1968) que, nos E.U.A. observou que, com a maturação de um sorgo produtor de grãos, há uma redução na quantidade de ácido láctico presente na silagem, apesar dos teores de amido na planta terem aumentado consideravelmente.

O teor de açúcar na planta deve ser considerado como de grande importância para assegurar a fermentação normal no silo (Barnett, 1954). Dessa maneira, quando as forrageiras são pobres em carboidratos solúveis, recomenda-se adicionar uma fonte de açúcares facilmente fermentáveis para que haja estímulo das fermentações lácticas (McDonald e cols., 1966).

Um grande número de trabalhos experimentais têm mostrado que a adição de melaço aos capins e às leguminosas a serem ensilados, dava como resultado, silagens de melhor qualidade que aquelas obtidas sem preservativos (Lenitt e cols., 1963, Benachio, 1965 e Stallcup, 1955).

Alguns trabalhos de divulgação de técnicas de ensilagem publicados em nosso meio têm aconselhado o uso de cana de açúcar como fonte de açúcares facilmente fermentáveis para as plantas difíceis de serem ensiladas, de modo a assegurar-se um produto de qualidade superior (Rocha, 1953 e de Faria, 1966).

Outro artifício comumente empregado na ensilagem é o murchamento prévio, por exposição ao sol, para aumentar o teor de matéria seca da massa a ser ensilada (Shepherd e cols., 1948).

A ensilagem de forrageiras com um elevado teor de umidade resultará em silagens de baixa qualidade, não só devido a perdas do líquido por drenagem, como também pela formação de ácido butírico e intensa degradação de proteínas (Lanigan, 1963). Por êsse motivo, têm-se dedicado uma atenção t^oda especial aos métodos de redução do teor de umidade de forrageiras a serem ensiladas (Gordon, 1967), pois as bactérias produtoras de ácido butírico são bastante sensíveis à pressão osmótica, necessitando de um meio bastante úmido para o desenvolvimento (Whittenbury e cols., 1967). Considera-se que silagens com 30 % ou mais de matéria sêca, estarão sujeitas à uma fermentação butírica pouco pronunciada e que, dessa maneira, uma conservação satisfatória possa ser alcançada (McDonald e cols., - 1966).

Diversos trabalhos de pesquisa têm indicado que a técnica de murchamento prévio de forragens é um dos métodos mais seguros de se obter silagens de boa qualidade, quando se usa leguminosas ou gramíneas no processo de armazenamento de forragem no silo (Gonet e cols., 1965 e Langston e cols., 1962). Entretanto, para que o processo seja eficiente, o período de murchamento não deve ser muito longo, e capaz de elevar o teor de matéria sêca da forrageira para níveis acima de 25 % (Kormos e Chestnutt, - 1967).

3. M A T E R I A L E M É T O D O S

3.1. INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

O trabalho experimental foi conduzido com forragem proveniente de uma área representativa de uma capineira de capim elefante, variedade Napier (Pennisetum purpureum, Schum.) pertencente ao Departamento de Zootecnia da E.S.A. "Luiz de Queiroz".

Para o estudo do efeito da maturidade sobre o valor nutritivo da forragem ensilada, estipulou-se que a forrageira seria cortada em três estágios de maturidade, representados por dias de crescimento vegetativo após um corte de igualação executado no início da estação chuvosa (21 - 9 - 68).

Após 51 dias de vegetação, quando a forrageira atingiu 1,40 m, altura recomendada para o corte (Roston, 1968), o primeiro estágio de maturidade foi alcançado.

Os cortes subsequentes foram levados a efeito aos 96 e 121 dias, de modo a que o último fosse realizado antes do início da seca, de acordo com as recomendações para o manejo das capineiras de capim Napier (Boin, 1968).

Em cada estágio de maturidade, confeccionaram-se as silagens por diferentes métodos, de modo a se obter informações sobre o efeito de tratamentos sobre a digestibilidade "in vitro" de matéria seca e celulose da forrageira. Para tanto, consideraram-se os seguintes tratamentos:

A - Forragem não ensilada (testemunha).

B - Silagem comum, confeccionada com o capim colhido da capineira.

C - Silagem com a adição de 30 % de cana de açúcar ao pêso da forragem ensilada (de Faria, 1966).

D - Silagem com a adição de 3 % de melaço, diluído em igual pêso de água, ao pêso do capim conservado (Alba, 1963).

E - Silagem confeccionada com forragem submetida a um murchamento prévio por exposição ao sol por um período de 6 horas (Shepherd e cols., 1948).

F - Silagem com adição de 3 % de melaço, diluído em igual pêso de água, ao pêso do capim submetido a murchamento.

O delineamento experimental escolhido para a condução do trabalho foi o de ^{parcelas} subdivididas ou "split-plot" (Gomes, 1963). Para isso, a área foi dividida em parcelas experimentais que representaram os diferentes estágios de maturidade e que foram distribuídos sôbre o terreno com três repetições em blocos casualizados. Sôbre a forragem proveniente de cada bloco, aplicaram-se também - ao acaso, os tratamentos a serem estudados, que corresponderiam assim às sub-parcelas do delineamento adotado.

Os esquemas que se seguem mostram a dimensão, a distribuição dos blocos no terreno, e os cortes para a amostragem.

3 m	← 5 m →			<u>Estágio de</u>	<u>Blocos</u>
	1	2	3	<u>Maturidade</u>	<u>Cortados</u>
	4	5	6	51 dias	1, 3 e 9
	7	8	9	96 dias	2, 6 e 8
				121 dias	4, 5 e 7

3.2. OBTENÇÃO E PREPARO DE AMOSTRAS

A forragem manualmente colhida no campo experimental, foi levada ao laboratório, a fim de ser adequadamente preparada para que se pudesse aplicar os tratamentos propostos. Para tanto, parte do material proveniente de cada bloco foi passado por um picador de forragem de modo a se obter uma textura adequada ao processo de ensilagem (Watson e Nash, 1960).

A segunda porção, antes de ser fragmentada foi espalhada sobre um terreiro calçado, para que recebesse insolação direta, de modo a se obter forragem com murchamento prévio.

Cêrca de 6 kg de forragem picada foram acondicionados em sacos plásticos que serviram como silos pilotos de laboratório (de Faria, 1968).

Para a expulsão do ar entranhado na massa ensilada (Barnett, 1954), usou-se uma bomba de vácuo de laboratório, devido ao fato de que uma compactação seria difícil, pela pequena quantidade de forragem utilizada. Após essa operação, o saco plástico foi bem amarrado e revestido por outro, para melhorar as condições de vedação e as-

segurar maior êxito do processo.

Antes da ensilagem, promoveram-se os tratamentos de adição de cana de açúcar e melaço ao capim fragmentado. A adição dessas substâncias destinava-se a acrescentar açúcares ao substrato a ser fermentado pelas bactérias responsáveis pelas transformações que dão origem à silagem.

Por ocasião da confecção das silagens obteve-se as amostras de material não ensilado, que foram preparadas para a análise de laboratório. Para isso, a forragem foi colocada em uma estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 60° C. Decorridos 5 dias, as amostras secas foram colocadas sôbre um balcão onde permaneceram por 3 dias, para que sua umidade se equilibrasse com a do ar.

A seguir, o material foi passado primeiramente por um moinho de laboratório contendo uma peneira de 1 mm e após, por outro equipado com peneira de 40 "mesh", para se obter uma textura indicada ao processo de fermentação "in vitro" (Johnson, 1963). A forragem finamente moída foi acondicionada em vidros tampados para posterior utilização.

As amostras das silagens foram preparadas após um período mínimo de 30 dias, destinado a garantir uma fermentação normal dentro do silo (Barnett, 1954). Decorrido êsse tempo, os sacos plásticos foram abertos e as amostras preparadas de maneira semelhante àquela descrita para forragem não ensilada.

3.3. DETERMINAÇÃO DA RELAÇÃO HASTE E FOLHA (LÂMINA E BAINHA) E PREPARO DAS AMOSTRAS DAS PARTES COMPONENTES DA PLANTA

Antes do corte para a ensilagem, coletou-se em cada bloco experimental três colmos grandes, três médios e três pequenos, destinados à determinação da relação haste e fôlha do capim Napier. O material proveniente dos três blocos correspondente ao mesmo estágio de maturidade foi juntado de modo a se obter somente uma informação sobre a relação desejada (de Faria, 1968) em cada estágio a ser estudado.

A separação das partes componentes do colmo foi realizada manualmente, obtendo-se então, a porção correspondente às hastes e aquela representativa das fôlhas (lâmina e bainha). Após essa operação e a pesagem das duas porções, calculou-se a porcentagem de fôlhas e a de hastes. Em seguida, o material foi colocado em estufa de circulação forçada de ar e preparado de maneira semelhante àquela descrita anteriormente para a obtenção de amostras de forragem não ensilada e de silagens. Essa operação forneceu elementos para a determinação da relação haste e fôlha em termos de quantidade de matéria sêca (de Faria, 1968).

3.4. ANÁLISES DE LABORATÓRIO

3.4.1. Matéria sêca e celulose

As amostras sêcas e moídas foram utilizadas na determinação da matéria sêca pelo método de Lenkeit e Becker (1956) e da celulose pelo processo descrito por Crampton e Maynard (1938).

3.4.2. Fermentação "in vitro"

Determinou-se a digestibilidade de matéria sêca e celulose em amostras de material não ensilado, em amostras de silagens e naquelas correspondentes às fôlhas e às hastes do capim Napier.

O método utilizado foi aquêle descrito por Carvalho (1967) com algumas modificações. O procedimento adotado foi como se segue:

1 - Retirada do inóculo

Um carneiro com uma fístula ruminal permanente e mantido em regime alimentar de feno de alfafa (Johnson e cols., 1958), serviu como doador de inóculo (Fig. 1). A coleta foi sempre feita no período da manhã, ficando o animal em jejum na noite anterior à retirada.

Retirou-se em cada coleta aproximadamente 2,5 litros do conteúdo ruminal, virando-se o carneiro, de modo a que a fístula ficasse dentro de um "backer", previamente aquecido (Fig. 2).

O material coletado foi filtrado e expremido através de oito camadas de pano de queijo, sendo a parte líquida de aproximadamente 1.500 ml (quantidade suficiente para 48 tubos), usada como inoculante.



Fig. 1

Carneiro com fistula ruminal permanente usado como doador de inóculo



Fig. 2
Obtenção de conteúdo ruminal para preparo de inóculo

2 - Preparo da solução nutritiva tampão

Utilizou-se como solução tampão a saliva artificial de McDougall (1949), composta pelos seguintes elementos:

<u>Ingredientes</u>	<u>g/L</u>
NaHCO ₃	9,80
Na ₂ HPO ₄	3,71
KCl	0,57
NaCl	0,47
MgSO ₄ ·7H ₂ O	0,12
CaCl ₂	0,04

Ao balão volumétrico de 1 litro contendo os elementos para a obtenção da saliva artificial, juntou-se 18,25 ml de uma solução contendo 5,5 g/L de uréia e 18,25 ml de uma solução contendo 5,5 g/L de glucose. A seguir, o volume foi completado, de modo a se obter uma solução nutritiva tampão contendo 0,1 % de uréia e 0,1 % de glucose. Essa solução foi gaseificada com gás carbônico até que o pH atingisse o valor de 6,9.

3 - Preparo da amostra destinada à fermentação

Em tubos de centrífuga de 75 ml, devidamente tarados, colocou-se 1 g da amostra finamente moída. A cada tubo adicionou-se 25 ml do fluido do rúmen, por meio de pipetas automáticas graduadas, para maior rapidez da operação. O fluido do rúmen foi mantido sempre em movimentação através de um agitador elétrico.

Em cada determinação preparou-se "blanks" (inóculo + solução nutritiva) para fornecer uma indicação do to-

tal de matéria sêca e celulose não fermentadas, provenientes da adição do fluido do rúmen aos tubos.

4 - Desenvolvimento da fermentação

Um recipiente metálico contendo água, munido de termostato, para manter a temperatura de $39^{\circ} \pm 1^{\circ} \text{C}$, foi utilizado como cuba de fermentação (Johnson, 1966) para os tubos previamente preparados, que foram mantidos em "banho-maria" através de suportes especiais (Fig. 3).

Garantiu-se a anaerobiose dos tubos de fermentação através do borbulhamento contínuo de gás carbônico no meio (Johnson, 1966), usando-se para isso uma rolha de borracha contendo dois tubos de vidro, sendo um destinado à entrada de gás carbônico e outro à saída dos gases existentes no meio (Fig. 4).

A fermentação foi interrompida após 48 horas, - pela adição de 1 ml de HgCl_2 a 5 % (Tilley e Terry, 1963).

O pH dos tubos de fermentação foi ajustado para 6,9, três a quatro vêzes, através duma solução saturada de Na_2CO_3 (200 g/L), conforme recomendações de Quicke e cols. (1959).

Terminada a fermentação, os tubos foram retirados do banho-maria e submetidos a uma centrifugação de 2.500 rpm durante 10 minutos, descartando-se então, o líquido sobrenadante. Em seguida, adicionou-se água destilada e o material foi submetido à nova centrifugação, descartando-se novamente o líquido sobrenadante. Feito isso, os tubos foram colocados em uma estufa a 100°C por uma noite, sendo depois de secos e resfriados em um desseca--

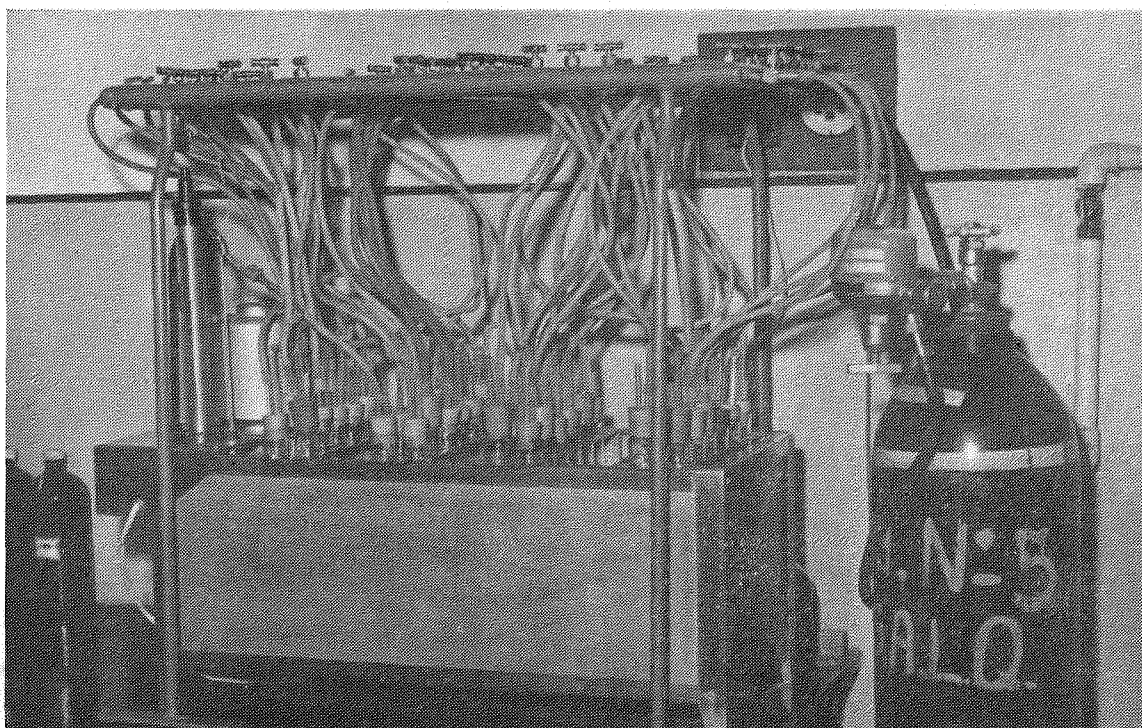


Fig. 3
Rúmen artificial usado no trabalho

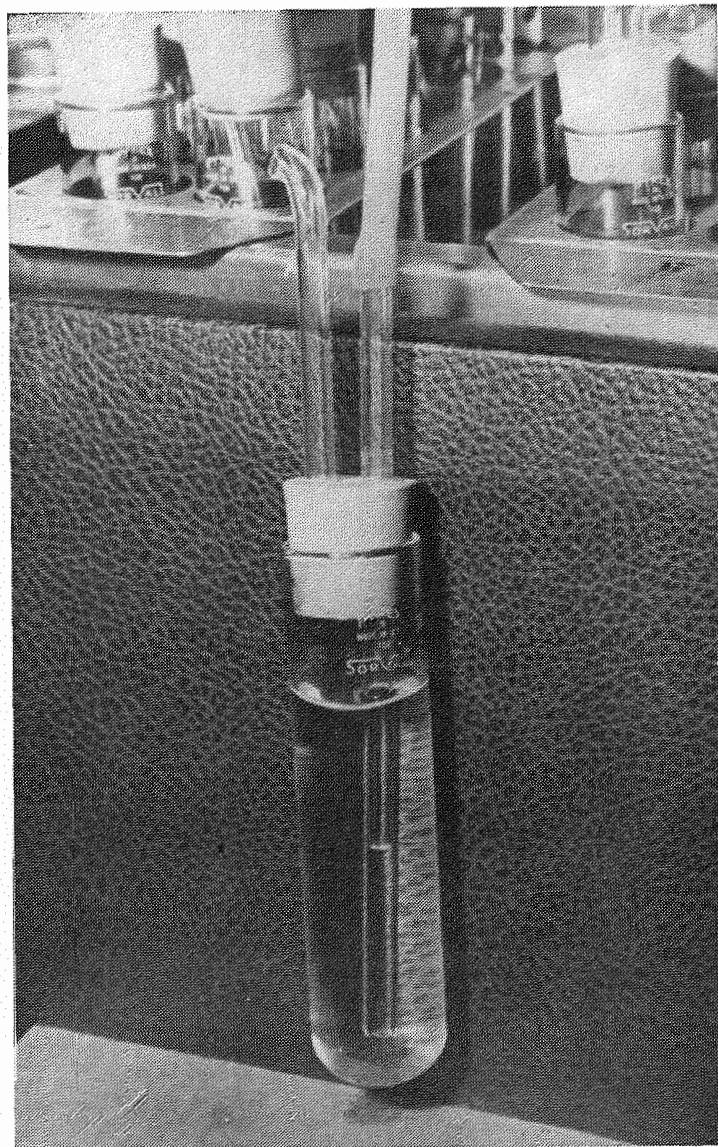


Fig. 4
Vaso de fermentação para o rúmen artificial

dor, pesados para a determinação da matéria sêca residual. Nêsse mesmo resíduo determinou-se então, a quantidade de celulose residual.

Para os cálculos dos coeficientes de digestibilidade "in vitro" da matéria sêca e celulose do resíduo não fermentado, utilizaram-se as seguintes fórmulas:

$$\text{Dig. da M.S.} = \frac{\text{M.S. da am.} - (\text{M.S. do res.} - \text{M.S. do blank})}{\text{M.S. da am.}} \times 100$$

$$\text{Dig. da Cel.} = \frac{\text{Cel. da am.} - (\text{Cel. do res.} - \text{Cel. do blank})}{\text{Cel. da am.}} \times 100$$

Dig. = Digestibilidade

M.S. = Matéria sêca

am. = amostra

res. = resíduo

Cel. = Celulose

5 - Determinação do melhor tempo de fermentação pela utilização de uma forragem índice

O melhor tempo de fermentação foi determinado - num ensaio preliminar, por meio duma forragem índice, utilizando-se para isso, o próprio capim Napier (Pennisetum purpureum, Schum.), com 2 meses de idade. As amostras preparadas de maneira idênticas àquelas já descritas, foram incubadas com 11 repetições, durante 3 diferentes tempos de fermentação, a saber, 24, 36 e 48 horas.

Os resultados obtidos foram comparados e analisados, utilizando-se então, aquêle que apresentava os coeficientes de digestibilidade mais altos para as porções de matéria sêca e celulose.

Em tôdas as determinações analíticas levadas a efeito, incluiu-se 4 amostras da forragem índice, para que se pudesse controlar as condições de fermentação e obter informações sôbre a uniformidade das mesmas.

4. R E S U L T A D O S

4.1. TEMPO DE FERMENTAÇÃO E CONTROLE DAS FERMENTAÇÕES ATRAVÉS DA FORRAGEM TESTE

O efeito do tempo de fermentação sôbre a digestibilidade "in vitro" da matéria sêca é visto no Quadro I.

Vê-se no mesmo, as médias das onze repetições em cada tempo testado e que foram: 42,25 %, 54,95 % e 59,55%.

Observou-se por hora de fermentação, um acréscimo nas médias dos coeficientes de digestibilidade, de 1,05 unidades entre 24 e 36 horas e 0,38 unidades entre 36 e 48 horas.

A análise de variância (Quadro II) mostrou um efeito altamente significativo para horas, a um nível de 0,1 % de probabilidade. Pode-se ainda observar a precisão do experimento, tendo em vista o baixo coeficiente de variação obtido e o êrro padrão da média, que fornece uma indicação da estimativa das médias obtidas (Gomes, 1963).

Para a comparação do contraste entre as médias de tratamentos aplicou-se o teste de "Tukey", obtendo-se um valor $\Delta = 1,95$ ao nível de 5 % de probabilidade (Gomes, 1963). O contraste entre a média do coeficiente de digestibilidade para matéria sêca para 24 e 36 horas (12,70), 24 e 48 horas (17,30) e 36 e 48 horas (4,60), indica que existe uma diferença significativa entre êsses coeficientes.

O melhor tempo para a digestão da matéria sêca foi 48 horas de fermentação.

QUADRO I - Determinação do melhor tempo de fermentação para a obtenção dos coeficientes de digestibilidade de "in vitro" da matéria seca da forragem teste (Capim Napier aos 2 meses de idade)

	Tempo de fermentação		
	24 horas	36 horas	48 horas
	40,76	59,76	60,02
	43,83	53,34	59,28
	42,49	58,04	58,38
	43,35	52,87	59,88
	40,37	56,98	59,55
	41,15	56,49	57,23
	42,36	54,51	60,94
	42,36	50,97	59,85
	41,14	54,08	60,11
	45,90	53,15	60,53
	41,06	54,25	59,27
médias	42,25	54,95	59,55

QUADRO II - Análise da variância para os valores de digestibilidade "in vitro" da matéria seca na determinação do melhor tempo de fermentação.

Causas de variação	GL	SQ	QM	F
Horas	2	1.765,95	882,98	255,12 ***
Resíduo	30	103,83	3,46	
Total	32	1.869,78		
C.V. = 3,56 %		s (m) = 0,56		

O Quadro III mostra o efeito do tempo de fermentação sobre a digestibilidade "in vitro" da celulose e as médias das onze repetições em cada tempo testado, que foram: 44,93 %, 59,33 % e 66,53 %.

Verificou-se por hora de fermentação um aumento nas médias dos coeficientes de digestibilidade de 1,2 unidades entre 24 e 36 horas e de 0,60 unidades entre 36 e 48 horas.

O Quadro IV apresenta a análise de variância - com efeito altamente significativo para horas, a um nível de 0,1 % de probabilidade. Nota-se a precisão do experimento, tendo em vista o baixo coeficiente de variação e a indicação da estimativa das médias obtidas através do erro padrão da média.

O teste de "Tukey" (Δ 5 % = 1,94) foi obtido para comparar os contrastes entre as médias de tratamentos.

O contraste entre as médias do coeficiente de digestibilidade para celulose entre 24 e 36 horas (14,40), 24 e 48 horas (21,60) e 36 e 48 horas (7,20), indica que houve uma diferença significativa entre êsses coeficientes.

O melhor tempo para a digestibilidade da celulose foi o de 48 horas.

O contrôle das fermentações pela utilização da forragem teste para a determinação "in vitro" da matéria sêca e celulose pode ser visto no Quadro V.

A análise de variância contida no Quadro VI mostra que as diferenças observadas entre os coeficientes de digestibilidade da matéria sêca e celulose não são significativas.

A precisão do ensaio, assim como a indicação da estimativa das médias obtidas, podem ser vistas no mesmo Quadro VI, pelos baixos valores encontrados respectivamente para coeficiente de variação e erro padrão da média.

QUADRO III - Determinação do melhor tempo de fermentação para a obtenção dos coeficientes de digestibilidade "in vitro" da Celulose da forragem teste (Capim Napier aos 2 meses de idade)

	Tempo de fermentação		
	24 horas	36 horas	48 horas
	43,92	61,81	66,80
	43,29	56,85	66,53
	44,41	59,72	65,61
	45,93	57,41	70,27
	42,65	60,12	63,23
	41,77	58,93	64,98
	46,40	61,11	67,00
	46,00	58,07	66,07
	43,55	59,16	65,61
	47,98	60,41	68,09
	48,31	59,00	67,66
médias	44,93	59,33	66,53

QUADRO IV - Análise da variância para os valores de digestibilidade "in vitro" da Celulose na determinação do melhor tempo de fermentação

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Horas	2	2.661,95	1.330,98	390,74 ^{***}
Resíduo	30	102,19	3,41	
Total	32	2.764,14		
C.V. = 3,24		s(̂) = 0,56		

QUADRO V - Contrôles das fermentações pela utilização da forragem teste para a determinação da digestibilidade "in vitro" da Matéria Sêca e Celulose

Fermentações para a execução do trabalho				
	1ª	2ª	3ª	4ª
	<u>Matéria Sêca</u>			
	58,59	58,03	59,82	57,90
	57,96	59,51	60,52	57,51
	58,47	57,94	59,51	58,87
	58,81	59,68	58,68	59,13
médias	58,46	58,79	59,63	58,35
	<u>Celulose</u>			
	67,33	64,29	67,36	64,42
	65,01	64,09	67,00	63,49
	64,29	63,99	65,77	66,63
	67,69	65,54	65,61	66,10
médias	66,08	64,48	66,43	65,16

QUADRO VI - Análise de variância do controle pela utilização da forragem teste para a determinação da digestibilidade "in vitro" da Matéria Sêca e Celulose

Causas de variação	G.L.	S.Q.	G.M.	F
	<u>Matéria Sêca</u>			
Determinação	3	4,14	1,38	2,54 n.s.
Resíduo	12	6,50	0,54	
Total	15	10,64		
C.V. = 1,25 %		s (m) = 0,36		
	<u>Celulose</u>			
Determinação	3	9,51	3,17	2,03 n.s.
Resíduo	12	18,73	1,56	
Total	15	28,23		
C.V. = 1,90 %		s (m) = 0,62		

4.2. RELAÇÃO HASTE E FÔLHA DOS DIFERENTES ESTÁGIOS DE MATUREZA E DIGESTIBILIDADE DAS PARTES COMPONENTES DA PLANTA

A Fig. 5 fornece uma indicação da relação haste e fôlha (lâmina e bainha) do capim Napier, na matéria original e na matéria sêca, nos diferentes estágios de maturidade da planta.

Na matéria original notou-se que aos 51 dias, - ocorreu uma maior porcentagem de fôlhas (53,99 %) em relação à hastes (46,01 %). Essa porcentagem inverteu-se aos 96 dias (fôlhas 39,80 % e hastes 60,20 %) e dessa maneira permaneceu mais ou menos constante até os 121 dias (fôlhas 38,46 % e hastes 61,54 %), ou seja, o último estágio de maturação estudado.

Na matéria sêca a proporção de fôlhas diminuiu, enquanto que a de hastes aumentou com a maturidade, isto é, 76,99, 49,20 e 41,33 % para fôlhas e 23,01, 50,80 e 58,67 % para hastes, aos 51, 96 e 121 dias, respectivamente.

A Fig. 6 mostra a composição em matéria sêca e o teor de celulose na matéria sêca das diversas partes componentes da planta em diferentes estágios de maturidade.

Em relação à composição em matéria sêca notou-se que a porcentagem nas fôlhas (12,08, 22,46 e 29,45 %) foi sempre maior que nas hastes (10,13, 16,36 e 25,83 %), embora tanto nas fôlhas como nas hastes, tal porcentagem tivesse aumentado com o decorrer dos dias de vegetação.

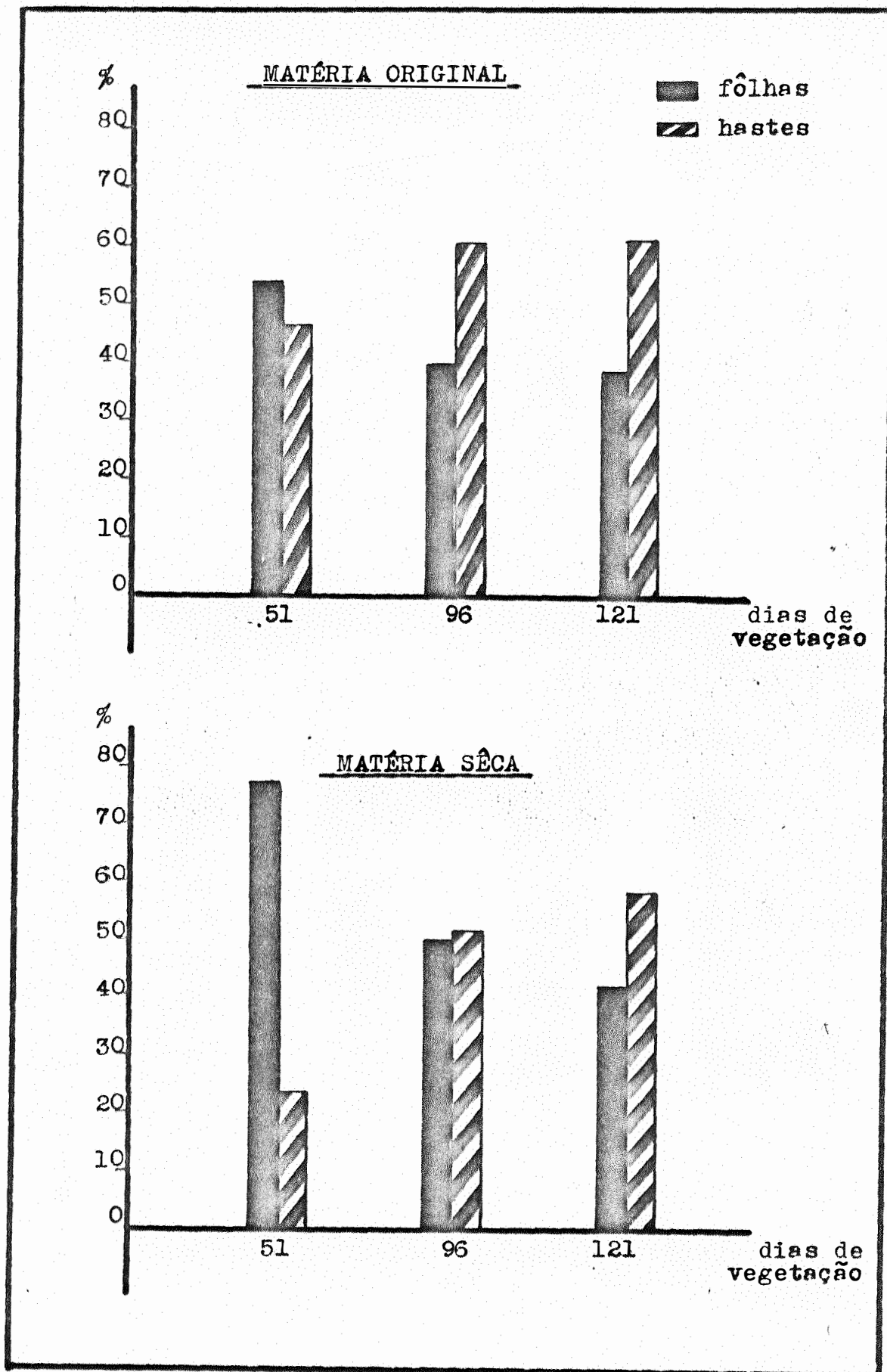


Fig. 5 - Relação haste e fôlha (lâmina e bainha) do capim Napier em diferentes estágios de maturidade.

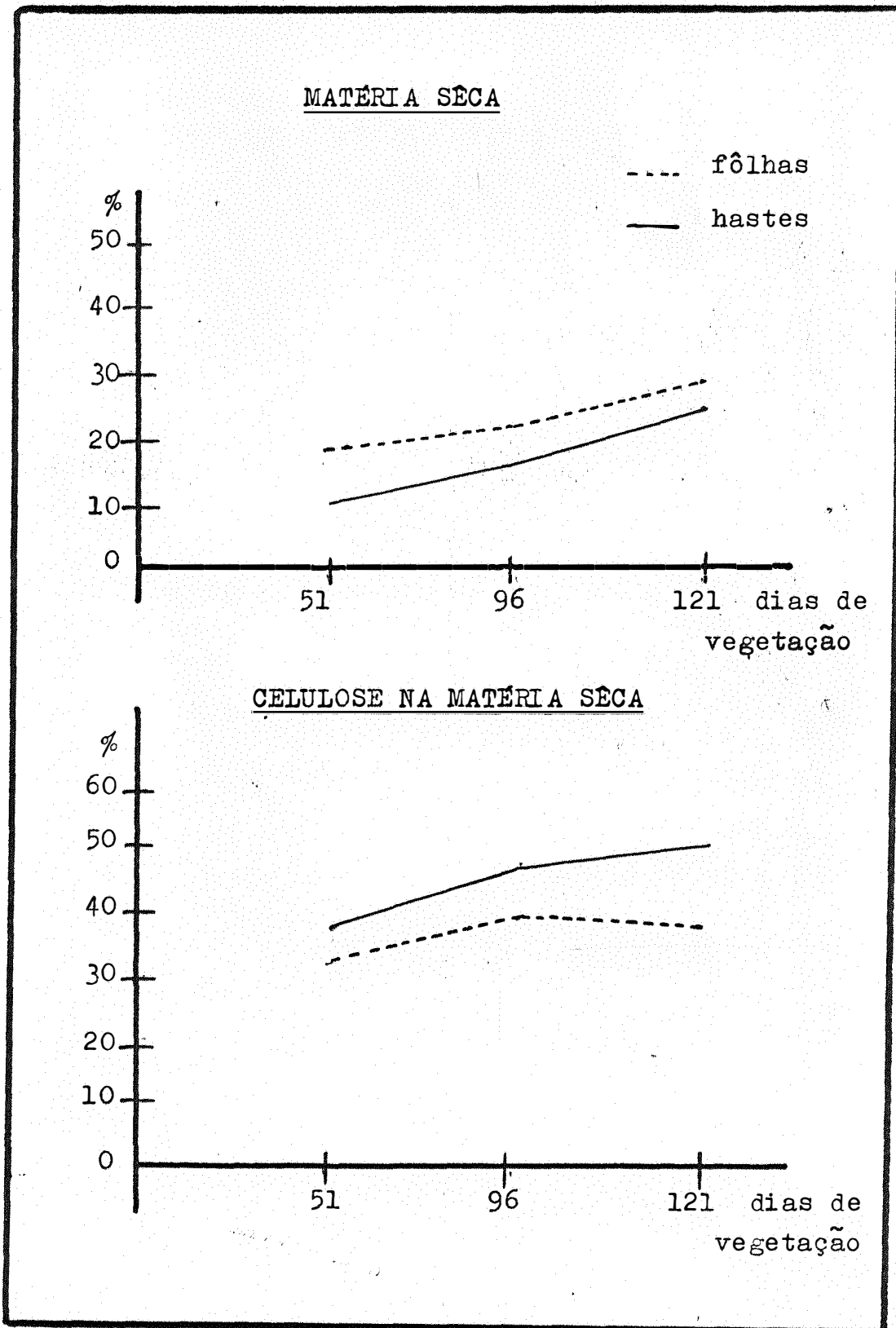


Fig. 6 - Composição em matéria sêca e teor de celulose na matéria sêca das diversas partes da planta.

A porcentagem de celulose na matéria sêca foi maior nas hastes (35,96, 47,20 e 50,02 %) do que nas fôlhas (30,94, 38,39 e 38,23 %), tendo-se ainda a acrescentar que ambas aumentaram até os 96 dias, sendo que as fôlhas permaneceram praticamente constantes até aos 121 dias, enquanto as hastes continuaram aumentando.

A Fig. 7 apresenta a digestibilidade "in vitro" da matéria sêca e celulose das partes componentes da planta nos diversos estágios estudados.

Constatou-se uma queda nos coeficientes de digestibilidade da matéria sêca, tanto em fôlhas (63,89, 55,34 e 51,48 %) como em hastes (71,43, 54,96 e 45,83%), o mesmo ocorrendo para a celulose, ou seja, 67,28, 65,23 e 58,94 % para fôlhas e 76,44, 57,56 e 46,16 % para hastes. Verificou-se ainda, que o declínio foi mais acentuado nas hastes que nas fôlhas.

4.3. EFEITO DA MATURIDADE E TRATAMENTOS SOBRE DIGESTIBILIDADE "IN VITRO" DA MATÉRIA SÊCA E DA CELULOSE DO CAPIM NAPIER

As determinações dos coeficientes de digestibilidade da matéria sêca e celulose foram levadas a efeito com um tempo de fermentação de 48 horas, de acôrdo com os resultados obtidos na determinação do melhor tempo de fermentação (visto em 4.1.).

O Quadro VII mostra os coeficientes de digestibilidade da matéria sêca nos diferentes tratamentos, aos 51, 96 e 121 dias de maturidade.

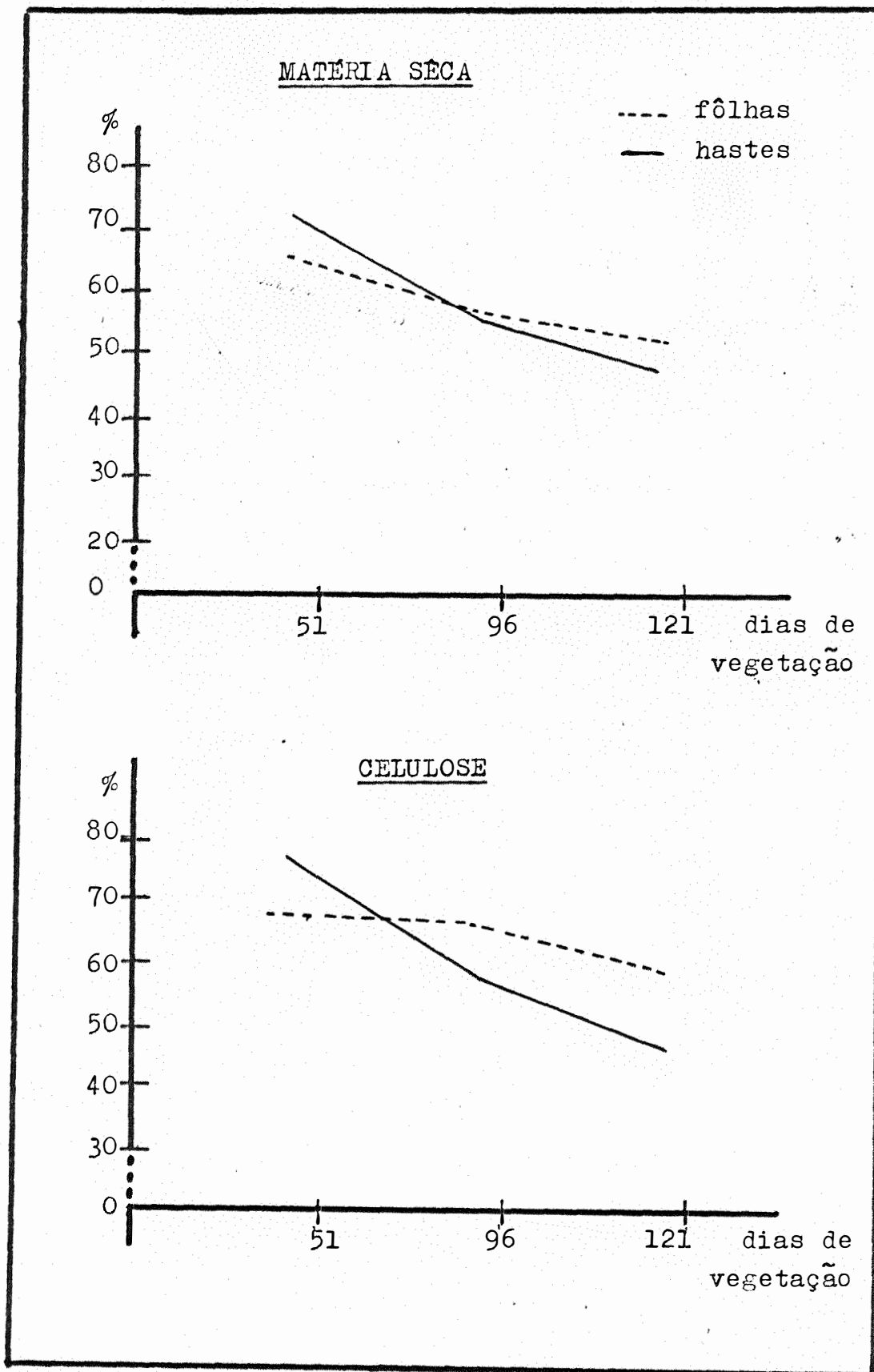


Fig. 7 - Digestibilidade da matéria sêca e celulose das diferentes partes da planta.

No Quadro VIII aparece a análise de variância - para os coeficientes de digestibilidade da matéria sêca, mostrando valores de "F" altamente significativos para épocas e tratamentos e não significativos para a interação (tratamento x época).

Efeitos altamente significativos para épocas indicam que a maturidade influiu negativamente na digestibilidade, isto é, à medida que avançou a maturidade da planta, os coeficientes de digestibilidade da matéria sêca diminuíram.

Os efeitos também altamente significativos para tratamentos indicam que os mesmos afetaram a digestibilidade do capim Napier.

A não significância para a interação demonstra que os efeitos dos tratamentos sobre a digestibilidade da matéria sêca foram iguais em todos os estágios de maturidade.

Finalmente, o mesmo Quadro VIII ressalta a precisão do experimento tendo em vista o baixo coeficiente de variação obtido.

A comparação entre as médias dos coeficientes de digestibilidade da matéria sêca, para tratamento e estágio de maturação pode ser vista no Quadro IX.

Para comparação dos contrastes entre as médias observadas nos diferentes estágios de maturação aplicou-se o teste de "Tukey" (Gomes, 1963), obtendo-se um valor $\Delta = 2,12$, ao nível de 5 % de probabilidade. Os contrastes que excederam o valor de " Δ " permitiram indicar os coeficientes de digestibilidade que eram signi-

QUADRO VIII - Análise da variância dos coeficientes de digestibilidade da Matéria Sêca das diferentes silagens e do capim nos 3 estágios de maturação da planta.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Épocas	2	1.896,68	948,34	29,18 **
Blocos	2	21,72	10,86	3,34
Resíduo (a)	4	16,75	3,25	
Parcelas	8	1.935,15		
Tratamento	5	300,97	60,19	20,52 **
T x E	10	61,28	6,13	2,09 n.s.
Resíduo (b)	30	87,99	2,93	
Total	53	2.835,40		
C.V. = 3,45 %				

QUADRO IX - Comparação entre os valores médios dos coeficientes de digestibilidade para Matéria Sêca pelo teste de Tukey

Comparações entre tratamentos	
$\Delta 5\% = 2,46$	
A \neq B; A \neq C; A \neq E	
B \neq C; B \neq D; B \neq F	
C \neq E	
D \neq E	
E \neq F	
Comparação entre épocas (*)	
$\Delta 5\% = 2,12$	
$E_1 \neq E_2; E_1 \neq E_3; E_2 \neq E_3$	

* épocas: $E_1 = 51$ dias; $E_2 = 96$ dias; $E_3 = 121$ dias
 \neq significativamente diferentes ao nível de 5 %

ficativamente diferentes e que se acham relacionados no quadro de comparações.

Tal análise possibilitou concluir-se que houve um decréscimo significativo na digestibilidade da matéria sêca, que passou de 59,81 % aos 51 dias para 51,42 % aos 96 dias e 45,36 % no último estágio estudado, como pode ser visto no Quadro VII.

O valor de $\Delta = 2,46$ ao nível de 5 % de probabilidade para a comparação das médias dos coeficientes de digestibilidade para tratamentos, permitiu a identificação daquêles que diferiram significativamente, conforme mostra o Quadro IX. Por intermédio dessa análise e considerando-se as médias de tratamentos apresentadas no Quadro VII, observou-se que:

a) O coeficiente de digestibilidade da forragem não ensilada (54,97 %) só diferiu estatisticamente dos coeficientes observados para silagem comum (48,93 %), com cana (52,43 %) e submetida a murchamento (49,21 %).

b) O coeficiente de digestibilidade da silagem comum (48,93 %) mostrou ser significativamente menor que os coeficientes obtidos para silagem com cana (52,43 %), silagem com melão (54,48%) e silagem com murchamento e melão (53,15 %).

c) O coeficiente de digestibilidade para a silagem com cana (52,43 %) foi estatisticamente diferente daquêle obtido para silagem com murchamento (49,21 %).

d) O coeficiente de digestibilidade da silagem com melão (54,48 %) mostrou ser estatisticamente diferente em relação ao coeficiente de digestibilidade da silagem submetida a murchamento (49,21 %).

e) O coeficiente de digestibilidade da silagem com murchamento (49,21 %) foi menor que o coeficiente da silagem com murchamento e melaço (53,15 %).

Podem ser observados no Quadro X os coeficientes de digestibilidade da celulose, nos diferentes tratamentos, aos 51, 96 e 121 dias de maturidade.

A análise de variância dos coeficientes de digestibilidade mostra valores de "F" altamente significativos para épocas e tratamentos e não significativos para a interação (tratamento x época), conforme apresentado no Quadro XI.

Os efeitos altamente significativos para época, indicam que a maturidade influenciou negativamente sobre a digestibilidade.

Por outro lado, efeitos altamente significativos para tratamentos ressaltam que os mesmos afetaram a digestibilidade do capim Napier.

A não significância para a interação indicam que os efeitos dos tratamentos sobre a digestibilidade da celulose foram iguais em todos os estágios de maturidade.

No quadro de análise de variância pode-se ainda observar a precisão do experimento tendo em vista o baixo coeficiente de variação obtido.

O Quadro XII apresenta a comparação entre as médias dos coeficientes de digestibilidade da celulose para tratamentos e épocas de maturidade.

Para a comparação dos contrastes dessas médias observadas para as diferentes épocas de maturação, aplicou-se o teste de "Tukey" obtendo-se um valor de $\Delta = 3,84$

QUADRO X - Coeficientes de digestibilidade da Celulose das diferentes silagens e do capim nos 3 estágios de maturação da planta.

Estágio de maturidade	Blocos	Celulose em %						Médias de épocas
		A	B	C	D	E	F	
51 dias	1	70,26	59,12	61,52	70,39	67,88	70,24	65,99
	2	68,61	56,48	64,27	70,54	58,44	71,66	
	3	69,78	68,15	62,50	64,88	65,66	67,62	
96 dias	1	60,77	53,89	53,40	57,73	52,79	56,51	53,02
	2	56,28	48,07	48,79	48,75	47,88	47,68	
	3	57,27	52,95	52,85	54,38	50,16	54,15	
121 dias	1	51,99	47,32	45,68	46,27	38,50	44,01	45,62
	2	50,47	43,07	45,88	47,20	39,08	43,56	
	3	47,45	43,13	45,86	48,91	46,52	46,33	
médias de tratamentos		59,21	52,46	53,42	56,56	51,88	55,75	

QUADRO XI - Análise de variância dos coeficientes de digestibilidade da celulose das diferentes silagens e do capim nos 3 estágios de maturação da planta.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Épocas	2	3.830,44	1.915,22	223,67 **
Blocos	2	83,40	41,70	4,87
Resíduo (a)	4	53,73	8,56	
Parcelas	8	3.967,57		
Tratamentos	5	353,77	70,75	9,23 **
T x E	10	100,33	10,03	1,30 n.s.
Resíduo (b)	30	230,01	7,67	
Total	53	4.651,67		

C.V. = 5,33 %

QUADRO XII - Comparação entre os valores médios dos coeficientes de digestibilidade para celulose pelo teste de Tukey.

Comparações entre tratamentos	
Δ 5 % = 3,95	
A \neq B;	A \neq C; A \neq E
B \neq D	
D \neq E	
Comparações entre épocas	
Δ 5 % = 3,84	
E ₁ \neq E ₂ ;	E ₁ \neq E ₃ ; E ₂ \neq E ₃

\neq significativamente diferente ao nível de 5 %

ao nível de 5 % de probabilidade.

Todos os contrastes que ultrapassaram os valores de " Δ " permitem indicar os coeficientes de digestibilidade que foram significativamente diferentes e que se acham relacionados no quadro de comparações.

Por essa análise concluiu-se que houve um decréscimo significativo na digestibilidade da celulose, - que passou de 65,99 % aos 51 dias para 53,02 % aos 96 dias e 45,62 % no último estágio estudando, como pode ser visto no Quadro X.

O valor de $\Delta = 3,95$ ao nível de 5 % de probabilidade para a comparação de médias dos coeficientes de digestibilidade para tratamentos, permitiu indicar aqueles que diferiram significativamente, como mostra o Quadro XII. Por meio dessa análise e considerando-se as médias de tratamentos apresentadas no Quadro X, houve ensejo para as seguintes observações:

a) O coeficiente de digestibilidade da forragem não ensilada (59,21 %) só diferiu estatisticamente dos coeficientes de digestibilidade da silagem comum (52,46%), com cana (53,42 %) e submetida a murchamento (51,88 %).

b) O coeficiente de digestibilidade da silagem comum (52,46 %) mostrou ser significativamente menor que o coeficiente da silagem com melaço (56,56 %).

c) O coeficiente de digestibilidade da silagem com melaço (56,56 %) mostrou ser significativamente maior do que o coeficiente de digestibilidade da silagem com murchamento (51,88 %).

4.4. CORRELAÇÕES ENTRE MATÉRIA SÊCA, CELULOSE NA MATÉRIA SÊCA, DIGESTIBILIDADE DA MATÉRIA SÊCA E DIGESTIBILIDADE DA CELULOSE

O Quadro XIII mostra a composição em matéria sêca da forragem, nos diferentes estágios de maturidade, os seus coeficientes de digestibilidade e a correlação entre os dois parâmetros.

Na análise da correlação o teste de significância "t" ($t = - 7,18^{***}$) indicou ser ela significativa ao nível de 0,1 % de probabilidade.

A correlação $r = - 0,85$ obtida, indica que à medida que o teor de matéria sêca aumentou, os coeficientes de digestibilidade dessa porção diminuíram. A equação de regressão linear que é vista no mesmo quadro, permite uma estimativa da digestibilidade da matéria sêca (x) pela utilização dos valores obtidos para a composição em matéria sêca da forragem (y).

O Quadro XIV mostra a composição em celulose na matéria sêca da forragem, nos diferentes estágios de maturidade, os coeficientes de digestibilidade da matéria sêca e a correlação entre os dois parâmetros.

Na análise da correlação o teste de significância "t" ($t = - 5,49^{***}$) mostrou ser ela significativa ao nível de 0,1 % de probabilidade.

A correlação $r = - 0,81$ obtida, indica que à medida que aumentou o teor de celulose na matéria sêca, os coeficientes de digestibilidade da matéria sêca diminuíram. A equação de regressão linear, que é vista no mesmo

QUADRO XIII - Correlação entre teor de Matéria Sêca (Y) e Digestibilidade da Matéria Sêca (X)

Estágio de maturidade	Matéria Sêca %						Digestibilidade da Matéria Sêca %					
	Tratamentos						Tratamentos					
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
51 dias	15,89	14,90	17,94	16,18	16,48	17,62	62,29	55,44	58,35	61,97	57,35	63,46
96 dias	20,66	18,40	20,22	19,39	22,00	22,55	54,77	49,22	51,67	53,91	48,32	50,61
121 dias	25,39	23,37	25,01	24,31	28,06	28,54	47,89	42,14	47,28	47,54	41,95	45,36
Coeficiente de correlação $r = - 0,85$												
Equação de regressão linear $x = 80,2971 - 1,3421 y$												

QUADRO XIV - Correlação entre teor de Celulose na matéria sêca e Digestibilidade da Matéria Sêca (X)

Estágio de maturidade	Celulose na matéria sêca						Digestibilidade da Matéria Sêca %					
	Tratamentos						Tratamentos					
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
51 dias	35,88	34,67	33,97	32,83	36,59	33,25	62,29	55,44	58,35	61,97	57,35	63,46
96 dias	40,73	40,46	37,57	37,11	41,02	38,55	54,77	49,22	51,67	53,91	48,32	50,61
121 dias	44,46	42,08	37,78	38,69	40,54	40,28	47,89	42,14	47,28	47,54	41,95	45,36
Coeficiente de correlação $r = - 0,81$												
Equação de regressão linear $x = 115,7107 - 1,6655 y$												

quadro permite uma estimativa da digestibilidade da matéria sêca (x) utilizando os valores obtidos na composição em celulose na matéria sêca da forragem (y).

No Quadro XV vê-se a composição em celulose na matéria sêca da forragem nos diferentes estágios de maturidade, os seus coeficientes de digestibilidade e a correlação entre os dois parâmetros.

Na análise de correlação o teste de significância "t" ($t = - 4,77$ ^{***}) indicou ser ela altamente significativa a um nível de 0,1 % de probabilidade.

A correlação $r = - 0,77$ obtida, constata que à medida que o teor de celulose na matéria sêca aumentou, os coeficientes de digestibilidade dessa porção diminuíram.

A equação de regressão linear que é vista no próprio quadro, permite estimar a digestibilidade da celulose (x) utilizando valores obtidos da composição em celulose na matéria sêca da forragem (y).

No Quadro XVI está contida a composição em matéria sêca da forragem nos diferentes estágios de maturidade, os coeficientes de digestibilidade da celulose e a correlação entre êles.

Na análise de correlação o teste de significância "t" ($t = - 7,18$ ^{***}) indica ser ela altamente significativa ao nível de 0,1 % de probabilidade.

A correlação $r = - 0,87$ obtida, mostra que à medida que aumentou o teor de matéria sêca da forragem diminuíram os coeficientes de digestibilidade da celulose.

QUADRO XV - Correlação entre teor de Celulose na matéria seca (Y) e digestibilidade da Celulose (X)

Estágio de Maturidade	Celulose na matéria seca						Digestibilidade da Celulose %					
	Tratamentos						Tratamentos					
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
51 dias	35,88	34,67	33,97	32,83	36,59	33,25	69,55	61,25	62,76	68,60	63,99	69,84
96 dias	40,73	40,46	37,57	37,11	41,02	38,55	58,11	51,64	51,68	53,62	50,28	52,78
121 dias	44,64	42,08	37,78	38,69	40,54	40,28	49,97	44,51	45,81	47,46	41,37	44,63

Coefficiente de correlação - $r = -0,77$

Equação de regressão linear - $x = 137,8031 - 2,1744 y$

QUADRO XVI - Correlação entre teor de Matéria Seca (Y) e digestibilidade da Celulose (X)

Estágio de maturidade	Matéria Seca %						Digestibilidade da Celulose %					
	Tratamentos						Tratamentos					
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
51 dias	15,89	14,90	17,94	16,18	16,48	17,62	69,55	61,25	62,76	68,60	63,99	69,84
96 dias	20,66	18,40	20,22	19,39	22,00	22,55	58,11	51,64	51,68	53,62	50,28	52,78
121 dias	25,39	23,37	25,01	24,31	28,06	28,54	49,97	44,51	45,81	47,46	41,37	44,63

Coefficiente de correlação - $r = -0,87$

Equação de regressão linear - $x = 24,7987 - 1,9064 y$

A equação de regressão linear que é vista no próprio quadro, permite estimar a digestibilidade da celulose (x) a partir dos dados obtidos na composição em matéria sêca da forragem (y).

O Quadro XVII mostra os coeficientes de digestibilidade da matéria sêca e da celulose nos diversos estágios de maturação da forragem, bem como a correlação entre essas digestibilidades.

Na análise de correlação o teste de significância "t" ($t = 21,05$ ~~***~~) indicou ser ela significativa ao nível de 0,1 % de probabilidade.

A correlação $r = 0,98$ obtida, indica que à medida que aumentaram os coeficientes de digestibilidade da matéria sêca, aumentaram também os coeficientes de digestibilidade da celulose.

A regressão linear permite estimar a digestibilidade da celulose (x) usando os valores obtidos dos coeficientes de digestibilidade da matéria sêca (y) e vice-versa, como mostra o mesmo quadro.

QUADRO XVII - Correlação entre Digestibilidade da Matéria Sêca (Y) e digestibilidade da Celulose se (X)

Estágio de maturidade	Digestibilidade da Matéria Sêca %						Digestibilidade da Celulose %					
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
51 dias	62,29	55,44	58,35	61,97	57,35	63,46	69,55	61,25	62,76	61,97	57,35	63,46
96 dias	54,77	49,22	51,67	53,91	48,32	50,61	58,11	51,64	51,68	53,91	48,32	50,61
121 dias	47,86	42,14	47,28	47,54	41,95	45,36	49,97	44,51	45,81	47,54	41,95	45,36

Coefficiente de correlação - r = 0,98

Equação de regressão linear - x = - 15,7284 + 1,3528 y ou y = 13,0401 + 0,7134 x

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1. DETERMINAÇÃO DO MELHOR TEMPO DE FERMENTAÇÃO E UTILIDADE DO USO DE UMA FORRAGEM TESTE

Observaram-se aumentos lineares nos coeficientes de digestibilidade da matéria sêca e celulose da forragem índice à medida que o tempo de fermentação avançou de 24 para 48 horas (Quadros I e III). Na matéria sêca, a passagem de 24 para 36 horas de fermentação, aumentou o coeficiente de digestibilidade de 12,7 unidades, enquanto que, de 36 para 48 horas, de 4,6 unidades de digestibilidade. - Para a celulose, nos mesmos intervalos, verificou-se um aumento maior, ou seja, de 14,40 e 7,20 unidades de digestibilidade, em cada 12 horas a mais de fermentação.

Fundamentando-se nestas considerações, verificou-se que o período de 48 horas de fermentação forneceu mais altos coeficientes de digestibilidade nos 3 períodos de fermentação considerados.

Semelhantes resultados foram alcançados por Carvalho (1967), em Viçosa, com uma forrageira índice (capim guatemala) aos 24, 36 e 48 horas de fermentação, obtendo - para a matéria sêca e celulose, um acréscimo nas unidades de digestibilidade para cada 12 horas a mais de incubação, - de 6,86 e 11,83 respectivamente, sendo que, em 48 horas, o coeficiente de correlação em comparação ao processo "in vivo", foi de 0,90 a 0,95 .

Raymond (1966 a) observou que a quantidade de celulose que foi digerida em tempos de incubação que variaram de 6 a 48 horas, para forragens novas e maduras de avevem (rye-grass) e "pasto oவில்", aumentava com o tempo de fermentação.

Johnson e cols. (1962), nos E.Unidos, trabalhando com diversas gramíneas e utilizando os tempos de 6, 12, 24 e 48 horas, verificaram que, com exceção de 6 horas, os valores obtidos para a digestibilidade da matéria sêca e celulose, nos demais tempos testados, não apresentaram diferenças estatísticas, em relação aos valores obtidos em ensaios "in vivo".

Considerando-se as médias dos coeficientes de digestibilidade (Quadros I e III), pode-se notar que a celulose foi mais sensível ao acréscimo linear de tempo (21,60 unidades de digestibilidade) em relação à matéria sêca (17,30 unidades). Nota-se também, que os maiores aumentos nos coeficientes de digestibilidade ocorreram no intervalo de 24 a 36 horas de fermentação.

Quicke e cols. (1959) medindo os coeficientes de digestibilidade "in vitro" da celulose em diferentes tempos de fermentação, observaram que, 30 horas foi excessivamente curto, 48 horas o tempo mais satisfatório, 60 horas o que apresentou melhores resultados para o caso de forragens maduras, e 72 horas não mostrou qualquer vantagem prática.

Tomlin e cols. (1965) estudaram a digestão da celulose em 21 amostras de forragens, nos tempos de 6, 12, -

24, 30 e 48 horas, sendo que os resultados obtidos com 12 e 30 horas mostraram-se mais precisos, quando comparados com a modalidade "in vivo".

Le Fevre e Kamstra (1960) obtiveram com o período de 48 horas de fermentação, coeficientes de digestibilidade de celulose semelhantes àqueles encontrados "in vivo".

A utilização da forragem teste no presente trabalho deu uma idéia da segurança na viabilidade das fermentações. As diferenças não significativas encontradas entre as quatro determinações utilizadas para a condução do trabalho e o baixo coeficiente de variação, forneceram excelentes índices de validade à pesquisa. Ademais, tal fato vem mostrar que o meio de extração e preparo do inóculo, e a marcha das fermentações realizadas, não apresentaram alterações significativas em suas diversas fases de execução. A utilidade do uso da forrageira teste foi também comprovada por Carvalho (1967), quando obteve pequenas variações dentro do ensaio.

5.2. EFEITO DA MATURIDADE E RELAÇÃO HASTE E FOLHA

Com a maturidade da planta houve um decréscimo nos coeficientes de digestibilidade da matéria seca de 24,16 % e nos da celulose de 30,87 %. Tal fato, talvez possa ser explicado pela queda do valor nutritivo da própria planta com a maturidade, além de alterações nos constituintes da parede celular.

Explicações diversas têm sido sugeridas pelos

pesquisadores, entre as quais a de Raymond (1966 a), que diz, serem as gramíneas novas possuidoras duma menor quantidade de hemicelulose em relação à celulose, situação esta que se inverte com a maturidade, de sorte a provocar uma queda mais ou menos rápida na digestibilidade. Dehority e Johnson (1961) em estudo realizado em Ohio, afirmam que a porcentagem de lignina aumentando com a maturação, age como uma barreira física entre a celulose e as bactérias celulóticas do rúmen fazendo cair a digestibilidade.

Mellin e cols. (1962), em Maine, estudando a digestibilidade da matéria sêca do timóteo em 11 cortes sucessivos num período de 70 dias, constataram um decréscimo de 78 para 47 % nos coeficientes de digestibilidade. Tais cifras foram confirmadas posteriormente por Blaser (1964).

Anthony e cols. (1960), nos E.Unidos, verificaram haver um declínio acentuado na digestibilidade de sorgos forrageiros com o avanço da maturidade.

Carvalho (1967) em Viçosa, estudando os capins pangola, gordura e sempre-verde, constatou que a digestibilidade "in vitro" da matéria sêca e celulose diminuiu significativamente com a idade da planta.

Na Venezuela, Butterworth e Arias (1965), pesquisando o valor nutritivo do capim elefante em relação à maturidade, concluíram que os coeficientes de digestibilidade da matéria sêca baixaram com o decorrer do tempo.

Nordfelt e cols. (1951), no Hawaii, constataram um declínio na digestibilidade do capim Napier com a maturação da planta.

Pesquisas realizadas em Viçosa por Da Silva e cols. (1965), sôbre a digestibilidade "in vitro" de vários capins, entre os quais o Napier, mostraram que com o avanço da idade da planta, a porcentagem de celulose dessa forrageira subiu de 32,8 para 39,3 %, enquanto o seu coeficiente de digestibilidade caiu de 88 para 72 %.

Com o avanço da maturidade do capim Napier houve uma queda nos coeficientes de digestibilidade tanto de hastes como de fôlhas, em relação à matéria sêca e celulose, da ordem de 35,84 e 39,61 % para hastes e 19,43 e 12,40 % para fôlhas, respectivamente. A queda mais acentuada em relação às hastes, explica-se pelo fato de que, à medida que a planta amadurece aumenta a porcentagem dos constituintes fibrosos nessa fração. Stallcup e cols. (1964), estudando a digestibilidade de alguns sorgos, estabeleceram que, à medida que aumentava a porcentagem de hastes, os coeficientes de digestibilidade da planta diminuam.

Estudos realizados por Raymond (1966 a), com azevem (rye-grass) e "pasto oவில்", mostraram que na planta nova as fôlhas tinham digestibilidade tão alta ou até mesmo um pouco menor que às hastes. Porém, à medida que a planta amadureceu, a digestibilidade das fôlhas caiu lentamente (0,2 unidades por dia), enquanto a das hastes, mais acentuadamente, ou seja, à razão de 0,7 unidades por dia.

Mowat e cols. (1965), no Canadá, estudaram a digestibilidade "in vitro" da matéria sêca do timóteo, cevadilha, capim de pomar e alfafa, bem como, de algumas de suas frações separadamente, como hastes e fôlhas e em di-

versos estágios de maturação, constatando que, de um modo geral, as cifras de digestibilidade permaneceram constantes durante os quatro primeiros cortes, para depois caírem rapidamente.

Na Venezuela, Virgúez (1965), comparou amostras de 13 variedades de capim elefante, no que diz respeito ao rendimento em matéria seca e os valores da relação haste e fôlha, com cortes realizados em épocas diferentes. O ensaio em aprêço mostrou que a variedade Napier foi uma das que acusou maior rendimento em matéria seca, além de razoáveis valores para a relação haste e fôlha, e que, duma maneira geral, os rendimentos em matéria seca e os valores da relação haste e fôlha declinaram com o avanço da maturação.

Correlações altas e negativas foram obtidas na comparação entre a composição química da planta em matéria seca com as digestibilidades "in vitro" da própria matéria seca ($r = - 0,85$) e da celulose ($r = - 0,87$), proporcionando respectivamente as equações de regressão linear $x = 80,2971 - 1,3421 y$ e $x = 94,7987 - 1,9064 y$. Semelhantes correlações resultaram da comparação entre a composição química da planta em celulose e as digestibilidades "in vitro" da matéria seca ($r = - 0,81$) e da própria celulose ($r = - 0,77$), apresentando as equações de regressão linear respectivas de $x = 115,7107 - 1,6655 y$ e $x = 137,8031 - 2,1744 y$.

Diversos pesquisadores têm obtido altas correlações e equações de regressão, que possibilitam a estimati-

va da qualidade da forragem, partindo-se da composição química da planta (Lancaster, 1943, Anthony, 1953, Raymond e cols., 1956 e Miller, 1961). Reid e cols. (1959) estudando a composição química em matéria seca de 28 forrageiras e comparando as digestibilidades dessa fração à análise química bromatológica, obtiveram correlações ao nível de -0,80.

Resultados correlatos foram também obtidos da comparação entre processos químicos para a estimativa da digestibilidade e os processos biológicos de fermentação "in vitro". Assim, Dehority e Johnson (1963) correlacionaram a porcentagem de celulose dissolvida em "cobre etileno-diamina" com a digestibilidade "in vitro" da própria celulose, obtendo para o timóteo ($r = 0,99$), capim bromo (brome-grass) ($r = 0,99$) e grama de pomar (orchard-grass) ($r = 0,99$). Os mesmos autores, em 1964, encontraram altas correlações para 16 gramíneas, quando compararam a digestibilidade da matéria seca com os métodos de solubilidade de matéria seca ($r = 0,89$) e de celulose ($r = 0,79$).

Ainda no presente trabalho, obteve-se uma correlação alta e positiva ($r = 0,98$), quando se comparou a digestibilidade "in vitro" da matéria seca com a da celulose, sendo que, as equações de regressão $x = -15,7284 + 1,3528 y$ e $y = 13,0401 + 0,7134 x$, permitem estimar a digestibilidade da celulose (x) a partir da digestibilidade da matéria seca (y) e vice-versa, conforme mostram as próprias equações.

Altas correlações entre a digestibilidade de matéria seca e celulose têm sido obtidas por diversos pes-

quisadores, quando compararam valores obtidos por métodos "in vitro" e "in vivo". Assim, Carvalho (1967), estudando os capins pangola, sempre-verde e gordura em quatro estágios de maturação obteve coeficientes de correlação que variaram de 0,90 a 0,95. Reid e cols. (1964) conseguiram um coeficiente de correlação igual a 0,99, para a relação celulose "in vitro" e matéria seca "in vitro". Bowden e Church (1962) relataram coeficientes resultantes da correlação entre digestibilidade da matéria seca "in vitro" e celulose "in vivo" e celulose "in vitro" e matéria seca "in vivo", altamente significativos, da ordem de 0,95 e 0,87, respectivamente. Resultados semelhantes têm sido relatados por Baumgardt e cols. (1962 a) e Vieira e Gomide (1968).

5.3. EFEITO DOS TRATAMENTOS SOBRE A DIGESTIBILIDADE "IN VITRO" DA MATÉRIA SÊCA E DA CELULOSE

O processo de ensilagem reduziu significativamente a digestibilidade da matéria seca e da celulose do capim Napier, quando os valores obtidos para a forragem não ensilada foram comparados àqueles das silagens comum, com cana e submetida ao murchamento (Quadros VIII e XI). Entretanto, os coeficientes de digestibilidade mais baixos observados para os tratamentos que receberam melão não foram estatisticamente diferentes daqueles apresentados pela forragem não ensilada (Quadros VII e X). Trabalhos conduzidos por Noller e cols. (1965) e Kormos e Chestnutt (1967),

mostraram que a ensilagem tende a reduzir a digestibilidade dos princípios nutritivos das forragens. Tal fato poderia ser atribuído às perdas inevitáveis que ocorrem durante o processo e à conversão de componentes químicos da planta para uma forma menos aproveitável, mesmo no caso em que cuidados especiais tenham sido tomados por ocasião do enchimento do silo.

Os melhores resultados obtidos pela adição de melão poderiam ser devidos ao fato de que tal substância geralmente propicia uma fermentação mais adequada, resultando em silagens com menores perdas de princípios nutritivos. Smith (1954), Lenitt e cols. (1963) e McDonald e cols. (1965), estudando o efeito da adição de melão em gramíneas e leguminosas, observaram que durante a ensilagem houve pequena redução nos coeficientes de digestibilidade dos princípios nutritivos das forragens, não sendo, entretanto, os decréscimos significativos.

A silagem que recebeu cana de açúcar como aditivo apresentou coeficientes de digestibilidade relativos aos dois princípios nutritivos estudados, significativamente mais baixos que os da forragem não ensilada, apesar de ter sido avaliada como silagem possuidora de características físicas semelhantes àquela que recebeu melão, onde não se detectava cheiro de ácido butírico (Barnett, 1954). Embora, considerada como silagem de boa qualidade, a adição de cana de açúcar poderia ter contribuído para uma redução significativa na digestibilidade, desde que tal gramínea geralmente pobre em proteína, apresenta um alto teor

de fibra, de composição variável (Lovadini e cols., 1967).

Na comparação entre as silagens, observou-se que, aquelas que receberam aditivos ricos em açúcares e que provavelmente se constituíam em produtos de melhor qualidade (Barnett, 1954), apresentaram coeficientes de digestibilidade da matéria seca, estatisticamente semelhantes. Entretanto, quando comparados aos coeficientes das silagens comuns e submetida ao murchamento, verificaram-se através da análise estatística, diferenças significativas (Quadros VIII e XI). A redução na digestibilidade da matéria seca das silagens que não receberam uma fonte de açúcares facilmente fermentescíveis, poderia ser explicada pelo fato de que tais silagens eram provavelmente produtos de qualidade inferior, devido ao odor ligeiramente butírico por ocasião da abertura dos silos experimentais (Barnett, 1954). Diversos trabalhos de pesquisa têm indicado que silagens exclusivas de gramíneas e leguminosas com alto teor de umidade são geralmente produtos de má qualidade, apresentando alto índice de ácido butírico, pH elevado e digestibilidade dos princípios nutritivos mais baixa, do que silagens submetidas a diferentes tratamentos para assegurar-se uma fermentação mais adequada ao processo de conservação (Gordon e cols., 1961 e Lenitt e cols., 1963). Tem-se igualmente observado, através de trabalhos experimentais, que a digestibilidade da proteína é a fração mais afetada pela qualidade da silagem (Gordon e cols., 1961 e McDonald e cols., 1965).

O tratamento de murchamento prévio não foi ca-

paz de assegurar o desenvolvimento duma silagem de boa qualidade, levando-se em conta a redução significativa na digestibilidade da matéria seca. Trabalhos experimentais têm mostrado que os métodos para a elevação do teor de matéria seca das forrageiras a serem ensiladas são eficientes somente quando a planta apresenta índices superiores a 30% (McDonald e cols., 1966). Hartwig-Kachele (1969) observou que silagens tratadas com melaço apresentavam coeficientes de digestibilidade da matéria seca mais altos que aquêles das silagens submetidas ao murchamento e que a diferença foi estatisticamente significativa.

Quando as digestibilidades "in vitro" da celulose das diferentes silagens foram comparadas, observou-se que, os coeficientes relativos às silagens com melaço foram significativamente maiores que os correspondentes às silagens comum e submetida ao murchamento (Quadro XII). Johnson e cols. (1966) constataram que a ensilagem praticamente não afetava a digestibilidade "in vitro" da celulose do milho, mas que algumas substâncias do produto, passíveis de serem extraídas com água, poderiam afetar o início da fermentação dessa porção fibrosa da forragem. No mesmo trabalho, foi observado que a presença de açúcares facilmente fermentecíveis influenciava negativamente a digestibilidade da celulose.

Provavelmente, nas condições do presente trabalho, os açúcares adicionados através do melaço, devem ter sido em sua quase totalidade fermentados durante a ensilagem, de modo a não se observar uma redução significativa -

na digestibilidade da celulose, como seria esperado de acôrdo com os trabalhos de Johnson e cols. (1966) e El-Shasly e cols. (1961 a).

Uma possível explicação para os fatos observados na digestibilidade "in vitro" da celulose das silagens submetidas aos diferentes tratamentos, seria difícil de ser tentada no presente trabalho. Porém, pode-se sugerir como possível fator afetando a digestão, a presença em maior quantidade nas silagens tratadas com melaço, de substâncias favoráveis à digestão da celulose.

6. C O N C L U S Õ E S

Nas condições do experimento, as seguintes conclusões poderão ser enumeradas:

1. Verificou-se um acréscimo linear na digestibilidade "in vitro" da matéria sêca e celulose da forragem - índice (capim Napier aos 2 meses de idade) à medida que aumentou o período de fermentação de 24 para 48 horas, sendo portanto o período de 48 horas, aquêle que apresentou - coeficientes de digestibilidade médios mais altos, tanto para matéria sêca (59,55 %) como para celulose (66,53 %).

2. Com a maturidade da planta a porcentagem de fôlhas na matéria sêca diminuiu de 76,99 para 41,33 %, enquanto a de hastes aumentou de 23,01 para 58,67 %. Notou-se portanto, um decréscimo de fôlhas da ordem de 46,32 % e um aumento de hastes de 60,78 %, com a maturação.

3. O efeito da maturidade se refletiu num aumento da composição química das partes componentes da planta. Assim, a matéria sêca das fôlhas passou de 12,08 a 29,45 % e das hastes de 10,13 a 25,83 %, o que corresponde a um acréscimo de 58,99 % e 60,78 %, respectivamente. Da mesma maneira, a celulose aumentou nas fôlhas de 30,94 para 38,23 %, enquanto nas hastes, de 35,96 para 50,02 %, correspondendo aos acréscimos respectivos de 19,41 % e 28,11%; com o avanço da maturação.

4. Ainda com a maturidade da planta, constatou-se um decréscimo nos coeficientes de digestibilidade de suas partes componentes. A propósito, em relação à digestibilidade da matéria sêca, nas fôlhas houve uma redução de 63,89 para 51,48 % e nas hastes de 71,43 para 45,83 %, representando uma queda de 19,43 % para fôlhas e de 35,84 % para hastes. No que tange à digestibilidade da celulose, os coeficientes das fôlhas caíram de 67,28 para 58,94 % e os das hastes, de 76,44 para 46,16 %, significando um declínio de 12,40 % e 39,61 %, respectivamente para fôlhas e hastes, à medida que aumentou a idade da planta.

5. A maturidade influiu negativamente sôbre a digestibilidade da planta inteira, fazendo com que os coeficientes de digestibilidade da matéria sêca passassem de 59,81 % no primeiro estágio (51 dias), para 45,36 % no último estágio de maturação (121 dias), o que equivale a uma queda de 24,16 %. Por outro lado, os coeficientes de digestibilidade da celulose, caíram de 65,99 para 45,62 %, verificando-se portanto, um decréscimo de 30,87 %, com o decorrer da maturação.

6. A ensilagem reduziu os coeficientes de digestibilidade da matéria sêca e celulose do capim Napier, sendo que tal decréscimo só não foi estatisticamente significativo, quando a forrageira era tratada com melaço. Por conseguinte, o tratamento que melhor se comportou no processo de conservação da forragem, foi o da adição de melaço, desde que seus valores em relação à silagem obtida, fo

ram semelhantes àqueles da planta não ensilada.

7. O tratamento de "murchamento + melão" apresentou resultados estatisticamente semelhantes aos da adição de melão somente.

8. A adição de cana de açúcar picada fez melhorar os coeficientes de digestibilidade da silagem, já que tais coeficientes quando comparados com os dos tratamentos de murchamento e de silagem comum, mostraram-se mais altos e estatisticamente diferentes.

9. A adição de cana, por outro lado, não foi capaz de manter o valor nutritivo da forrageira, desde que seus coeficientes de digestibilidade foram significativamente menores que os da planta não ensilada, embora, estatisticamente iguais aos coeficientes das silagens que receberam melão.

10. O tratamento de murchamento prévio por exposição ao sol, não teve vantagem para a ensilagem do capim Napier.

11. A silagem comum apresentou os mais baixos índices de digestibilidade em relação aos demais tratamentos.

12. Verificaram-se correlações altamente significativas entre a composição química da planta em matéria seca e celulose, e a digestibilidade "in vitro" da matéria seca ($r = - 0,85$ e $r = - 0,87$, respectivamente).

13. Da mesma maneira, altas e significativas correlações foram encontradas na comparação entre a composição química da planta em matéria sêca e celulose, com a digestibilidade "in vitro" da celulose ($r = - 0,77$ e $r = - 0,81$, respectivamente).

14. A composição química da planta em matéria sêca e celulose mostrou ser igualmente útil, para se estimar as digestibilidades "in vitro" da matéria sêca e celulose, através de equações de regressão.

15. Correlações altamente significativas foram obtidas quando se comparou a digestibilidade "in vitro" da matéria sêca e da celulose ($r = 0,98$), tendo-se ainda a acrescentar, que as equações de regressão apresentadas permitem a estimativa de uma em função da outra.

7. R E S U M O

No presente trabalho, ensaios de fermentação "in vitro" foram efetuadas para a determinação do efeito da maturidade e de tratamentos sôbre a digestibilidade de capim Napier (Pennisetum purpureum, Schum.) não ensilado e ensilado sob diferentes tratamentos. Para isso, utilizou-se como fonte de inóculo um carneiro com fístula ruminal permanente, mantido em uma dieta de feno de alfafa.

Num ensaio preliminar, determinou-se o melhor - tempo de fermentação para a técnica do rúmen artificial, - usando-se como forragem índice o próprio capim Napier com dois meses de vegetação. Verificou-se que houve um acréscimo linear significativo na digestibilidade "in vitro" da matéria sêca e da celulose, à medida que o período de fermentação aumentou de 24 para 48 horas. O período de 48 horas sendo o que apresentou os mais altos coeficientes de digestibilidade, foi por isso adotado para as subseqüentes determinações de fermentação "in vitro" do presente trabalho.

Em amostras do capim Napier colhidas aos 51, 96 e 121 dias de crescimento vegetativo, após um corte de igualação, estabeleceu-se a relação haste-fôlha (lâmina e bainha) e, em cada fração determinou-se a composição em matéria sêca e celulose, bem como, a digestibilidade "in vitro" dêsses princípios nutritivos. Observou-se que, enquanto os teores em matéria sêca e celulose aumentaram com a maturidade da planta, seus coeficientes de digestibilidade diminuíram, tanto para hastes como para fôlhas.

Em cada estágio de maturação, num delineamento

experimental em "Split-plot", silagens foram confeccionadas em sacos plásticos, sendo o material a ser ensilado submetido aos seguintes tratamentos: silagem comum, silagem com adição de 3 % de melaço, silagem com adição de 30% de cana de açúcar picada, silagem com capim submetido a murchamento prévio e silagem com capim submetido a murchamento com adição de 3 % de melaço.

A maturidade reduziu significativamente a digestibilidade "in vitro" da matéria seca e da celulose tanto da forragem não ensilada como da submetida à ensilagem sob os diferentes tratamentos.

A ensilagem fez diminuir os coeficientes de digestibilidade da matéria seca do capim Napier, porém o declínio observado nas silagens que receberam melaço não foi estatisticamente significativo. Quando as silagens foram comparadas entre si, observou-se que os coeficientes das amostras que receberam melaço ou cana de açúcar não foram diferentes. Os tratamentos de murchamento prévio e silagem comum acusaram os mais baixos coeficientes de digestibilidade, sendo as reduções estatisticamente significativas. Sugeriu-se que os melhores resultados encontrados para os tratamentos que receberam uma fonte de açúcar, foram devidos à melhor qualidade das silagens.

Os coeficientes de digestibilidade da celulose, foram também afetados negativamente pelo processo da ensilagem e pelos diferentes tratamentos de ensilagem, embora o declínio observado na silagem sem murchamento prévio que recebeu melaço, não tenha sido estatisticamente significa-

tivo. Esse tratamento quando comparado aos demais, apresentou coeficientes significativamente maiores que os correspondentes às silagens comum e submetidas a murchamento. Entretanto, os coeficientes das silagens com cana e, murchamento + melaço, não diferiram estatisticamente das silagens comum e com murchamento. Sugeriu-se que a silagem não submetida ao murchamento e tratada com melaço, talvez possuísse substâncias, não identificadas no trabalho, que poderiam ter favorecido a digestão da celulose.

Análises de correlação levadas a efeito com os dados obtidos indicaram coeficientes altos e significativos para a correlação entre digestibilidade "in vitro" da matéria seca e composição em matéria seca ($r = - 0,87$) e celulose ($r = - 0,85$), bem como, entre a digestibilidade "in vitro" da celulose e a composição em matéria seca ($r = - 0,77$ e celulose ($r = - 0,81$). Uma correlação também significativa, $r = 0,98$, foi obtida entre os coeficientes de digestibilidade "in vitro" da matéria seca e celulose. Equações de regressão foram estabelecidas para a estimativa de uma variável em função da outra.

8. S U M M A R Y

"In vitro" fermentation trials were carried out to study the effect of maturity and treatments on the digestibility of green and ensiled Napier grass (Pennisetum purpureum, Schum.). A sheep with a permanent ruminal fistula and maintained on a alfafa hay diet was used as a source of inoculum for the artificial rumen.

In a preliminary trial conducted with a test forage (two months old Napier grass) it was established that the best fermentation time was 48 hours. It was observed that as the fermentation period increased from 24 to 48 hours there was a linear and significant increase on the coefficients of digestibility of dry matter and cellulose.

Napier grass samples harvested at 51, 96, and 121 days of vegetation were used to determine the stalk to leaf (leaf and sheath) ratio. Maturity increased the stalk content of the plant and it was observed that the coefficient of digestibility of cellulose and dry matter of leaves and stalks declined with the increase on the cellulose and dry matter content of the component parts of the plant.

Small plastic bags were used to ensile Napier grass harvested at 51, 96, and 121 days of vegetation. With a split plot experimental design, vegetation was obtained in each stage of maturity for preparation of the following silages: regular silage, silage with 3 % molas-

ses, silage with 30 % chopped sugar cane, wilted silage, and wilted silage with 3 % molasses.

Maturity significantly reduced the coefficients of digestibility of cellulose and dry matter of both ensiled and non ensiled forage. The ensiling process tended to reduce the digestibility of dry matter of Napier grass. However, the decline was not significant for the silages treated with molasses. When the silages were compared, it was observed that there was not a statistical difference in the coefficients of digestibility of dry matter of the silages treated with molasses or sugar cane but that the decline of the regular and wilted silages without additives was high and significant. It was suggested that treatments could have affected silage quality and as a consequence higher coefficients of digestibility were obtained for silages treated with additives.

Cellulose digestibility was also reduced by the ensiling process but the reduction in non wilted silages treated with molasses was not statistically significant. When the silages were compared, it was observed that the digestibility of cellulose of unwilted silages treated with molasses or sugar cane were statistically equal. On the other hand, silages made with sugar cane added to the forage and silages made with wilted forage plus molasses were equal to the regular and wilted silages without additives. However, silages made with regular forage plus molasses presented higher coefficients than the regular or wilted silages without additives. It was suggested that the molasses treatment on non wilted forage could be reg

possible for the development during the ensiling process of unknown substances that enhanced cellulose digestion.

Correlation analysis showed high and significant coefficients between "in vitro" digestibility of dry matter and dry matter ($r = - 0,87$) and cellulose ($r = - 0,81$) composition, and between "in vitro" cellulose digestibility and dry matter ($r = - 0,72$) and cellulose ($r = - 0,87$) contents. A high and significant correlation ($r = 0,98$) was obtained between "in vitro" cellulose and dry matter coefficients of digestibility. Linear regression equations were established.

9. B I B L I O G R A F I A C I T A D A

ALBA, J. - 1963. Alimentación del ganado en la América Latina. La Prensa Médica Mexicana, México, D.F.

ALEXANDER, R.H. - 1966. Establecimiento de un sistema de digestibilidad "in vitro" en el laboratorio (Mimeografiado). Simpósio. Determinación del valor nutritivo de los forrajes. Métodos "in vitro". - Centro de Investigación y Enseñanza para la Zona Templada, I.I.C.A. da Estânzuela, Uruguay.

ANTHONY, W.B. - 1953. Some influences of methoxyl and isolated lignin on the digestibility of feeding stuffs by ruminants. P.h.D. Thesis, Cornell University. Ithaca, New York.

ANTHONY, W.B., R.R. HARRIS, V.L. BROWN, J.K. BOSECK and E.L. MORTON - 1960. Availability of grain in sorghum silage. J. Animal Sci. 21:987.

ARNOLD, G.W. - 1962. The influence of several factors in determining the grazing behaviour of Border Leicester x Merino Sheep. J. British Grassl. Soc. 17:41.

BARNETT, A.J.G. - 1954. Silage Fermentation. Butterworths Scientific Publications, London.

- BAUMGARDT, B.R., J.L. CASON and M.W. TAYLOR - 1962 a. Evaluation of forages in the laboratory. I. Comparative accuracy of several methods. J. Dairy Sci. 45:59.
- BAUMGARDT, B.R., M.W. TAYLOR and J.L. CASON - 1962 b. Evaluation of forages in the laboratory. II. Simplified artificial rumen procedure for obtaining repeatable estimates of forage nutritive value. J. Dairy Sci. 45:62.
- BENACHIO, S. - 1965. Niveles de en silo experimental de millo Criollo (Sorghum vulgare). Rev. Agronomia Tropical 14:291.
- BEZEAU, L.M. - 1965. Effect of source of inoculum on digestibility of substrate "in vitro" digestion trials. J. Animal Sci. 24:283.
- BLASER, R.E. - 1964. Symposium of forage utilization: Effects of fertility levels and stage of maturity on forage nutritive value. J. Animal Sci. 23:246.
- BOIN, C. - 1968. Manejo de capineiras e produção de silagens (Mimeografado). Seminário do Curso de Pós-Graduação de Nutrição Animal e Pastagens. ESALQ. Piracicaba.

- BOWDEN, D.M. and D.C. CHURCH - 1962. Artificial rumen investigation. II. Correlation between "in vitro" and "in vivo" measures of digestibility and chemical components of forage. J. Dairy Sci. 45:980.
- BOWIE, W. C. - 1962. "In vitro" studies of rumen microorganisms using a continuous-flow system. Animal J. Vet. Res. 23: 858.
- BURROUGHS, W., N.A. FRANK, P. GERLAUGH and R.M. BETHKE - 1950 a. Preliminary observations upon factors influencing cellulose digestion by rumen microorganisms. J. Nutrition 40:9.
- BURROUGHS, W., H.G. HEADLEY, R.M. BETHKE and P. GERLAUGH - 1950 b. Cellulose digestion in good and poor quality roughages using and artificial rumen. J. Animal Sci. 9:513.
- BUTTERWORTH, M. and P.J. ARIAS - 1965. Nutritive value of elephant grass cut at various ages. Anais do IX Congresso Internacional de Pastagens, D.P.A., São Paulo, 1:616.
- BUZY, A e O.L. PALADINES - 1968. Precisión de los metodos de fermentación "in vitro" para predecir la digestibilidad y el consumo de forrajes por los ruminantes. Turrialba, Rev. Interam. de Ciências Agr. 18:397.

- CARVALHO, M.M. - 1967. A técnica do rúmen artificial na estimativa da digestibilidade aparente de forrageiras tropicais. Tese de M.S., Universidade Rural do Estado de Minas Gerais, Viçosa. Minas Gerais.
- CRAMPTON, E.W. and L.A. MAYNARD - 1938. The relation of cellulose and lignin content to the nutritive value of animal feeds. *J. Nutrition* 57:389.
- DA SILVA, D.J., J.H. CONRAD e J. CAMPOS - 1965. Da digestibilidade "in vitro" de algumas forrageiras tropicais. Anais do IX Congresso Internacional de Pastagens, D.P.A., São Paulo, 1:529.
- DAVIES, G.M. - 1965. Some problems of forage conservation. Anais do IX Congresso Internacional de Pastagens, D.P.A., São Paulo, 1:649.
- DE FARIA, V.P. - 1966. Ensilagem, Silagem, Silos. (Mimeografado). Cadeira nº 5, Zootecnia dos Ruminantes, - ESALQ, Piracicaba.
- DE FARIA, V.P. - 1968. Effect of maturity on composition and digestibility of a bird resistant grain sorghum. M.S. Thesis, The Ohio State University, Columbus, Ohio.
- DE FARIA, V.P. - 1969. Ácidos orgânicos em silagens (Mimeografado). Seminário no Curso de Pós-Graduação de Nutrição Animal e Pastagens, ESALQ, Piracicaba.

- DEHORITY, B.A., K. el-SHAZLY and R.R. JOHNSON - 1960. Studies with the cellulolytic fraction of rumen bacteria obtained by differential centrifugation. - J. Animal Sci. 19:1098.
- DEHORITY, B.A. and R.R. JOHNSON - 1961. Effect of particle size upon the "in vitro" cellulose digestibility of forages by rumen bacteria. J. Dairy Sci. 44: 2242.
- DEHORITY, B.A. and R.R. JOHNSON - 1963. Cellulose solubility as an estimate of cellulose digestibility and nutritive value of grasses. J. Animal Sci. 22:222.
- DEHORITY, B.A. and R.R. JOHNSON - 1964. Estimation of the digestibility and nutritive value of forages by cellulose and dry matter solubility methods. J. Animal Sci. 23:203.
- DONEFER, E., L.E. LLOYD and E.W. CRAMPTON - 1962. Prediction of the nutritive value index of forages fed chopped or ground using an "in vitro" rumen fermentation method. J. Animal Sci. 19:545.
- el-SHAZLY, K., B.A. DEHORITY and R.R. JOHNSON - 1960. A comparison of all-glass, semipermeable membrane and continuous flow type of apparatus for "in vitro" rumen fermentations. J. Dairy Sci. 43: 1445.

el-SHAZLY, K., B.A. DEHORITY and R.R. JOHNSON - 1961 a. Effect of starch on the digestion of cellulose "in vitro" and "in vivo" by rumen microorganisms. J. Animal Sci. 20:268.

el-SHAZLY, K., R.R. JOHNSON, B.A. DEHORITY and A.L. MOXON - 1961 b. Biochemical and microscopic comparison of "in vivo" and "in vitro" rumen fermentation. J. Animal Sci. 20:839.

FONSECA, J.B., J. CAMPOS e J.H. CONRAD - 1965. Estudos de digestibilidade de forrageiras tropicais pelo processo convencional. Anais do IX Congresso Internacional de Pastagens, D.P.A., São Paulo, 1: 530.

GOMES, F.P. - 1963. Curso de Estatística Experimental - 2ª Ed., ESALQ, USP, Piracicaba.

GONET, D., N. FATIANOFF, S.Z. ZELTR and M. DURAND - 1965. Influence of increasing dry matter content of a lucerne on biochemical and bacteriological evolution during ensilage. Anais do IX Congresso Internacional de Pastagens, D.P.A., São Paulo, 1: 632.

GORDON, C.H., J.C. DERBYSHIRE, H.G. WISEMAN, E.A. KANE and C.G. MELIN - 1961. Preservation and feeding value of alfafa stored as hay, haylage and direct cut silage. J. Dairy Sci. 44:1299.

GORDON, C.H. - 1967. Storage losses in silage as affected by moisture content and structure. J. Dairy Sci. 50: 397.

GRAY, F.V., R.A. WELLER, A.F. PILGRIM and G.B. JONES - 1962. A stringent test for the artificial rumen. Australian J. Agr. Res. 13:343.

HARTWIG-KACHELE, T.M. - 1969. Efectos del morchitado y agregado de melaza sôbre características químicas y valor nutritivo del ensilage de Trébol blanco (*Trifolium repens*). Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Bibliotecología y Documentación nº 3, Turrialba.

HERSHBERGER, T.V. and E.W. HARTSOOK - 1960. Studies on the fermentation of alfalfa hay by rumen microorganisms "in vitro". Carbon dioxide methane and heat production. Federation Proc. 19:321.

JOHNSON, R. R., B.A. DEHORITY and O.G. BENTLEY - 1958. Studies on the "in vitro" rumen procedure: Improved inoculum preparation and the effects of volatile fatty acids on cellulose digestion. J. Animal Sci. 17:841.

JOHNSON, R.R., B.A. DEHORITY, J.L. PARSONS and H.W. SCOTT - 1962. Discrepancies between grasses and alfalfa - when estimating nutritive value of forages from

"in vitro" cellulose digestibility by rumen microorganisms. J. Animal Sci. 21:892.

JOHNSON, R.R. - 1963. Symposium on microbial digestion in ruminants: "in vitro" rumen fermentation techniques. J. Animal Sci. 22:791.

JOHNSON, R.R., B.A. DEHORITY and J.L. PARSONS - 1965. Relationships between "in vitro" measurements on forages and their nutritive value. Anais do IX Congresso Internacional de Pastagens, D.P.A., São Paulo, 1:587.

JOHNSON, R.R. - 1966. Techniques and procedures for "in vitro" and "in vivo" rumen studies. J. Animal Sci. 25:855.

JOHNSON, R.R., T.L. BALWANI, L.T. JOHNSON, K.E. McCLURE - and B.A. DEHORITY - 1966. Corn plant maturity. - IV: Effect on "in vitro" cellulose digestibility and on soluble carbohydrate content. J. Animal - Sci. 25:617.

KOK, E.A., L.B. MACHADO e G.L. ROCHA - 1946. Valor nutritivo de plantas forrageiras. Boletim de Indústria Animal, 8:18, São Paulo.

KORMOS, J. and D.M.B. CHESTNUTT - 1967. A study of ensiling wilted and unwilted grass at two stages of maturity. Herbage Abstracts 37:188.

- LANCASTER, R.J. - 1943. Metabolism trials with New Zealand feeding stuffs. IV. The relative significance of lignin, cellulose and crude fiber in the evaluation of foods. New Zealand. J. Sci. Tech. 25A:137.
- LANGSTON, C.W., H.G. WISEMAN, C.H. GORDON, W.C. JACOBSON, C.G. MELIN and L.A. MOORE - 1962. Chemical and bacteriological changes in grass silage of fermentation. I - Chemical changes. J. Dairy Sci. - 45:396.
- LANIGAN, C.W. - 1963. Silage bacteriology: water activity and temperature relationship of silage strains - of lactobacillus brevis and pedicoccus cerevisae. Australian J. Biological Sci. 16:606.
- LE FEVRE, C.F. and L.D. KAMSTRA - 1960. A comparison of cellulose digestion "in vitro" and "in vivo". J. Animal Sci. 19:867.
- LENITT, M.S., V.J. TAYLOR and A. HERGARTY - 1963. Studies on grass silage from predominantly Paspalum delatum pastures in south-eastern Queensland. 1. A comparison and evaluation of the additives metabisulphite and molasses. Herbage Abstracts 33: 101.
- LENKEIT, W. and N. BECKER - 1956. Inspeção e apreciação de forrageiras. Lisboa, Ministério da Economia de Portugal (Boletim pecuário nº 2).

- LLOYD, L.F., H.F.M. JEFFERS, E. DONEFER and E.W. CRAMPTON - 1961. Effect of four maturity stages of Timoty - hay on its chemical composition nutrient digesti- bility and nutritive value index. J. Animal Sci. 20:468.
- LOUW, J. G., H.H. WILLIAMS and L.A. MAYNARD - 1949. A new method for the study of "in vitro" rumen diges- tion. Science 110:478.
- LOWE, C.C., J.T. REID and W.R. MEREDITH - 1962. Effect of maturity differences among comparative feeding - value of harvested forage. Agron. Abstr. p. 94.
- LOVADINI, L.A., C.L. MORAES e S.B. PARANHOS - 1967. Levantamento sôbre a composição química bromatológica de 39 variedades forrageiras de cana de açúcar . Anais da ESALQ 24:191 - Piracicaba.
- McCULLOUGH, M.E. - 1961. A study of factors associated - with silage-fermentation and dry matter intake - by dairy cows. J. Animal Sci. 20:228.
- McDONALD, P. and A.R. HENDERSON - 1962. Buffering capacity of herbage samples as a factor in ensilage, J. - Sci. Food Agric. 13:395.
- McDONALD, P., A.C. SLIRLING, A.R. HENDERSON and R. WHITTEN BURY - 1965. Fermentation studies on red clover. J. Sci. Food Agric. 16:549

- McDONALD, P., S.J. WATSON and R. WHITTENBURY - 1966. The principles of ensilage. Edinburgh School of Agriculture, Miscellaneous Publication, n^o 357.
- McDOUGALL, E.I. - 1949. Studies on ruminant saliva. I. The composition and output of sheep saliva. Biochem. J. 43:99.
- MELLIN, T.N., B.R. POULTON and M.J. ANDERSON - 1962. Nutritive value of hay depends on cutting date. J. Animal Sci. 21:123.
- MEISKE, J.C., R.L. SALSBURY, J.A. HEEFER and R.W. LUECK - 1958. The effect of starvation and subsequent refeeding on some activities of rumen microorganisms "in vitro". J. Animal Sci. 17:774.
- MILLER, T.B. - 1961. Recent advances in studies of the chemical composition and digestibility of herbage: Part. II Herbage Abstracts 31:163.
- MINSON, D.J., W.F. RAYMOND and C.E. HARRIS - 1960. Studies in the digestibility of herbage. VIII. The digestibility of S37 cocksfoot, S23 Rye-grass and S24 Rye-grass. J. Brit. Grassl. Soc. 15:174.
- MOORE, J.E., R.R. JOHNSON and B.A. DEHORITY - 1962. Adaptation of an "in vitro" system to the studies of starch fermentation by rumen bacteria. J. Nutrition 76:414.

- MOWAT, D.N., R.S. FULKERSON, W.E. TOSSELL and J.E. WINCH - 1965. The "in vitro" dry matter digestibility - of several species and varieties and their plant parts with advancing stages of maturity. Anais - do IX Congresso Internacional de Pastagens, D.P. A., São Paulo, 1:593.
- MURDOCK, F.R., A.S. HODGSON and J.R. HARRIS - 1961. Relationships of date of cutting, stage of maturity and digestibility of Orchard-grass. J. Dairy - Sci. 44:1943.
- NOLLER, C.H., J.C. BURNS, D.L. HILL, C.L. RHYKERD and T.S. RUMSEY - 1965. Chemical composition of green - and preserved forages and the nutritive implications. Anais do IX Congresso Internacional de Pastagens, D.P.A., São Paulo, 1:611.
- NORDFELT, S., I. IWANAGA, A. TOM and C.A. HENKE - 1951. - Studies of Napier grass. Tech. Bull. 12 Univ. of Hawaii Agr. Exp. Sta.
- OTERO, J.R. - 1961. Informações sôbre algumas plantas forrageiras. S.D., nº 11, 2ª Ed., S.I.A. do Min. - da Agric., Rio de Janeiro.
- PEDREIRA, J.V.S. - 1968. Produção estacional de forragem - no Brasil Central. (Mimeografado). Seminário do Curso de Pós-Graduação de Nutrição Animal e Pastagens, ESALQ, Piracicaba.

- PIGDEN, W.J. and J.M. BELL - 1955. The artificial rumen as a procedure for evaluating forage quality. J. Animal Sci. 14:1239.
- QUICKE, G.V., O.G. BENTLEY, H.W. SCOTT and A.L. MOXON - 1959. Cellulose digestion "in vitro" as a measure of the digestibility of forage cellulose in ruminants. J. Animal Sci. 18:275.
- QUIN, J.I. - 1943. Studies on the alimentary tract of Merino sheep in South Africa. VII. Fermentation in the forestomachs of sheep. Onderstepoort. J. Vet. Sci. 18:91.
- RAYMOND, W. F., D.J. MINSON and C.E. HARRIS - 1956. The effect of management on herbage consumption and selective grazing. Proc. 7th Intern. Grassl. - Congr. 7:123.
- RAYMOND, W.F. - 1959. The measurement of grassland productivity. 156 Ed. I.D. Ivins: Butterworth, London.
- RAYMOND, W.F. - 1966 a. Aplicación de las técnicas de digestibilidad "in vitro". (Mimeografiado). Simpó--sio. Determinación del valor nutritivo de los - forrages. Metodos "in vitro". Centro de Investigación y Enseñanza para la Zona Templada, I.I.C. A. da Estânzuela, Uruguay.

RAYMOND, W.F. - 1966 b. The nutritive value of herbage. -
Recent Advances in Animal Nutrition. Ed. J.T. A-
brams. Little Brown and company. Boston.

RAYMOND, W.F. and R.A. TERRY - 1966. Studies of herbage di-
gestibility by an "in vitro". Method. Outl. Agric.
5:60.

REID, J.T., W.K. KENNEDY, K.L. TURK, S.T. SLACK, G.W. TRIM-
BERGER and R.P. MURPHY - 1959. Effect of -
growth stage, chemical composition and physical
properties upon the nutritive value of forages.-
J. Dairy Sci. 42:567.

REID, J.T., G.A. JUNG and S. MURRAY - 1964. The measurement
of nutritive qualities in a blue grass pasture -
using "in vivo" and "in vitro" techniques. J. A-
nimal Sci. 23:700.

ROCHA, G.L. - 1953. Silagem para as fazendas paulistas. Re-
servas forrageiras. Nº 1. Boletim do D.P.A., São
Paulo.

ROSTON, A.J. - 1968. Alimentação de bovinos na sêca. Coor-
denação de Assistência Técnica Integral da Secre-
taria de Agricultura do Est. de São Paulo, Bole-
tim S.C.R. nº 34.

SALSBURY, R.L., C.K. SMITH and C.F. HUFFMAN - 1956.

effect of high levels of cobalto on the "in vi-
tro" digestion of cellulose by rumen microorga--
nisms. J. Animal Sci. 15:863.

SALSBURY, R.L., A.L. VANDERKOLK, V. BETTY, RALTZER and R.
W. LUECKE - 1958. The rates of digestion of the
cellulose of some plant fractions by rumen mi--
croorganisms "in vitro". J. Animal Sci. 17:293.

SHELTON, D.C. and R.L. REID - 1960. Measuring the nutriti
ve value of forage using "in vitro" rumen tech-
nique. Proc. 8th Int. Grassl. Congr. p. 524.

SHEPHERD, J.B., R.E. HODGSON, N.R. ELLIS and J.R. McCAL--
MONT - 1948. Ensiling hay and pasture crops. -
The Year Book of Agriculture p. 178. United Sta
tes Department of Agriculture, Washington, D.C.

SLYTER, L.L., W.O. NELSON and M.J. WOLIN - 1964. Modifi-
cation of advice for maintenance of the rumen -
microbial population in continuous culture. -
Appl. Microbiol 12:374.

SMITH, A.M. - 1954. Seasonal variation in the quality of
grass silage. J. Science Food Agric. 5:48.

SPRAGUE, M.E. and L. LEPARULLO - 1965. Losses during sto-
rage and digestibility of different crops as si
lage. Agron. J. 57:425.

STALLCUP, O.T. 1955. A comparison of silage preservatives. Arkansas Agric. Exp. Station, Bulletin 557.

STALLCUP, O.T., G.C. DAVIES and D.A. WARD - 1964. Factors influencing the nutritive value of forages utilized by cattle. Arkansas Agric. Exp. Station, Bulletin 684.

TERRY, R.A. y J.M.A. TILLEY - 1964. The digestibility of the leaves and stems of perennial rye-grass, cocksfoot, timoty, tall fescue, lucerne and sainfoin, as measured by an "in vitro" procedure. J. British Grassl. Soc. 19:363.

TILLEY, J.M.A., R.E. DERIAZ and R.A. TERRY - 1960. The "in vitro" measurement of herbage digestibility and assessment of nutritive value. Proc. 8th Intern. Grassl. Congr. p. 533.

TILLEY, J.M.A. and R.A. TERRY - 1963. A two stage technique for "in vitro" digestion of forage crops. J. British Grassl. Soc. 18:104.

TOMLIN, D.C., R.R. JOHNSON and B.A. DEHORITY - 1965. Relationship of lignification to "in vitro" cellulose digestibility of grasses and legumes. J. Animal Sci. 24:161.

VAN SOEST, J.J. - 1964. Symposium on nutrition and forage

and pastures. New chemical procedures for evaluating forages. J. Animal Sci. 23:838.

VIEIRA, L.M. e J.A. GOMIDE - 1968. Estimativa da digestibilidade e do consumo voluntário de matéria sêca de gramíneas tropicais pela técnica do rúmen artificial. (Mimeografado). Trabalho apresentado - na VI Reunião da Soc. Brasileira de Zootecnia, - Belo Horizonte.

VIRGUEZ, O.G. - 1965. Ensayo comparativo de 13 clones del pasto elefante (Pennisetum purpureum, Schum.). A nais do IX Congresso Internacional de Pastagens, D.P.A., São Paulo, 2:617.

WARNER, A.C.I. - 1956. Criteria for establishing the validity of "in vitro" studies with rumen microorganisms in so-called artificial rumen systems. J. Gen. Microbial, 14:733.

WATSON, S.J. and M.J. NASH - 1960. The conservation of grass and forage crops. Oliver Boyd, London.

WHITTEMBURY, R.P., P. McDONALD and D.G. BRYAN-JONES - 1967. A short review of some biochemical and microbiological, aspects of silage. J. Sci. Food Agric. 18:441.

WOODMAN, H.E. and R.E. EVANS - 1938. The mechanism of cel-

lulose digestion in the ruminant organism. IV. -
Further observations from "in vitro" studies of
the behavior of rumen bacteria and their bearing
on the problem of the nutritive value of cellulo
se. J. Agr. Sci. 28:43.