

MAX LÁZARO VIEIRA BOSE

ENGENHEIRO AGRÔNOMO M.S.

Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"

Departamento de Zootecnia

**COMPOSIÇÃO EM FIBRA BRUTA, CELULOSE E LIGNINA,
DIGESTIBILIDADE DA CELULOSE "IN VITRO" E EM C.E.D.,
DOS CAPINS COLONIÃO, GORDURA, JARAGUÁ, NAPIER
E PANGOLA, EM DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO.**

Tese de doutoramento apresentada à
Escola Superior de Agricultura "Luiz de
Queiroz", Universidade de São Paulo.

**PIRACICABA
Estado de São Paulo
1971**

AGRADECIMENTOS

- Ao Dr. CELSO LEMAIRE DE MORAES, pela sua orientação abalizada, constante, dedicada e espontânea a esta tese.
- Ao Dr. ARISTEU MENDES PEIXOTO, por seu apoio e estímulo constantes, e por esta iniciação científica que lhe é devida.
- Ao Dr. ALVIN L. MOXON, que através deste trabalho iniciou na E.S.A. - "Luiz de Queiroz", em 1966, a utilização de métodos de laboratório (in vitro) para avaliação de digestibilidade de forragens, bem como por sua solicitude no provimento de recursos - para tal fim, através do Convênio USAID/ESALQ/OSU.
- Ao Dr. CASSIO ROBERTO MELO GODOI, pela execução da análise estatística dos dados obtidos e ajuda na interpretação dos resultados.
- Ao Eng^o Agr^o JOSÉ GASPAR MEYER, bolsista no Departamento de Zootecnia (em 1966), pelo auxílio nas análises químicas.
- Aos colegas de Departamento, em especial VIDAL PEDROSO DE FARIA, pela disposição constante para trocar idéias e ceder experiência, e MOACYR CORSI, pela ajuda no trabalho de campo quando aluno-bolsista, e atualmente como especialista em forragicultura.
- Ao Sr. WALTER ANTONIO COCCO pelo serviço de datilografia honesto, rápido e eficiente.

ÍNDICE

	<u>Página</u>
INTRODUÇÃO	1
REVISÃO DA LITERATURA	3
Fração fibra bruta, celulose e lignina	3
Digestibilidade "in vitro" da celulose	8
Variação do Valor Nutritivo de gramíneas durante o ciclo vegetativo	15
MATERIAIS E MÉTODOS	20
Instalação do Experimento	20
Cortes, amostragem e preparo das amostras	21
Tratamentos, ocorrências e observações de campo	22
Análises Químicas	23
Digestibilidade da celulose pela fermentação "in vitro"	24
Solubilidade da celulose em CED	25
Análise Estatística	26
RESULTADOS E DISCUSSÃO SÔBRE OS RESULTADOS	27
Produção de matéria sêca	27
Teor de matéria sêca	28
Teor de fibra bruta	29
Teor de lignina	32
Teor de celulose	33
Digestibilidade da celulose	36
RESUMO	46
Conclusões	47
SUMMARY AND CONCLUSIONS	48
BIBLIOGRAFIA	50

(cont.)

ÍNDICE (continuação)

	<u>Página</u>
GRÁFICOS - composição química bromatológica e digestibilidade nas 3 fases de corte.	
Gráfico nº 1 - capim colônia	43
nº 2 - capim gordura	43
nº 3 - capim jaraguá	44
nº 4 - capim napier	44
nº 5 - capim pangola	45
QUADROS	
Quadro A - Classificação dos capins em ordem de produção de MS	27
Quadro I - Efeito da maturidade sobre o teor de matéria seca e de fibra bruta	31
Quadro II- Composição em lignina e celulose sob efeito das épocas de corte	35
Quadro III- Digestibilidade da celulose nas diferentes fases de desenvolvimento vegetativo.	39
Quadro IV- Resumo das determinações químicas	40
Quadro V - Resumo da diferenciação entre médias (teste de Tukey)	41
Quadro VI- Resumo das diversas correlações determinadas	42
Quadro VII- Valores originais de celulose e lignina.	57
Quadro VIII- Valores originais dos coeficientes de digestibilidade da celulose	58
Quadro IX- Valores originais completos em MS e FB.	59
Quadro X - Médias das determinações transformadas em arc sen $\sqrt{\text{porcentagem}}$	60

(cont.)

ÍNDICE (continuação)

	<u>Página</u>
Quadro XI - Correlações - entre médias globais, e do capim coloniãõ	61
Quadro XII - Correlações - capim gordura e jaraguá.	62
Quadro XIII- Correlações - capim napier e pangola..	63
FIGURA	
Figura 1 - Tubo de centrifuga com valvula de Bun- sen	24

INTRODUÇÃO

Levantamentos mundiais recentes têm indicado que nos cognominados "países em desenvolvimento" dos trópicos se verifica a maior taxa de crescimento populacional e as mais agudas deficiências dietéticas de energia e de proteína.

A solução para suprimento energético está sendo alcançada através de seleção de variedades de cereais altamente produtivos e relativamente pouco exigentes. Contudo, com exceção dos países escandinavos, tem-se conseguido pouco rendimento em proteína animal através da criação de herbívoros sob regime de pastoreio, já que há grandes áreas sendo aproveitadas ou disponíveis para tal fim.

Mais de 50 por cento da população mundial de bovinos, ovinos e caprinos pertence aos trópicos, significando alto potencial. Vinte por cento da área tropical é pastagem, representando grande potencial em forragem; dez é cultivada, trinta e cinco por cento é floresta, e um terço é inaproveitada. As pastagens de qualidade medíocre são uma das maiores causas da baixa produtividade em leite e carne.

Obtem-se produção máxima de um pasto através de seu manejo adequado. Como a qualidade e o rendimento das forrageiras variam com o grau de maturidade, torna-se indispensável saber-se em que estágio há a maior combinação de valores, para determinação da melhor época de sua utilização.

O conhecimento do valor nutritivo das forrageiras nas diversas fases do ciclo vegetativo é, portanto, de importância fundamental para a economia da exploração agropecuária. A fibra bruta representa uma larga fração dos carboidratos utilizáveis por ruminantes, em disponibilidade na maioria das plantas forrageiras. Essa fração é uma substância empírica de composição variável, constituída principalmente de celulose, hemicelulose e lignina. A celulose representa nas forragens a maior fonte energética para ruminantes. Torna-se, pois, interessante conhecer a partir de que ponto o teor de lignina passa a in-

terferir sensivelmente sobre o grau de aproveitamento, ou a digestibilidade da celulose, no decorrer do crescimento das gramíneas.

Os métodos de laboratório para avaliação de forrageiras somente começaram a ser mais considerados nestes últimos decênios. Anteriormente, apenas se fazia uso dos métodos clássicos de digestibilidade com animais. Os processos de laboratório ("in vitro") ganharam, porém, grande aceitação entre melhoristas de plantas e nutricionistas no campo animal, porque podem ser aplicados a amostras relativamente pequenas de material, são mais baratos e mais rápidos; permitem análises em fases bastante próximas dentro do ciclo vegetativo, além de não sofrerem influência das variações individuais do animal.

O emprego desses processos tornaria possível o levantamento de grande número de forrageiras, e os resultados obtidos auxiliariam muito na seleção e na utilização correta das forragens, ou ainda, para sua adequada suplementação em determinadas épocas do ano.

A combinação desses dados com outros obtidos em outros trabalhos - teor de nitrogênio, cálcio, fósforo, cobalto e cobre - permitiria ainda conhecimento mais completo das deficiências nutricionais das pastagens do País.

Sendo a maior contribuição forrageira em nosso estado representada por gramíneas, os capins colômbio (Panicum maximum, Jacq.), gordura (Melinis minutiflora, Pal. de Beauv.), jaraguá (Hiparrhenia rufa, Nees-Stapf.), pangola (Digitaria decumbens, Stent) e Napier (Pennisetum purpureum, Schum.), dos mais representativos no Estado de São Paulo, foram os utilizados como material desta investigação.

O presente trabalho visa, portanto, estudar as gramíneas citadas, em diversos estágios de desenvolvimento, quanto aos seguintes aspectos:

- a) constituição em fibra bruta, celulose e lignina;
- b) digestibilidade da celulose por fermentação "in vitro" e por solubilização em cobre-etileno-diamina (C.E.D.)
- c) possíveis interrelações entre a e b.

REVISÃO DA LITERATURA

Fração fibra bruta, celulose e lignina

O esquema de Weende, ou sistema de análise aproximada, ou análise convencional de forragens, embora idealizado em 1894, é ainda - base de estudos modernos. A complexa composição em carboidratos foi originalmente simplificada pela subdivisão em carboidratos solúveis - os - "extrativos não-nitrogenados", e em insolúveis - a "fibra bruta".

Entretanto, mesmo Henneberg, um dos idealizadores do sistema, sabia que a fibra era suscetível a digestão ruminal, enquanto que - os extrativos não-nitrogenados poderiam não ser inteiramente digestíveis. De certa forma, porém, essas duas imprecisões se compensavam, não invalidando a "análise aproximada" (Hansen et al., 1958).

Sendo a digestibilidade da fibra considerada influenciada positivamente pela celulose e negativamente pela lignina, principalmente, sucessivas subdivisões têm sido propostas às frações carboidratadas. Em 1938, Crampton e Maynard sugeriram que fossem determinados os - teores de celulose e de lignina, e, por diferença com o total de carboidratos, seria determinada a porção "outros carboidratos". Provavelmente devido a dificuldade na determinação de lignina, Crampton e Whiting propuseram em 1943 que a lignina é que fôsse obtida por diferença, em vez da fração "outros carboidratos".

Richards e Reid (1953), tendo determinado a digestibilidade de forrageiras de pasto e a correlacionado com as várias frações de carboidratos, julgaram conveniente substituir a análise de fibra pela - de lignina, celulose e carboidratos totais, o que teria mais significado biológico.

A celulose, polímero de D-beta-glucose, ocorre nas membranas celulares vegetais em proporções variáveis, associada a outros polissacarídeos e outros materiais. É a principal substância responsável pelas propriedades físicas da célula, principalmente estruturais. No ca

so especial de ruminantes, contudo, representa sua maior fonte de energia. Quimicamente, é constituída de cadeias grandes, provavelmente não ramificadas, com 1.400 a 10.000 unidades de glucose. Nas células maduras, distribui-se em camadas superpostas, havendo formação de uma membrana secundária, envolvida pela primária. Essas duas membranas podem - ainda conter pectinas, ligninas, outros polissacarídeos, sílica, etc. Consta que, na própria planta, apenas sementes em germinação podem conter celulasas que possibilitam a utilização da celulose para produção - de energia (Hansen et al., 1958; e King, 1961).

A lignina, embora não tenha natureza química bem definida, sua hidrólise produz resíduos diversos, porém sempre de natureza aromática e de peso molecular elevado. Influi nas propriedades físicas das - membranas celulares vegetais e interfere na digestibilidade do vegetal (Anderson, 1948).

Crampton e Maynard (1938) e Gray (1947) atribuíram a queda de digestibilidade na planta madura ao seu teor crescente em lignina. - Baker e Harris (1947) interpretaram-na como barreira física ao ataque - da celulose pelos microrganismos do rúmen. Kamstra et al., (1958) estenderam a mesma interpretação para a dificuldade de atuação dos enzimas - digestivos à "ação incrustadora" da lignina.

Segundo Norman (1935), citado por Richards e Reid (1953), - aumento de lignina na planta corresponde a decréscimo de pectina, indicando não que necessariamente a pectina seja sua precursora, mas, no mínimo, mudança no metabolismo da planta.

Ely et al. (1953), comentando sôbre as variações que obtiveram nos teores de lignina em "orchardgrass", atribuíram-nas a características fisiológicas do crescimento ou (e) a impropriedade na sua determinação química.

A razão do maior teor de lignina no capim napier cortado a maior altura Burton et al. (1964) e Raymond (1969) atribuem ao fato de que no corte baixo são colhidos perfilhos novos, estruturalmente menos ricos de lignina, ao contrário dos perfilhos mais velhos e mais altos.

Kamstra et al. (1958) e Richards e Reid (1953) - por meio de resultados de pesquisas com ruminantes; Kamstra (1955), Quicke et al. (1959) e Dehority e Johnson (1960) - por meio de resultados obtidos "in vitro", confirmam a indigestibilidade total da lignina determinada tanto pelo processo de Crampton e Maynard (1938), quanto pelo processo de Gray (1947). O decréscimo no valor nutritivo de forrageiras em amadurecimento foi atribuído ao teor crescente de lignina, pois sua remoção química aumentou a digestibilidade das forragens. Além disso, exames microscópicos das fibras de celulose de material em várias fases de digestão permitiram observar o efeito de obstrução causado pela lignina ao ataque por microorganismos do rúmen. A constatação de que celulose pura e celulose pura mais lignina apresentaram mesmo grau de digestibilidade em rúmen artificial levou Kamstra et al. (1958) à conclusão de que lignina em si não afeta digestibilidade de celulose, mas o que afeta a digestibilidade é a sua distribuição nos tecidos vegetais. Quicke e Bentley (1959) e Quicke et al. (1959) confirmaram tais resultados para grande variedade de forrageiras, em diversas fases de crescimento e em diversas estações do ano. Constataram que o teor de lignina aumenta com a idade da planta, mas torna-se praticamente constante após certa fase, usualmente, após-floração; mesmo assim, a digestibilidade da celulose continua caindo, talvez por mudança estrutural da lignina, por queda no teor de minerais (Quicke e Bentley, 1959) ou por transformação metabólica (Richards e Reid, 1953).

Wilcox e Moxon, citados por Moxon (1966), verificaram que no processo convencional de determinação da fibra bruta a digestão alcalina da amostra remove grande parte de lignina, e mesmo de celulose, por solubilização. Um tratamento prévio da amostra com pepsina em meio ácido proporcionou a "fibra melhorada" - com baixo teor de proteína (1,8%), elevado teor de celulose (36,60%) e de lignina (27,70%) no resíduo (75,40%). Dessa maneira, a digestibilidade da fibra caiu de 63,16 para 60,79 por cento em relação ao processo convencional. Em compensação, a digestibilidade dos extrativos não-nitrogenados elevou-se de 52,95 para 94,11 por cento, em uma mistura de milho, aveia e farelo de soja.

Segundo Chester (1948), a solubilidade da lignina em álcali aumenta com a maturidade da planta, comprometendo ainda mais o pretendido significado original de fibra bruta. Segundo Shubert (1965), de composição natural de lignina ocorre por processo enzimático à custa de certos fungos do grupo basidiomicetos, principalmente na putrefação.

Estudos sobre distribuição de lignina em gramíneas de clima temperado, por técnica de microscopia, mostraram que a lignina aparece primeiro na parede dos canais do xilema. À medida que a maturação vai sendo atingida, as células dos espaços entre os canais lignificam-se progressivamente. Durante o estágio de crescimento ativo, relativamente pouca lignificação ocorre. Assim que deixa de haver elongação para floração, intensifica-se o processo de lignificação até o início da formação de semente (Brauns and Brauns, 1960). Por êsse motivo tem sido aconselhado o uso do capim antes da floração.

Sullivan (1955) menciona ter havido 12,4 por cento de digestibilidade de lignina no trato digestivo de ovino, bem como correlações altamente significativas entre o teor de lignina e o de celulose (r igual a menos 0,92), e de lignina com o de matéria seca (r igual a menos 0,94). Pazur e Delong (1948) referem-se a coeficientes de digestibilidade de lignina de zero a 64 por cento, a fim de evidenciarem diferença de vida a métodos de determinação, ou ainda a diferença de conceituação, até então empírica.

Ely et al. (1953a) investigaram as razões da variação na digestibilidade de forrageiras em pasto, principalmente de capim "timothy", por meio da decomposição das membranas celulares vegetais em lignina, celulose e hemicelulose, por um lado, e através da análise aproximada, por outro lado. Foram obtidas correlações significativamente altas entre a digestibilidade de matéria seca (MS) e proteína bruta ($r = 0,95$), MS e lignina ($-0,95$) e MS e fibra bruta ($r = -0,96$). Contudo, a conclusão foi que o desdobramento das frações fibra e extrativos não nitrogenados pouco contribuiu a mais para a elucidação da digestibilidade, com excessão da determinação de lignina.

Sullivan (1959), criticando o valor da fibra bruta, diz - que sua relação com baixa digestibilidade só é alta em plantas muito ma duras, de alto grau de lignificação. Já a celulose, embora substância - mais específica do que a fibra, não pode por si só servir como critério de avaliação de forragem, por não ser totalmente digestível.

Phillips et al. (1954) consideram lignina mais indicativa do valor de uma forrageira do que fibra bruta, pois há casos em que o - teor de fibra cai após a floração, enquanto que lignina geralmente man- tem-se constante.

Várias gramíneas tropicais foram submetidas a 29 ensaios - de digestibilidade com carneiros, a fim de ser investigada a possibili- dade de se predizer seu valor nutritivo com base na análise convencio- nal (Butterworth, 1963a). Verificou-se que a digestibilidade da proteí- na poderia ser obtida através da proteína bruta por um fator maior do - que os determinados para gramíneas de clima temperado. Não se obteve, - porém, correlação entre fibra ou proteína e nutrientes digestíveis to- tais (N.D.T.), nem entre fibra e digestibilidade de matéria orgânica. Os resultados obtidos, comparados com as recomendações do Conselho Nacio- nal de Pesquisas dos Estados Unidos (N.R.C.), levaram à conclusão de - que proteína digestível é com maior frequência o nutriente limitante do valor nutritivo das forragens, pois na maioria dos casos o teor em NDT era adequado.

Ely et al. (1953) endossam o parecer de grande número de - pesquisadores que têm como justificável a continuidade no uso da análi se convencional, e, portanto, a determinação de fibra bruta, enquanto - não se dispuser de esquema de análise mais adequado para avaliação de - forragem, pois em geral é alta a correlação dessa fração com os elemen tos de determinação do valor nutritivo.

A fração fibra bruta, embora de determinação empírica, com posição variável e não indigestível, tem quase sempre teor crescente - com a maturação da planta, digestibilidade decrescente da fibra em si, e da planta em geral, com o avançar do estágio vegetativo.

Jorge de Alba (1959), numa revisão sôbre qualidade de forragem e consumo, implicando em composição química e digestibilidade, refere-se a importantes correlações, destacando como favoráveis baixo teor de lignina e alto teor de fibra e celulose. O autor comenta que o fato mais surpreendente em estudos de avaliação de forrageira é a grande variação de composição inclusive de mesma espécie, e conclui: "é muito mais prático guiar-se pelo conteúdo em fibra bruta (menos variável) - do que em celulose ou lignina".

Dados (ainda não publicados) sôbre capim elefante, de trabalhos em andamento no departamento de Zootecnia da ESALQ, mostram alta correlação (maior que 0,9) entre fibra bruta, lignina e celulose, mesmo considerando-se a fibra determinada pelo método do detergente ácido (Van Soest, 1963), contendo lignina, celulose e sílica, mas desprovida de hemicelulose.

Digestibilidade "in vitro" da celulose

"O único dado preciso sôbre o valor real de um alimento para um determinado animal é aquêle medido através do próprio animal".

"Na prática, porém, é tão grande o número de alimentos a serem avaliados, que é impossível testá-los só com animais" (W.F. Raymond e R.A. Terry, segundo Paladines, 1967).

Propriedades físicas, químicas e biológicas têm sido associadas aos alimentos, e expressas inclusive numericamente sob a forma de "índices". Reid et al., Donefer et al., Crampton et al., em 1960, e Raymond, em 1965, entre outros pesquisadores, propuseram "índices de valor nutritivo" expressão numérica de relações entre consumo voluntário, utilização e composição química bromatológica dos alimentos.

A técnica da utilização dos microorganismos ruminais fora do rúmen - fermentação "in vitro" - foi provavelmente utilizada pela primeira vez para determinação da digestibilidade de celulose por Kams-tra, Moxon e Bentley, em 1958. Leguminosas e gramíneas em três estádios distintos, exibiram celulose decrescente em digestibilidade com o avan

çar da maturação, confirmando a tendência verificada até então pelo processo convencional, com animais. Observou-se ainda uma relação negativa entre o conteúdo em lignina e a digestibilidade da celulose na planta inteira. Em 1959 (Quicke et al.), a digestibilidade da celulose de sete gramíneas e de sete leguminosas fenadas foi medida paralelamente com carneiros e "in vitro". Não houve diferenças significativas entre os resultados paralelos para gramíneas; entretanto, para leguminosas, os resultados não se equivaleram. De modo geral, houve melhor repetibilidade de valores "in vitro".

Dietas constituídas por diferentes forrageiras para produção de "suco ruminal" em novilhos não causou variação sensível na digestibilidade "in vitro". Concluiu-se que êsse novo processo ("in vitro") - poderia ser utilizado na determinação do valor nutritivo de plantas forrageiras, apesar de advertências como as de Burroughs et al. (1950) de que tal método serviria apenas para uma seleção grosseira de forragens.

Barnett (1957), cujo trabalho parece ter-se iniciado após o de Kamstra et al. (1958), embora publicado antes, encontrou resultados comparáveis para a digestibilidade de celulose e de fibra de silagens, através de carneiros e do processo "in vitro".

Em 1960, Reid et al., estudando 124 gramíneas forrageiras, obtiveram alta correlação entre a celulose fermentada "in vitro", durante 36 horas, e a matéria seca digerida por ovinos e bovinos, exceto quando o inóculo era de feno de gramínea. Não se verificou, contudo, relação consistente entre consumo voluntário e matéria seca digestível ou energia.

Êsses resultados obtidos "in vitro" confirmaram outros registrados anteriormente em relação ao efeito da maturidade sobre o valor nutritivo e a digestibilidade "in vivo" de forrageiras (Norman, 1935; Patton, 1943; Phillips et al, 1942; e Ely et al., 1953), bem como sobre o efeito depressivo da lignina na digestibilidade da porção fibrosa da planta (Baker e Harris, 1947).

O valor da digestibilidade "in vitro" da celulose como -

prognóstico do valor nutritivo de forragens tem sido demonstrado fartamente: na estimativa de consumo e na determinação de "índices de valor nutritivo", por Donefer et al. e Reid et al., em 1960; quanto à repetibilidade e precisão dos resultados, por Baumgardt et al., em 1962 (a e b); em relação à técnica "in vivo", por LeFevre e Kamstra, em 1960; em relação a gramíneas versus leguminosas, por Johnson et al., em 1962; - quanto à velocidade de digestão, medida através da produção de ácidos - graxos voláteis, e características microscópicas das bactérias celulolíticas desenvolvidas em substrato de feno, por El-Shzly et al., em 1961.

Dehority e Johnson (1963) testaram com sucesso o uso do - solvente cobre-etileno-diamino (C.E.D.) para estimar a digestibilidade da celulose e determinar o valor nutritivo de gramíneas. A correlação entre a porcentagem de celulose dissolvida em CED e a digerida "in vitro" variou entre 0,97 e 0,99 para os capins "timothy", "brome", "orchard" e "reed canary", em 4 estádios de maturidade. As correlações com resultados de digestibilidade "in vivo" foram em geral altamente significantes: de 0,92 para matéria seca e celulose; 0,90 para energia digestível; 0,76 para IVN (índice de valor nutritivo); e 0,60 para o consumo voluntário (única correlação baixa e não significativa). Entretanto, os mesmos pesquisadores (Dehority e Johnson) mais McClure e Parsons (1964 e 1965), aparentemente compilando resultados de suas próprias pesquisas, publicados em 1963 e 1964, comentam que pelo método do CED se obtêm melhores resultados para alfafa do que para gramíneas; por outro lado, o processo "in vitro" seria mais indicado para gramíneas do que para leguminosas, em especial na avaliação de pastagens.

Donefer et al. (1960) determinaram com nove forragens de 5 espécies diferentes, colhidas durante 2 anos, os parâmetros para o cálculo do IVN, utilizando testes com carneiros. Foi então estabelecida uma equação $Y = \bar{Y} + b(X - \bar{x})$, em que o valor Y, isto é, IVN, poderia ser obtido através do valor X da digestibilidade "in vitro" da celulose, - tornando-se \bar{Y} igual a 48,4 e \bar{x} igual a 42,8. Johnson (1966) adverte, - porém, que equações de regressão dessa natureza têm validade apenas para o laboratório que determinou seus parâmetros, ainda que se tente re

produzir totalmente, em outro laboratório, as técnicas empregadas. O autor aconselha mesmo que se empreguem técnicas de laboratório sem acompanhá-las de teste com animais para o estabelecimento de equações de regressão. Processos *in vitro* serviriam primordialmente para classificação de forrageiras quanto à digestibilidade *in vitro*, independentemente do valor *in vivo*.

Embora celulose seja um componente da fibra, por vezes a supera, como no caso do trevo ladino (23,4% e 18,9%, respectivamente), e em muitos casos seus teores se equivalem, provavelmente devido a impropriedade dos métodos químicos empregados (Sullivan, 1956).

Butterworth (1963) de certa forma já havia antecipado a Johnson (1966) sobre a validade relativa da aplicação dos valores de digestibilidade na previsão do valor nutritivo generalizado a grupos de forragens, pois ele não se restringe apenas a dados obtidos "*in vitro*". As maiores causas de variação seriam fatores de meio atuando sobre a planta, o que refletiria em quaisquer dos métodos de digestibilidade.

Dehority e Johnson (1964) relataram ter desenvolvido aperfeiçoamento no emprêgo de CED, obtendo altas correlações entre a digestibilidade de celulose com a de matéria seca, energia e índice de valor nutritivo, para gramíneas puras e mistas. Como para leguminosas os resultados haviam sido insatisfatórios, o material foi solubilizado em ácido sulfúrico 1.0 normal. Com duas solubilizações sucessivas, em CED e em ácido sulfúrico, o método tornou-se válido também para leguminosas.

Silva et al. (1964) aplicaram, no Brasil, o método da fermentação "*in vitro*" na avaliação tanto de leguminosas (soja perene e centrosema) quanto de gramíneas tropicais (os capins elefante-napier, guatemala, sempre-verde, jaraguá, gordura e pangola), cortadas aos 30, 60 e 90 dias. Os capins jaraguá, sempre-verde e elefante-napier foram os que tiveram os maiores aumentos de celulose e os menores teores de digestibilidade até o último corte, quando também foram os mais desenvolvidos vegetativamente. As leguminosas tiveram os menores aumentos de celulose, porém digestibilidade idêntica à das gramíneas. Os capins gordura e pan

gola, embora apresentassem significante aumento em celulose, sua digestibilidade decresceu significativamente.

Tomlin et al. (1966) estudou a hipótese de que seria maior a digestibilidade "in vitro" da celulose de gramínea do que a de leguminosa, quando ambas espécies apresentassem mesmo teor de lignina, embora leguminosa fôsse de maior valor nutritivo. A digestibilidade da celulose foi correlacionada com a de lignina de "orchardgrass", "reed canarygrass", "bromograss" e "timothy", e de alfafa, "red clover" e "b.trifol", em três estádios fisiológicos. Houve correlação negativa entre ambas para os dois grupos de forragens, mas as equações de regressão foram diferentes. A lignificação era linearmente relacionada com a digestibilidade da celulose para as gramíneas à medida que chegavam à maturação; entretanto, essa linearidade não foi verificada para as leguminosas, em especial para alfafa.

Conrad et al. (1966), aumentando proporcionalmente a quantidade de grãos até 72 por cento da matéria seca de uma ração para vaca leiteira, verificaram que o acréscimo em energia produtiva a partir de 34 por cento era crescentemente antieconômico. Os pesquisadores atribuíram o resultado à digestibilidade decrescente da celulose por ação depressiva dos grãos.

Carneiros recebendo dietas puras com diversos teores de proteína bruta (5,9; 11,2; 16,0 e 20,8%) e de celulose (7,8; 14,8; 23,6 e 30%) forneceram os maiores coeficientes de digestibilidade da MS (77,5% a 86,3%) para os dois teores mais baixos de celulose na ração, enquanto que não houve efeito do nível de proteína. A ingestão de matéria seca digestível foi mínima para o teor menor de proteína. A ingestão de energia digestível foi maior para os dois teores maiores de proteína, mas não houve efeito do nível de celulose. Entretanto, Jones (1969) constatou efeito benéfico do nível de proteína sobre a digestibilidade da celulose, e efeito depressivo da celulose sobre a digestibilidade do teor mais baixo de proteína. A retenção de nitrogênio foi negativa (-9%) para o menor teor de proteína, enquanto que máxima para o maior teor (39,1%) de celulose.

Vieira e Gomide (1970) relacionaram digestibilidade com consumo de MS de gramíneas tropicais, através do uso de rúmen artificial. Capim gordura, pangola e sempre-verde, colhidos com 2, 4 e 6 meses de idade, foram digeridos "in vitro" por 6, 12, 18, 24 e 48 horas. Correlação e regressão entre valores "in vivo" e "in vitro" para consumo de MS e digestibilidade da celulose forneceram valores altamente significativos para as determinações durante 18, 24 e 48 horas de fermentação. Os pesquisadores concluíram que o processo "in vitro" é válido para gramíneas tropicais, e que o melhor tempo de fermentação era 48 horas.

Estudo comparativo sobre a digestibilidade de 35 forragens revelou um coeficiente de correlação de 0,97 entre a digestão "in vivo" e "in vitro" de celulose (Hershberger et al., 1959).

Carvalho (1967) estabeleceu a curva de digestibilidade "in vitro" da celulose do capim guatemala (Tripsacum fasciculatum Trin.) com dois meses, obtendo os mais altos coeficientes para 48 horas de fermentação. Sob esse critério, a digestibilidade do gordura, do pangola e do sempre-verde foi determinada, sendo obtida alta correlação dos resultados "in vitro" com resultados "in vivo", e desvios padrões iguais a $\pm 2,43$ e $\pm 1,71$ dentro e entre ensaios, respectivamente. A amplitude da utilização dos métodos "in vitro" para determinação do valor nutritivo de forragens, e mesmo de rações de concentrados, depende da padronização de certos fatores, conforme estudos de muitos investigadores. Tilley e Terry (1963), por exemplo, encontraram pequena influência do grau de moagem, da temperatura de secagem de amostra de forragem até 105°C, e da dieta do animal doador de inóculo (suco ruminal), embora feno propicie mais facilidade no preparo do inóculo; porém, controle rígido de pH e de ausência de ar é importante para a constância nos resultados. A constância nos resultados, por sua vez, segundo Tilley e Terry (1963), é prova de validade do processo.

Dehority e Johnson (1960) submeteram amostras de forragem não só a moagem, mas também a esmagamento, o que diminuiu o efeito negativo da lignina sobre a digestibilidade "in vitro" da celulose.

Dehority (1961), estudando mais detalhadamente a influência do tamanho da partícula da amostra, verificou maior velocidade inicial na digestão das partículas mais refinadas, e após 48 horas deixou de haver diferença.

Burroughs et al. (1950) obteve influência favorável de alimentos protéicos, como tortas de oleaginosas, sobre a digestibilidade de "in vitro" da celulose. Contudo, pouco ou nenhum efeito causaram fontes de proteína animal, como farinha de carne e de fígado, de alto valor biológico. Comparações entre ovinos e bovinos têm sido numerosas - em regime de pasto e de confinamento, através de fístulas esofágicas e ruminais, para utilização de técnicas "in vivo", e "in vitro" - pelo fornecimento de inóculo - levando quase sempre a resultados equivalentes (Alexander et al., 1962; Jordan et al., 1951; e Dyne e Weir, 1964).

Meyer, R.M. et al. (1971) comparam vários métodos artificiais de digestibilidade de matéria seca e celulose de forrageiras, em especial o VIVAR - no qual a amostra é colocada no rúmen dentro de um tubo especial, o de Tilley e Terry e o de Van Soest e Wine - constituídos por uma primeira etapa de digestão "in vitro", e por uma segunda - de digestão em pepsina e em detergente neutro, respectivamente (isto é, de 2 estágios). Os autores concluíram que as técnicas de dois estágios foram superiores às demais, indicando que uma digestão subsequente à fermentação microbiana do rúmen é necessária para se estimar a digestibilidade de forragem "in vivo".

Oh et al. (1966), após analisarem grande número de amostras de feno, concluíram que a correlação entre certos componentes químicos e digestibilidade "in vitro" dependia muito da espécie forrageira estudada, e que, para estudo comparativo entre espécies, a fermentação "in vitro" de Tilley e Terry (1963) seria a mais indicada.

Apesar de todas considerações terem sido baseadas em fibra bruta, celulose e lignina, Van Soest (1969) alerta aos estudiosos que a interferência da sílica sobre a digestibilidade pode ser maior - que a de lignina.

Variação do Valor Nutritivo de gramíneas durante o ciclo vegetativo

A grande variabilidade na composição das forragens, inclusive de mesma espécie, é fenômeno de importância prática em alimentação, e de acentuado interesse científico. Embora passível de discussão, a análise convencional de Weende, ou aproximada, é a que mais tem sido utilizada como base na avaliação de forrageiras, conforme inúmeras comprovações.

Gramíneas tropicais, no Brasil, têm geralmente revelado seus melhores valores em proteína, carboidratos e digestibilidade quando ainda novas, e valores inferiores após a floração (Kok, 1940; Kok et al., 1946; Leme da Rocha et al., 1951; Jardim et al., 1952; Becker et al., 1962; Andrade e Moraes, 1965; Fonseca e Conrad, 1965; Fonseca et al., 1965). Houve sempre aumento no teor de fibra com a maturação, porém declínio na sua digestibilidade, bem como na digestibilidade e no teor de proteína, conforme as porcentagens médias gerais obtidas dos trabalhos citados indicam:

Espécie	Proteína (%)		Coef. digest. (%)		Fibra (%)		Coef. digest. (%)	
	novo	flor.	novo	flor.	novo	flor.	novo	flor.
Colonião	12,32	- 12,90	71,22	- 74,75	25,85	- 35,06	58,73	- 80,08
Gordura	4,92	- 9,14	58,89	- 72,54	27,42	- 31,20	69,58	- 76,48
Jaraguá	6,52	- 15,73	55,69	- 60,50	29,53	- 35,02	53,43	- 55,00
Napier	2,60	- 15,24	32,60	- 69,50	17,89	- 37,20	54,50	- 64,50
Pangola	6,80	- 9,00	47,60	- 69,94	29,00	- 36,30	59,50	- 71,08

Partindo da premissa de que avaliação da produtividade é básica em avaliação de forrageiras, Pedreira (1968) insiste na necessidade de se conhecer o ciclo estacional de variação de crescimento. Para tanto, foi estabelecido o conceito de "razão de crescimento", ou seja, "aumento de M.S. em função do tempo". Os capins coloniã, gordura, jaraguá e pangola foram submetidos a cortes defasados, durante vários períodos de seca (inverno) e de águas (verão), possibilitando interpre

tação da produtividade em relação a fisiologia da planta e a fatores climáticos, principalmente chuva. Foi verificado que de outubro a abril ocorre 90 por cento da produção anual, segundo uma curva semelhante à da precipitação pluviométrica. No inverno, contudo, apenas o capim pangola respondeu a chuva com algum crescimento. Os rendimentos foram maiores para o pangola (35.300 kg MS/ha/3 verões), seguido pelo jaraguá (30.900 kg), colonião (29.100 kg), e mínimos para o gordura (15.850 kg). O pangola, juntamente com o gordura, sofreu queda mais acentuada de produção do primeiro para o terceiro ano.

Conjugando produção com valor nutritivo, o napier deveria ser colhido aos 30 dias (Brito e cols., 1965), ou aos 60 dias (Sivalingan, 1964; Patel et al., 1967).

No Sul de Costa Rica, o napier irrigado produziu 51.491 kg de MS/ha/ano, o colonião 41.714 e o pangola 1.890 (Little e cols., 1959); em pastagens de cada uma dessas gramíneas, foram obtidos, respectivamente, 1.727, 1.298 e 1.236 kg de ganho de peso de bovinos por hectare (Lima et al., 1969).

Mais de duas dezenas de gramíneas indígenas, cortadas a cada 4 semanas durante 52 semanas, mostraram quase sempre teores crescentes em fibra bruta e matéria seca, mas decrescentes em proteína (Sen e Mabey, 1965).

Pastos de pangola dos mais diversos tipos de solos e climas da China (42 amostras) revelaram composição média em proteína crescente desde o estágio novo (1,67%) até a plena floração (2,27%), caindo para 1,65% após a floração. Porém, em porcentagem de matéria seca, os teores foram de 8,40, 6,29 e 6,88 por cento, respectivamente, enquanto que, nas amostras de campos de controle (ou teste), os correspondentes teores foram 13,05, 13,56 e 5,92 por cento. Em relação à fibra bruta, verificou-se a mesma tendência na composição natural das amostras de pasto (6,46; 9,82 e 10,95%), mas praticamente constância em porcentagem de matéria seca (32,56, 33,59 e 33,16%). Esses resultados levaram os autores (Chia e Yeh, 1965) a recomendar como melhor período de utilização de pangola em pasto o de plena floração, ao redor de 40 centímetros de

altura, confirmando indicações anteriores de Bressani et al. (1958), - conforme observação de Chia e Yeh (1965).

O capim elefante napier cortado a alturas variáveis, des de 45 centímetros até 2,5 metros, teve teor alto de proteína nas fôlhas novas (20,5% na M.S.) e baixo para a planta tôda madura (5,2% na M.S.); inversamente, a fibra bruta aumentou de 23,2 para até 44,1%, se gundo trabalho comparativo de Marshall (1963). Marshall determinou a - digestibilidade dos componentes químicos do capim novo, com 1 metro de altura, fornecido picado (A) e não picado (B), e da porção terminal - (1 metro) do capim com 2,20 m, também fornecido picado (C). Os coefi- cientes de digestibilidade de A foram os maiores, os de B os menores, e os de C foram médios.

Comparação entre as composições químicas médias dos ca- pins elefante, guatemala (Tripsacum fasciculatum, Trin.), fino (Pani- cum purpurascens, Raddi), pangola e colônião, de 3 a 8 semanas de ida- de, mostrou queda semanal na qualidade: a proteína bruta caiu até de 50 por cento, enquanto que a fibra bruta aumentou, embora menos acen- tuadamente (Appleman e Dirven, 1963).

Chandler et al. (1959) submeteram os capins napier, colo nião e fino a intervalos crescentes de corte (40, 60 e 90 dias), e ob tiveram teores médios de lignina crescentes (8,2; 9,0 e 11,0%). O cor te aos 60 dias, embora não tivesse sido o de maior rendimento, foi o - que melhor combinou qualidade com produção. A adubação nitrogenada pro vocou maior produção de nutrientes, mas, proporcionalmente, o maior es tímulo foi dado à lignina.

Na Venezuela, Arias e Butterworth (1965) submeteram o ca- pim napier a cortes a cada dez dias, a partir do vigésimo até o octagés imo dia de vegetação, em três diferentes épocas do ano: a) estação sê ca de dias curtos, b) estação úmida de dias longos, e c) estação in- termediária. Os últimos cortes produziram os maiores rendimentos, em - especial quando havia maior disponibilidade de água.

Moxon et al. (1951) determinaram a composição química con vencional de feno de "wheatgrass" e de "blue grama" nos estádios novo,

médio e "passado", colhidos durante o período de 1942 a 1946. Não foi encontrada grande diferença nos teores de fibra durante as diversas estações e as diversas fases vegetativas. Contudo, cortes novos sempre produziram fenos de melhor qualidade e maior produção em nutrientes por hectare por ano.

Os capins mais usuais no Nordeste dos Estados Unidos revelaram aumento contínuo em fibra bruta, celulose e lignina, e praticamente constância no total de "carboidratos solúveis" (extrativos não nitrogenados) até o florescimento. Foram determinadas correlações positivas e significantes entre lignina, celulose e fibra bruta, e negativas entre proteína e extrato etéreo nas diversas fases do crescimento. Com base nesses resultados, o "reed canarygrass" foi classificado como o melhor, seguido pelo "tall fescue"; o "bromogross" foram intermediários, e o "timothy" e "red top" foram os inferiores (Phillips et al., 1954).

Um estudo relacionando baixamento de aceitabilidade com diminuição de digestibilidade de gramíneas em pastagem, principalmente o capim "timothy" durante o decorrer da maturação, mostrou que enquanto os constituintes das membranas celulares (lignina, celulose e hemicelulose) aumentavam gradativamente, os teores de açúcares e de proteína caíam. Em testes com bovinos, os açúcares mantiveram-se altamente digestíveis, a lignina praticamente indigestível, e a digestibilidade dos demais constituintes decresceu progressivamente (Richards e Reid, 1953).

Durante o ciclo vegetativo de "orchardgrass", os teores de lignina foram de 7,77, 6,74, 7,97 e 9,56 por cento. Tendência semelhante, isto é, crescente, foi verificada para a fibra bruta, e inversa para proteína (Ely et al., 1953 e 1953a). Resultados idênticos aos de "orchardgrass" foram determinados para as gramíneas "timothy" e aveia forrageira (Phillips et al., 1939, citados por Hansen et al., 1958), bem como para "perennial ryegrass", "tall fescue" e "burnet" (Armstrong et al., 1950).

Silva et al. (1965) verificaram decréscimo crescente na digestibilidade "in vitro" do napier cortado aos 30, 60 e 90 dias; entretanto, pequena variação "in vivo" foi constatada por Butterworth e Arias (1965) para cortes aos 30, 50 e 70 dias, mas houve demora progressiva de passagem do capim pelo trato digestivo de ovelhas.

Temperatura baixa à noite e luminosidade intensa durante o dia favorecem perfilhamento; sombreamento, falta de água e de nutrientes, e florescimento (por efeito hormonal ou por falta de luz) - prejudicam o perfilhamento (Langer, 1963). Perfilhamento, por sua vez, influi positivamente na qualidade da forragem, e possivelmente na produção.

MATERIAIS E MÉTODOS

Instalação do Experimento

O experimento foi instalado nas proximidades do Campo Agrostológico do Departamento de Zootecnia da E.S.A. "Luiz de Queiroz", em área aparentemente homogênea.

Aos 16 de abril de 1966, todos capins (colonião, gordura, jaraguá, napier e pangola) foram plantados por muda (3 por vaso), em manilhas de concreto ("vaso") de 40 cm de diâmetro interno e 50 cm de altura, cheias de um mesmo tipo de solo (terra roxa mista) devidamente adubado e provido de ALDRIN (conforme orientação dos departamentos de Química e Entomologia, da E.S.A. "Luiz de Queiroz", respectivamente"). As mudas foram irrigadas moderadamente para ser facilitado seu pegamento.

Os vasos foram assentados um pouco abaixo da superfície do solo, sobre camada de areia (aproximadamente 20 cm de espessura), e distantes entre si de aproximadamente 2,0 metros, dentro do bloco. Ao redor dos vasos, num raio de um metro, o chão foi recoberto com raras de madeira, a fim de se impedir vegetação no local, bem como dificultar o enraizamento de capim proveniente do vaso.

Observando-se aos princípios básicos de estatística - casualização, repetição e controle local -, foram constituídos 4 blocos (repetições), cada qual contendo as 5 gramíneas estudadas em 3 diferentes fases de desenvolvimento vegetativo, conforme o esquema seguinte:

Bloco nº 1			Bloco nº 2		
J11	N31	G31	N32	C22	N22
N21	P11	P31	G22	J22	C32
C21	J31	G11	P22	P32	J32
J21	C31	G21	G32	N12	P12
N11	P21	C11	C12	G12	J12

Bloco nº 3			Bloco nº 4		
N23	P13	C23	P14	J14	P24
G13	N13	C33	G34	N24	J34
G33	P33	J23	J24	G24	N34
J13	G23	N33	P34	N14	C34
P23	J13	C13	C14	G14	C24

Convenção:

- Letra maiúscula: inicial do nome vulgar do capim
- 1º número: correspondente a uma das três épocas de corte
- 2º número: correspondente ao bloco (repetição).

Cortes, amostragem e preparo das amostras

Visando estudar o efeito da maturidade, cada espécie foi submetida a corte com quatro repetições (blocos), respectivamente na quarta semana (17/2/1967), na oitava (17/3/1967), e na décima segunda semana (14/4/1967) de vegetação em relação a um corte de igualação - (16/1/1967).

Tomou-se 4 semanas como base de intervalo de corte, por ser esse o período básico de descanso geralmente recomendado em rotação de pastagens, independentemente da espécie utilizada e da estação do ano.

Estabeleceu-se uma altura geral de corte de aproximadamen

5 centímetros em relação à superfície do solo. Os cortes foram executados de manhã, quando não se notava mais umidade na superfície externa das folhas.

A produção de toda massa verde foi pesada no campo, e o material submetido a picagem manual quando muito verde, ou em picadeira, quando não havia risco aparente de perda de suco nessa operação. As amostras de até 2 quilos do material picado e homogeneizado eram então submetidas a uma primeira secagem a 60°C (em estufa de circulação forçada de ar), possibilitando moagem mais fina (além de melhor conservação), o que foi obtido por meio de triturações sucessivas, em moinho a faca e em moinho a martelo dotados de peneira para redução à finura de 40 "meshes".

Quando excessivo, o produto final era então novamente homogeneizado, e sua quantidade reduzida através do "reductor de amostras" até um volume de aproximadamente 250 ml, correspondente à capacidade do frasco de amostra.

Tratamentos, ocorrências e observações de campo

Além da adubação inicial, cada vaso recebeu sulfato de amônia em solução aquosa (3 g/vaso), em agosto e em dezembro de 1966.

Em 1966, tentou-se corte das gramíneas por altura, mas chegou-se à conclusão de que tal critério só é prático a plantas de porte erecto, e em trabalho com uma única espécie, pois raramente haveria correspondência entre altura comum e fase de desenvolvimento vegetativo. Houve ainda incidência de cigarrinha, cochonilha, pulgão e formiga, prejudicando seriamente várias sub-parcelas de todas as espécies, principalmente de colônia, gordura, jaraguá e pangola. Durante o período experimental propriamente dito, tais ocorrências repetiram-se com menor intensidade, mas comprometeram os dados sobre produção os quais não puderam ser utilizados adequadamente devido as conseqüentes variações. As pragas foram combatidas com Folidol em dezembro de 1966, mas não se repetiu o tratamento, a fim de que a composição -

química das plantas não sofresse possível alteração; a produção, porém, foi visivelmente sacrificada.

Análises Químicas

As amostras preparadas, condicionadas em frascos próprios, fechados, foram as utilizadas nas análises de laboratório.

O teor de matéria seca, de proteína e de fibra bruta foi determinado conforme os métodos da AOAC (Association of Official Agricultural Chemists, 1961), e o de celulose conforme o processo de Cramp ton e Maynard (1938).

LIGNINA - na sua determinação empregou-se o método de Sullivan (1959), cuja técnica recomendada é a seguinte: 1) colocar 1-2 g de forragem seca (finura de 40 "mesh") em um copo de forma alta de 200 ml; 2) adicionar 30-40 ml de etanol-benzeno (1,0-2,5, V:V) deixar passar uma noite e então ferver por pouco tempo (15 minutos); 3) filtrar lentamente o conteúdo do copo através de cadinho de Gooch de forma baixa, placa porosa 30C, com fundo munido de uma camada de asbesto; deve-se tentar remover todo conteúdo do copo para o cadinho com o auxílio de um bastonete de vidro e lavagens sucessivas com jatos de etanol-benzeno (2 a 3 vezes), acetona (3 vezes) e água (3 vezes); 4) transferir tanto quanto possível todo material sólido, inclusive a camada de asbesto, do cadinho para o copo novamente, e adicionar solução de pepsina (1 g de pepsina em 100 ml de HCl 0,1N); a maioria do material pode ser removida levantando-se a camada de asbesto com um bastonete, e o restante lavando-se o cadinho com a solução de pepsina por meio de frasco lavador; 5) colocar num incubador a 45°C por 20-24 horas e revolver o conteúdo ocasionalmente; 6) verter novamente o conteúdo do copo no cadinho de Gooch e lavar com água o copo várias vezes; 7) verter através do cadinho cerca de 25 ml de HCl concentrado previamente resfriado a 15°C, ajustando de tal forma o fluxo de saída que o ácido leve 2 minutos para escoar; lavar com água, depois com álcool e em seguida com éter, e deixar secar ao ar; 8) adicionar H_2SO_4 a 72%, previamente resfriado a 15°C, de modo a cobrir todo o conteúdo do cadi-

nho; revolver periódicamente a suspensão por meio de um bastonete de vidro de 8-9 centímetros de comprimento, mantendo dentro de cada cadinho o bastão utilizado; promover contato do ácido com todo o material, sendo necessário desfazer os grumos se existentes no meio; colocar o cadinho dentro de um copo de 50 ml, o qual irá recebendo o ácido percolado lentamente, e que vai sendo descartado; manter o copo a 20°C; movimentar ocasionalmente o conteúdo do cadinho com o bastão, e adicionar ácido mais frio se a temperatura se elevar; 9) depois de 3 horas, succionar todo o ácido do cadinho por filtração; 10) lavar com água quente o resíduo até remoção de todo o ácido; 11) secar durante uma noite a 105-110°C o resíduo, e determinar a lignina insolúvel em ácido pela perda de peso sob incineração a 500°C.

Digestibilidade da celulose pela fermentação "in vitro"

O método básico seguido foi o de Bentley et al. (1955) com modificações introduzidas por Dehority et al. (1957) e Johnson et al. (1958), além de ligeiras adaptações locais, explícitas na descrição do método.

A fermentação foi conduzida em tubos de centrífuga tipo Servall, de fundo redondo e 75 ml de capacidade. Em cada tubo colocou-se 1 grama de amostra, 20 ml de inóculo proveniente do conteúdo rumi-
nal, e 20 ml de "meio basal" contendo os ingredientes seguintes, nas proporções indicadas (em g/100 ml):

uréia	0,168
glucose	0,100
Na ₂ PO ₄	0,109
NaHPO ₄	0,113
KCl	0,043
MgCO ₃	0,004
CaCl ₂	0,004
NaCl	0,043
Na ₂ SO ₄	0,015
Na ₂ CO ₃	0,200
FeCl ₃ .6H ₂ O	0,440

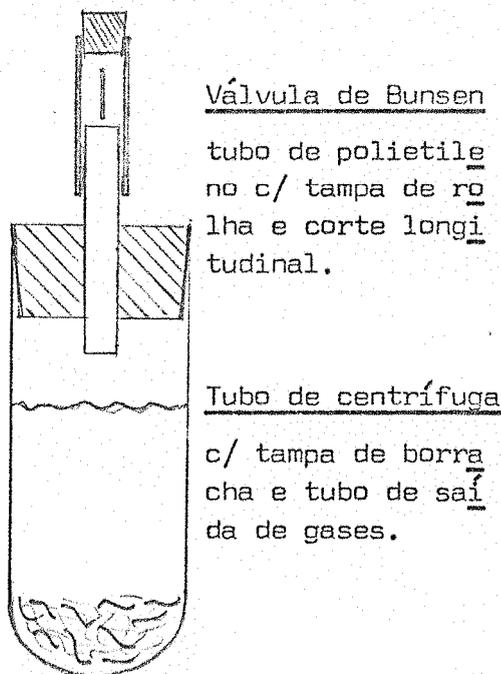


Fig. 1

Obs.: no meio basal não se incluíram PABA, ácido valérico e biotina, - conforme o "meio" original, de acôrdo com o parecer de Johnson - (1966), e se adicionou glucose, $MgCO_3$ em substituição a $MgSO_4$, - Na_2SO_4 em substituição a K_2SO_4 , por orientação pessoal de A.L. Moxon.

Uma vez carregados, os tubos foram injetados com CO_2 para substituição total do ar nêles contido, e então fechados com tampa pro vida de válvula de Bunsen (fig. 1), permitindo apenas saída de gases e impedindo entrada de ar. Em seguida, os tubos foram colocados no rúmen artificial (banho-maria) a $39^\circ C$, aí permanecendo por 48 horas (tempo de fermentação). O início da atividade de fermentação, notada por borbulhamento, ocorreu sempre dentro de 3 a 6 horas, a partir de quando - passou-se a conferir periôdicamente o pH do meio e corrigi-lo para 6,9 pela adição de solução saturada de carbonato de sódio.

A fermentação foi encerrada pela adição de algumas gotas de solução de cloreto de mercúrio nos tubos.

Por centrifugações sucessivas e adição de água destilada, obteve-se o resíduo sólido da fermentação, empregado para análise da - celulose residual (indigestível), determinada pelo método de Crampton e Maynard (1938) e expressa em porcentagem da celulose inicial (total) contida na amostra.

Obtenção e Preparo do Inóculo - um carneiro adulto fistulado, mantido em dieta de feno de alfafa de qualidade boa, além de água e sal mineral à vontade, serviu como doador do conteúdo ruminal. A retirada desse conteúdo foi sempre de manhã, antes da primeira refeição de feno, por facilidade de operação. O material era coletado em - frasco de boca larga, e imediatamente submetido a filtragem através de tecido grosseiro dobrado em várias camadas.

Solubilidade da celulose em cobre-etileno-diamina (C.E.D.) 0,1 M

O processo foi conduzido totalmente em tubos de centrifuga de 50 ml, fundo redondo, com tampa de vidro próprio. Basicamente,

a técnica empregada foi a de Dehority e Johnson (1963), conforme segue-se: 1) colocar no frasco 1 grama de amostra, 15 ml de água destilada e mais 15 ml de CED, injetar nitrogênio gasoso no tubo, tampar e agitar lentamente por 2 horas (executado em agitador a eletricidade); 2) após a agitação, separar por centrifugação (15 minutos a 2.500 rpm) a porção sólida insolúvel e submetê-la a duas suspensões em água destilada (lavagens) e correspondentes centrifugações; 3) submeter o resíduo final a determinação da celulose residual (insolúvel).

A celulose insolúvel foi analisada e expressa como no caso da fermentação "in vitro".

Análise Estatística

Empregou-se a análise da variância sobre os dados obtidos, e sua significância foi indicada pelo teste F, sempre ao nível de 5%. Na comparação de médias dentro de tratamentos e entre tratamentos, o teste empregado foi o de Tukey.

Buscou-se, através de regressão e correlação, averiguar e avaliar a associação entre certos valores, como da digestibilidade da celulose "in vitro" e em C.E.D., e possível interrelação de alguns dos componentes químicos bromatológicos. Devido ao baixo número de repetições - apenas 4 por determinação em cada corte - as correlações foram calculadas somente entre as médias globais, sem distinção de fases da planta, o que totaliza 16 repetições, permitindo análise.

RESULTADOS E DISCUSSÃO SÔBRE OS RESULTADOS

Produção de matéria sêca

Verifica-se através dos quadros IV e V, páginas 40 e 41; gráficos de 1 a 5, páginas de 43 a 45, tendência geral de aumento de produção, principalmente no último corte. Os dois primeiros cortes de napier não se diferenciaram estatisticamente, e o segundo do gordura - foi superior ao primeiro.

O quadro seguinte dispõe as gramíneas em ordem de produção por corte e produção total:

Quadro A - Classificação dos capins segundo a produção (em g).

Época	Classificação				
	Colonião	Gordura	Jaraguá	Napier	Pangola
1º corte	4º (92,40)	2º(169,66)	3º (101,93)	1º (238,59)	5º (42,62)
2º corte	3º (532,40)	5º(166,81)	2º (532,59)	1º(1.357,17)	4º(167,44)
3º corte	2º(2033,20)	4º(977,63)	3º(1.447,41)	1º(5.797,23)	5º(647,74)
total	2º (886,00)	4º(437,90)	3º (693,97)	1º(2.464,33)	5º(285,93)

Pode-se observar que o pangola manteve-se quase que constantemente na última posição, enquanto que o napier manteve-se constantemente o mais produtivo; o jaraguá no 2º corte ocupou a 2ª posição, - mas a terceira nos outros cortes e no final; o gordura, após o pangola foi o menos produtivo, com vantagem somente no 1º corte (2º lugar); e o colonião gradualmente passou da penúltima (4º) até a 2ª posição.

A ordem crescente de produção, obtida por Pedreira (1968) foi: gordura - colonião - jaraguá e pangola; segundo Little (1959), - pangola - colonião e napier, ordem essa obtida também em termos de ganho de peso de bovinos por hectare de pasto (Lima et al., 1969).

A posição do pangola neste experimento, possivelmente foi prejudicada devido a ação de pragas e doenças.

Observações de campo sempre evidenciaram a superioridade do napier, embora algumas de suas parcelas houvessem sofrido praguejamento. Com a mesma evidência, destacou-se a inferioridade do pangola - mau desenvolvimento e clorose. O gordura apresentou melhores condições durante a fase mais nova, decaindo posteriormente. O jaraguá sempre se apresentou em condições vegetativas médias. O colonião, com exceção de algumas parcelas, exibiu em geral bom desenvolvimento e coloração verde intensa.

Devido ao ataque de pragas e incidência de doença, bem como devido à limitação de expansão superficial da parte aérea e subterrânea do sistema radicular da planta, condicionada pelo tamanho dos vasos, decidiu-se não analisar estatisticamente tais resultados. Por outro lado, deduz-se que as espécies estudadas tiveram diferentes graus de rusticidade a pragas e doenças, refletidos pelas alterações nas produções.

Considerando-se aumento de produção como indicação de crescimento, deduz-se que houve franco crescimento de todas espécies durante o período das 12 semanas.

Teor de matéria seca

Observa-se pelos quadros I, IV e V, páginas 31, 40 e 41, e gráficos 1 a 5, páginas 43 a 45, tendência geral idêntica à da produção, isto é, aumentos crescentes, em especial do segundo para 3º corte, representada pela curva da média dos valores, seguida regularmente pelo colonião, jaraguá e pangola. Embora essa tendência se mantivesse, o teor do 3º corte foi superior ao do segundo mas não diferiu significativamente do 1º corte do gordura, e com o napier ocorreu aumento sensível no teor de MS apenas no último corte.

A relativa constância inicial do napier em MS é devida - provavelmente a novo perfilhamento na fase seguinte ao 1º corte, o que de certa forma é confirmado pela relativa estabilidade de lignina durante essas duas fases. O teor de MS do 2º corte do capim gordura, por

sua vez, não se diferenciou estatisticamente dos demais, embora aparentemente inferior ao do último corte e superior ao do primeiro, ocorrendo o mesmo em relação a lignina. Como novo perfilhamento não implica necessariamente em aumento de produção de MS, a relativa estabilidade da gordura poderia ser atribuída também a perfilhamento novo, conforme sugerem Burton et al. (1964) e Raymond (1969), e ainda à queda das folhas mais velhas.

O quadro VI, página 42, de correlações, mostra que em relação às médias gerais só não houve correlação com digestibilidade de celulose "in vitro", e que a correlação com digestibilidade em CED foi negativa. Houve correlação (positiva) com a fibra em todos capins, exceto no pangola; com a celulose, exceto no napier e pangola; com a lignina (positiva) no colonião e napier; com digestibilidade da celulose em CED, no colonião e gordura (negativa) e positiva no napier; e negativa com digestibilidade "in vitro" no colonião e pangola.

Em todas análises químicas apresentadas sobre forrageiras em desenvolvimento, desde as de Kok, em 1940, até as mais recentes, como as de Vieira e Gomide, em 1970, constatou-se quase sempre aumento no teor de MS, bem como de fibra, celulose e lignina, durante o crescimento. Seria esperado, portanto, correlação entre essas diversas frações. De fato, Sullivan (1955) encontrou correlações positivas de MS com lignina e celulose, e Ely et al. (1955) de MS com fibra bruta e lignina. Entretanto, no pangola nenhuma dessas correlações foi significativa. Examinando-se, porém, seus resultados parciais (gráfico nº 5), constata-se semelhança de tendências entre celulose, fibra e MS e tendência oposta de lignina (decrecente) até o 2º corte; já, na fase final, o teor de MS continuou elevando-se, enquanto que fibra e celulose passaram a cair e lignina a se elevar. Tais resultados mostram que o pangola na última fase teve comportamento diverso (exceto quanto a MS) dos outros capins estudados.

Teor de fibra bruta

Os quadros I, IV, e V, e gráficos 1 a 5 mostram que só o

gordura e o pangola não apresentaram teor de fibra significativamente crescente, durante todo o período experimental; todos capins, porém, - mantiveram tendência de aumento, do 1º ao último corte.

Houve correlação positiva com o teor de celulose em todas gramíneas, mas não houve correlação com digestibilidade "in vitro"; - correlação com digestibilidade da celulose em CED foi negativa para o colonião e gordura, e positiva para o jaraguá e napier; e positiva em relação ao teor de lignina, para colonião, gordura e napier(quadro VI).

O pangola foi o mais uniforme dos capins quanto à fibra, - apresentando o maior teor inicialmente (28,60%), porém os menores nos cortes seguintes, indicando talvez amadurecimento mais tardio; o napier apresentou os extremos - o mais baixo teor no 1º corte (25,37%) e os maiores acréscimos por corte, atingindo a maior porcentagem - (37,39%) no último corte - possível indicação de amadurecimento rápido. O colonião e gordura assemelharam-se mais ao napier, enquanto que o jaraguá se assemelhou ao pangola.

Chia e Yeh (1965) determinaram valor de fibra no pangola novo muito inferior (19,84%) ao obtido neste experimento, talvez por - diferença de fatores ambientais, ou, ainda, de variedade. O napier, em bora o mais elevado em fibra no último corte (37,39%), quando cortado um pouco mais velho (cêrca de 100 dias), com 2,5 metros de altura e - não em floração, já havia atingido o teor de 44,1% de fibra, segundo - Marshall (1963), confirmando sua característica de elevação rápida do teor de fibra.

Através das referências bibliográficas citadas, deduz-se que embora nem sempre tivesse havido determinação matemática de correlações entre fibra e outras determinações, elas sempre estiveram impli citas nas discussões dos resultados e serviram de base para interpreta ção dos mesmos.

Em climas temperados, a fibra e seus componentes celulose e lignina quase sem exceção elevam-se durante o crescimento das gramí neas, e se correlacionam positivamente até a floração (Phillips et al.

Quadro I - Efeito da maturidade sobre o teor de matéria seca e de fibra bruta

Época de corte	matéria seca (%)						fibra bruta (%)					
	C	G	J	N	P		C	G	J	N	P	
4 semanas	20,12	25,01	25,09	18,38	22,74		26,94	27,45	29,57	25,37	28,60	
8 semanas	23,37	24,94	26,88	16,55	26,44		29,29	30,73	31,73	32,36	31,24	
12 semanas	30,00	33,36	34,79	27,56	38,79		35,05	35,68	34,19	37,39	30,86	

Análise da variância

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Blocos	3	25,8245	8,6081	3,7941*	3	2,6359	0,8786	1,2907 ns
Espécies(S)	4	217,7532	54,4383	23,9949*	4	10,5676	2,6419	3,8810*
Resíduo(A)	12	27,2249	2,2687		12	8,1687	0,6807	
Parcelas	19	270,9027	14,2527	14,4841*	19	21,3723	1,1248	1,4941
Épocas(E)	2	479,0777	239,5388	243,4271*	2	186,3765	93,1882	123,7783*
E x S	8	39,8409	4,9801	5,0609*	8	50,9776	6,3722	8,4639*
Resíduo(B)	30	29,5208	0,9840		30	22,5859	0,7528	
Sub-parcelas	59	819,2423			59	281,3125		

CV_A = 9,87%

CV_B = 6,50%

CV_A = 4,54%

CV_B = 4,78%

1954). Contudo, Moxon et al. (1951) encontraram certa estabilidade no teor de fibra de gramíneas de clima temperado.

Sendo a celulose um dos maiores componentes da fibra, seria esperada uma interrelação entre ambas, o que de fato ocorreu; o mesmo raciocínio e resultado seria aplicável a lignina (também componente da fibra) quanto aos capins colômbio, gordura e napier, pois nêles houve correlação positiva entre fibra e lignina; porém, o jaraguá e pangola não apresentaram tais correlações, reforçando a interpretação anterior de serem êles capins mais tardios (aumento ou síntese mais lenta de lignina).

A correlação negativa de fibra com digestibilidade da celulose em CED (capins colômbio e gordura) poderia ser atribuída a lignina, positivamente correlacionada com a fibra, assumindo-se que lignina seja um dos principais responsáveis pela diminuição de digestibilidade, conforme Crampton e Maynard (1938), Gray e Baker (1947). Todavia, as mesmas correlações foram positivas para o jaraguá e napier.

Teor de lignina

Através dos quadros II, IV e V e gráficos correspondentes, nº 1 a 5, constata-se tendência geral de aumento no teor de lignina. O colômbio teve aumentos significativamente crescentes a cada corte, enquanto que, estatisticamente, a gordura só se diferenciou do primeiro para o 3º corte, e o napier manteve-se constante. O jaraguá e pangola tiveram, porém, seu maior valor na fase inicial, embora pouca variação houvessem apresentado durante todo o experimento.

Apesar da concordância da literatura quanto ao efeito depressivo da lignina sobre a digestibilidade da celulose, não houve correlação com digestibilidade da celulose "in vitro"; quanto a CED, houve correlação apenas para o colômbio e gordura (negativa), e napier (positiva), conforme o quadro VI (página 42).

Lignificação gradativa dos tecidos é uma característica dos vegetais. A relativa estabilidade do napier, provavelmente só se

altera mais tarde, tendo sido curto o período experimental de 12 semanas. Talvez a explicação para o comportamento diverso do jaraguá e pangola seria perfilhamento excepcional após a fase do 1º corte, diluição da lignina devido a aumento relativamente maior de outros constituintes da matéria seca, bem como aumento proporcionalmente maior das partes vegetativas menos lignificadas, ou ainda redução na velocidade de síntese dos referidos capins.

Quanto às diferenças de relacionamento entre lignina e digestibilidade de celulose, deve-se ponderar que seu efeito depressivo existe apenas quando ela funciona como "barreira física", bloqueando a atuação enzimática sobre os outros constituintes da célula (Baker e Harris, 1947; Kamstra et al., 1958), o que teria ocorrido com o colômbio e gordura (correlação negativa com digestibilidade em CED).

O efeito depressivo ou não da lignina poderia então ser constatado através de correlação com a digestibilidade da celulose: negativa quando depressiva, ou não existente (nula), quando não depressiva. Segundo Sullivan (1959), lignina só se relaciona altamente com baixa digestibilidade em plantas muito maduras. A falta de correlação de lignina com digestibilidade da celulose "in vitro" (principalmente) verificada neste trabalho teria a razão apontada por Sullivan. Pelo mesmo motivo, pode-se julgar como aparentes as divergências apresentadas pelo jaraguá - em que o teor de lignina e a digestibilidade da celulose (em CED) baixaram juntamente. Resultado idêntico ocorreu com o pangola em relação à digestibilidade de celulose, quando determinada "in vitro".

Teor de celulose

A tendência geral da celulose foi de aumento durante o crescimento, embora menos intensivo do 2º corte para o terceiro (Quadro II e IV, pág. 35 e 40; gráficos de 1 a 5, págs. 43 a 45). O colômbio e gordura só se diferenciaram estatisticamente no último corte e o jaraguá só no primeiro, enquanto que o pangola não seguiu a tendência

geral, pois apresentou o maior teor de celulose no 2º corte. O capim - napier foi o único em que houve aumentos significativos a cada corte (Quadro V, pág. 41).

Obteve-se correlação (positiva) com lignina no colônião, gordura e napier; com digestibilidade da celulose em CED, a correlação foi negativa para o colônião e positiva para o jaraguá e napier - (Quadro VI, pág. 42).

Os teores em celulose determinados (de 25 a 38%) podem ser tidos como normais, porém ultrapassaram os teores de fibra bruta, o que, aliás, também ocorreu com gramíneas de clima temperado (Quicke e Bentley, 1959). Sullivan (1955), comentando essa aparente incoerência, pois celulose é componente da fibra, atribuiu-a a impropriedade do método químico empregado (A.O.A.C.) na determinação da fibra. Os trabalhos de Moxon e Bentley (1953) e Wilcox e Moxon (1949) evidenciaram que a fração fibra analisada realmente não contém toda celulose da planta.

Pode-se assumir que a celulose representa nas forragens a maior fonte energética para ruminantes, e que sua viabilidade de aproveitamento é indicada pela sua digestibilidade. Nos capins jaraguá e napier, a relação entre celulose e sua digestibilidade em CED foi positiva, mas no colônião foi negativa, isto é, ao contrário do 1º caso, a aumentos em celulose corresponderiam baixamentos de digestibilidade, e vice-versa. Com digestibilidade "in vitro", porém, não houve correlação.

Através da análise por corte (Quadro V e gráficos de 1 a 5), constatam-se tendências opostas entre os teores de celulose (crescentes), e sua digestibilidade, principalmente no último corte, confirmando os resultados básicos de Kamstra et al. (1952).

Não se encontrou explicação plausível para o teor de celulose no pangola haver diminuído do segundo para o 3º corte. Poderia tratar-se de diminuição apenas relativa, pois nessa fase o teor de lignina subiu de 7,69 para 8,31% e o teor de fibra caiu de 31,24 para -

Quadro II. - Composição em lignina e celulose sob efeito das épocas de corte

Épocas de corte	Lignina (%)						Celulose (%)					
	C	G	J	N	P		C	G	J	N	P	
4 semanas	5,51	7,39	8,19	4,30	9,91		30,47	30,96	32,31	29,01	31,19	
8 semanas	6,97	6,57	7,84	7,55	7,69		32,45	34,34	36,01	36,00	33,87	
12 semanas	8,35	9,35	8,05	9,19	8,31		36,95	38,23	37,52	38,52	32,00	

Análise da variância

Causas de variação	G.L.			Q.M.			S.Q.			F.		
	G.L.	Q.M.	F.	G.L.	Q.M.	F.	G.L.	Q.M.	F.	G.L.	Q.M.	F.
Blocos	3	1,0676	6,2379*	3	1,9760	0,6586	2,1296 ns					
Espécies(S)	4	2,0681	12,0840*	4	24,1978	6,0494	19,5591*					
Resíduo(A)	12	0,1711		12	3,7114	0,3092						
Parcelas	19	0,7120	2,2220	19	29,8853	1,5729	2,4850					
Épocas(E)	2	4,6415	14,4842*	2	130,8062	65,4031	103,3318*					
E x S	8	2,5827	8,0594*	8	47,4763	5,0595	7,9936*					
Resíduo(B)	30	0,3204		30	18,9882	0,6329						
Sub-parcelas	59	53,0878		59	220,1562							

CV_A = 2,80%

CV_B = 4,00%

CV_A = 9,40%

CV_B = 12,86%

30,86%. Esse baixamento significaria diluição, mas não queda de produção de celulose, uma vez que houve considerável aumento na produção de MS (de 167,44 g para 647,74 g).

Digestibilidade da celulose

De modo geral, houve queda na digestibilidade da celulose com o decorrer do desenvolvimento vegetativo, menor número de correlações entre os diversos componentes determinados da planta e os resultados da digestibilidade "in vitro" do que em CED. Em valores absolutos, a digestibilidade "in vitro", foi inferior à em CED (Quadros III, IV, V e VI, páginas 39, 40, 41 e 42; gráficos de 1 a 5, páginas de 43 a 45).

Individualmente se afiguram algumas divergências entre os resultados obtidos pelas duas técnicas empregadas: quanto à digestibilidade em CED, o gordura manteve-se constante, o jaraguá e o napier de cresceram no último corte, e o pangola foi maior no último corte e menor no segundo; "in vitro", a digestibilidade do capim gordura no 1º corte foi superior à do segundo e não se diferenciou do terceiro; a do 1º corte do colônio foi a maior e a do 2º foi a menor; a do 1º corte do napier foi superior às demais (que pouco se diferenciaram); e a do pangola foi superior na fase inicial, e inferior na final. Embora tivesse havido relativamente pouca divergência entre as tendências dos resultados, apenas no capim colônio se verificou correlação (positiva) entre um e outro processo.

Já se comentou a possibilidade de lignina não interferir na digestibilidade de celulose - caso do capim gordura. Entretanto, não se encontrou citação sobre digestibilidade máxima de celulose aos 84 dias de desenvolvimento vegetativo, conforme resultado da celulose do pangola em CED. Pode-se verificar pelos Quadros IV e V que também não foi essa a fase de maior teor de fibra, de lignina e de celulose, o que torna menos incoerente a melhor digestibilidade mesmo nessa época. Contrastando com essa atenuante, não houve correlação alguma entre tais componentes químicos bromatológicos e a digestibilidade da celulo

se em CED.

No colônião, por sua vez, a digestibilidade da celulose "in vitro" aumentou do segundo para o 3º corte (de 39,36 para 42,82%), bem como os teores de MS, fibra, celulose e lignina aumentaram, mas só houve correlação (negativa) com MS. Foi ainda o colônião o único em que houve correlação (positiva) entre os dois métodos - "in vitro" e em CED - conforme tem sido obtido tanto para gramíneas quanto para leguminosas (Dehority e Johnson, 1963 e 1964; Lovadini, 1971, e outros). Entretanto, na presente análise de correlações os efeitos de épocas de corte acham-se confundidos, devido ao pequeno número de repetições por corte (4).

A apreciação baseada na comparação das médias por corte - (Quadro V) ilustrada pelos gráficos correspondentes (de 1 a 5), permite observar que só houve realmente uma única divergência de tendências: a do último corte do capim pangola, em que a digestibilidade em CED subiu, enquanto que a "in vitro" baixou. Tendo-se em vista que seria normalmente esperado baixamento, ou, no mínimo, constância da digestibilidade nessa última fase, é razoável aceitar-se como mais fiel o resultado "in vitro".

Numa tentativa de esclarecer tal divergência, foram levantados os seguintes pontos: 1º) CED é apenas um solvente; 2º) pangola, ao contrário dos demais capins, não teve área de crescimento limitada pela borda do vaso, devido ao seu sistema de crescimento reptante; 3º) pelo mesmo motivo, não sofreu limitação de luz (sombreamento); 4º) a mesma planta apresentou concomitantemente estágio vegetativo e reprodutivo diferentes, enquanto que as outras espécies têm essas fases bem definidas e em épocas diferentes.

O colônião, por sua vez, teve a digestibilidade da celulose consideravelmente aumentada do 2º para o corte final, quando determinada "in vitro". Nessa fase houve aumento significativo de fibra, celulose e lignina, dificultando explicação com base em novo perfilhamento, como foi observado no campo.

Embora os valores absolutos da digestibilidade da celulose "in vitro" tenham sido inferiores aos obtidos em CED (Quadro IV), - que se aproximam mais dos indicados pela literatura (de 50 a 80% conf. Silva et al., 1964), as tendências obtidas pelos dois métodos se confirmam em todos capins, exceto o pangola no último corte (gráfico nº5). Aventou-se a hipótese de impropriedade na aplicação do método da fermentação "in vitro", mas os resultados originais se confirmaram em repetições-teste; de ter sido curto o tempo de fermentação, hipótese razoável, mas em toda literatura 48 horas tem sido tempo suficiente, inclusive com as mesmas espécies estudadas no Brasil (Silva et al., 1964). A segunda alternativa parece bem fundamentada e possível, pois não se conseguiu bom contato permanente da amostra com o "meio" líquido. Consequentemente, o tempo efetivo de fermentação pode ter sido reduzido, e talvez devesse ter sido compensado.

O menor tempo de fermentação efetiva não invalida, porém, os resultados, uma vez que o próprio grupo de Wooster, incentivador - dessa técnica (Kamstra, Quike, Dehority, Johnson, Moxon, e outros), utilizou de 2 a 78 horas, e Reid et al. (1960) utilizaram sistematicamente 36 horas, no estudo de 124 gramíneas forrageiras, desde que as - "tendências" normais não sejam alteradas.

Quadro IV - Resumo das determinações químicas (em 100 por cento de M.S.)

Determinações	Cortes	Colonião	Gordura	Jaraguá	Napier	Pangola
M.S. %	1º	20,12	25,01	25,09	18,38	22,74
	2º	23,37	24,94	26,88	16,55	26,44
	3º	30,00	33,36	34,79	27,56	38,79
	Média	24,50	27,77	28,92	20,83	29,32
F.B. %	1º	26,94	27,45	29,57	25,37	28,60
	2º	29,29	30,83	31,72	32,36	31,24
	3º	35,05	35,68	34,19	37,39	30,86
	Média	30,42	31,32	31,82	31,87	30,23
Lignina %	1º	5,51	7,39	8,19	4,30	9,91
	2º	6,97	6,57	7,84	7,55	7,69
	3º	8,35	9,35	8,05	9,19	8,31
	Média	6,94	7,77	8,03	6,97	8,64
Celulose %	1º	30,47	30,96	32,31	29,01	31,19
	2º	32,45	34,34	36,01	36,00	33,87
	3º	36,95	38,23	37,52	38,52	32,00
	Média	33,29	34,51	35,28	34,51	32,35
Digest. Cel. "in vitro"	1º	54,92	46,67	46,12	37,55	37,41
	2º	39,36	37,97	44,93	31,77	32,94
	3º	42,82	43,75	43,95	34,24	31,73
	Média	45,70	42,79	45,00	34,52	34,02
Digest. Cel. em CED	1º	73,18	63,64	68,09	88,37	55,63
	2º	56,43	66,37	67,28	71,49	55,60
	3º	57,43	59,78	65,88	57,11	56,22
	Média	62,34	63,26	67,08	72,32	55,82

Quadro V - Resumo da diferenciação entre médias (teste de Tukey, Δ a 5%)

<u>Prod. M.S.</u>	<u>M.S.</u>	<u>F.B.</u>	<u>Lignina</u>
$C_3 > C_2 > C_1$	$C_3 > C_2 > C_1$	$C_3 > C_2 > C_1$	$C_3 > C_2 > C_1$
$G_3 > G_1 > G_2$	$G_3 > G_2$	$G_3 > G_1 e G_2$	$G_3 > G_2$
$J_3 > J_2 > J_1$	$J_3 > J_2 > J_1$	$J_3 > J_1 e J_2$	$J_1 > J_2$
$N_3 > N_1 e N_2$	$N_3 > N_1 e N_2$	$N_3 > N_1 e N_2$	—
$P_3 > P_2 > P_1$	$P_3 > P_2 > P_1$	$P_3 e P_2 > P_1$	$P_1 > P_3 > P_2$
<u>Celulose</u>	<u>Dig. cel. em CED</u>	<u>Dig. cel. "in vitro"</u>	
$C_3 > C_1 e C_2$	$C_1 > C_2$	$C_1 > C_3 > C_2$	
$G_3 > G_1 e G_2$	—	$G_1 > G_2$	
$J_3 e J_2 > J_1$	$J_1 e J_2 > J_3$	$J_1 > J_2$	
$N_3 > N_2 > N_1$	$N_1 e N_2 > N_3$	$N_1 > N_2 e N_3$	
$P_2 > P_3 > P_1$	$P_3 > P_1 > P_2$	$P_1 > P_3$	

Obs.: $C_{1, 2, 3}$ = colônia, do 1º, 2º e 3º corte

$G_{1, 2, 3}$ = gordura, do 1º, 2º e 3º corte

$J_{1, 2, 3}$ = jaragua, do 1º, 2º e 3º corte

$N_{1, 2, 3}$ = napier, do 1º, 2º e 3º corte

$P_{1, 2, 3}$ = pangola, do 1º, 2º e 3º corte

Quadro VI - Resumo das diversas correlações determinadas (F a 5%).

Correlações (x e y)	Colonião	Gordura	Jaraguá	Napier	Pangola
<u>Matéria seca versus:</u>					
fibra bruta	*	*	*	*	ns
celulose	*	*	*	ns	ns
lignina	*	ns	ns	*	ns
dig. cel. em CED	*(-)	*(-)	ns	*	ns
lig. cel. "in vitro"	*(-)	ns	ns	ns	*(-)
<u>Fibra bruta versus:</u>					
celulose	*	*	*	*	*
lignina	*	*	ns	*	ns
dig. cel. em CED	*(-)	*(-)	*	*	ns
dig. cel. "in vitro"	ns	ns	ns	ns	ns
<u>Celulose versus:</u>					
lignina	*	*	ns	*	ns
dig. cel. em CED	*(-)	ns	*	*	ns
dig. cel. "in vitro"	ns	ns	ns	ns	ns
<u>Lignina versus:</u>					
dig. cel. em CED	*(-)	*(-)	ns	*	ns
dig. cel. "in vitro"	ns	ns	ns	ns	ns
<u>Digestib. celulose:</u>					
em CED vs. "in vitro"	*	ns	ns	ns	ns

Diegestibilidade da celulose e

Composição química bromatológica

Gráfico nº 1

Capim colonião

CED

"in vitro"

Cel

FB

MS

Lig

48

45

42

39

36

33

30

27

24

21

18

15

12

9

6

3

0

1

5

10

15

20

25

Gráfico nº 2

Capim gordura

CED

"in vitro"

Cel

FB

MS

Lig

48

45

42

39

36

33

30

27

24

21

18

15

12

9

6

3

0

1

5

10

15

20

25

arc sen Porcentagem

Digestibilidade da celulose e
Composição química bromatológica

Gráfico nº 3

Gráfico nº 4

Capim jaraguá

Capim napier

em

CED

CED

"In vitro"

"In vitro"

Cel.

Cel.

FB

FB

MS

MS

L.S.

L.S.

45

42

39

36

33

30

27

24

21

18

15

12

9

6

3

1

6

12

18

24

30

36

42

48

54

60

66

10 15 20

5 10 15

5 10 15

5 10 15

arc sen/porcentagem

12

12

12

12

12

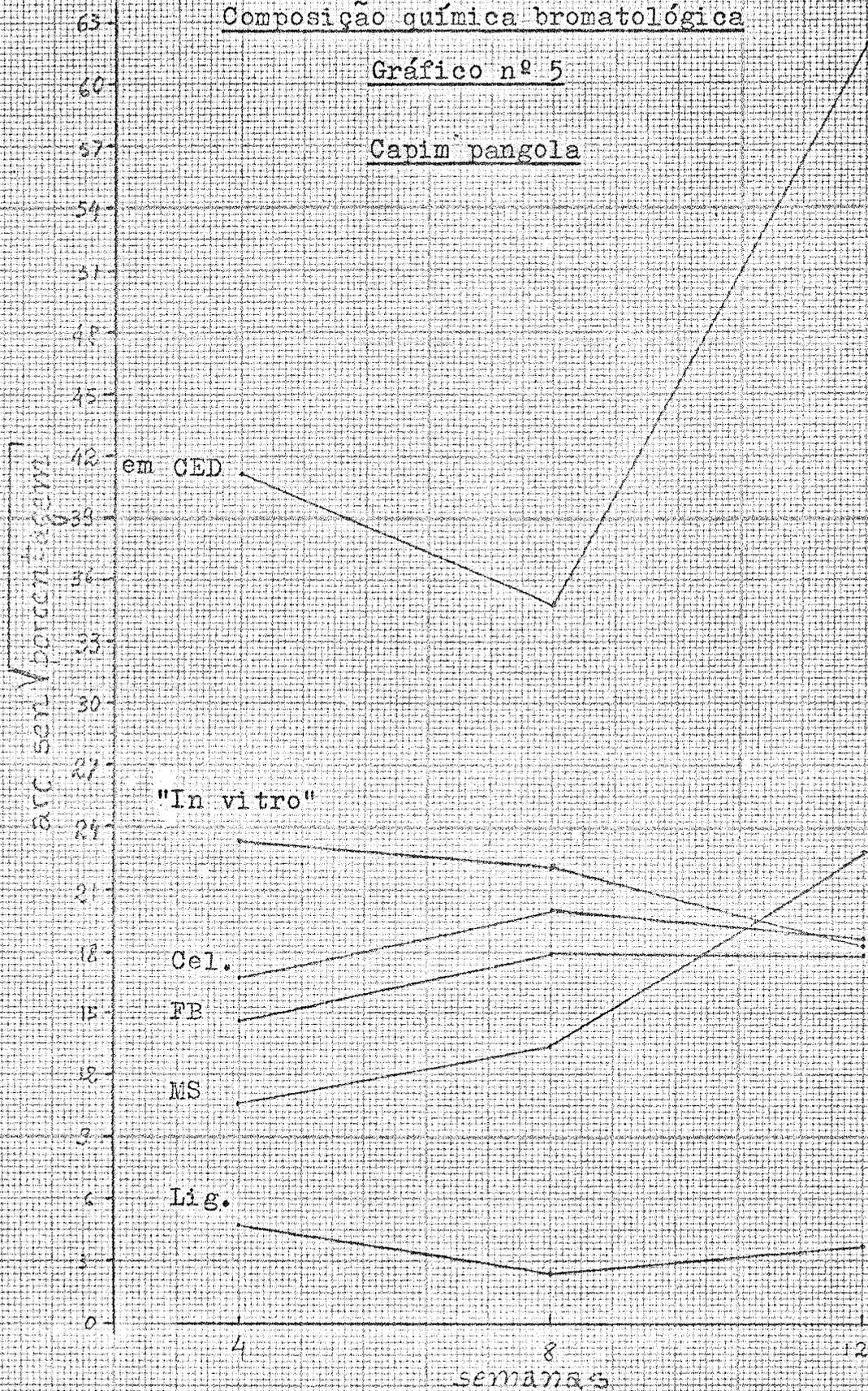
12

12

Digestibilidade da celulose e
Composição química bromatológica

Gráfico nº 5

Capim pangola



RESUMO

Os capins colonião (Panicum maximum, Jacq.) gordura (Melinis minutiflora, Pal de Beauv.), jaraguá (Hiparrhenia rufa, Nees-Stpf.), pangola (Digitaria decumbens, Stent.) e napier (Pennisetum purpureum, Schum.) foram plantados em vaso, cortados aos 28, 56 e 72 dias de desenvolvimento, e estudados em relação a sua composição em fibra bruta (FB), celulose, lignina e digestibilidade da celulose pela fermentação "in vitro" e por solubilização em cobre-etileno-diamino (CED).

O experimento foi delineado em "split plot", sendo as parcelas (5 espécies) distribuídas em 4 blocos ao acaso. Dentro dos blocos, as subparcelas (3 cortes por espécie) foram distribuídas por sorteio. Pela análise da variância observou-se efeito tanto de espécie quanto de tratamento (cortes) sobre os resultados, bem como correlacionamento entre as determinações executadas.

Respeitadas as características individuais de cada graminha, quanto aos valores quantitativos, as tendências gerais durante as fases consideradas foram de aumento contínuo em produção de matéria seca (MS), no teor de MS, de FB, lignina e celulose, e de queda na digestibilidade da celulose "in vitro" e em CED. Entretanto, para o pangola, os maiores teores de celulose, lignina e maior digestibilidade da celulose em CED figuraram aos 54, 28 e 84 dias, respectivamente, embora "in vitro" a maior de digestibilidade houvesse ocorrido no 1º corte; no gordura, a digestibilidade da celulose praticamente não variou; e no colonião a digestibilidade da celulose se elevou do segundo para o 3º corte, por ambos os métodos. Os valores obtidos pela digestibilidade "in vitro" foram relativamente baixos, mas apresentaram tendências semelhantes às obtidas pelos valores em CED, com exceção do capim pangola que na última fase apresentou resultados opostos: elevação de aproximadamente 35% para 62% em CED e redução de 22 para 18% "in vitro".

Tendo sido considerado insatisfatório o número de repetições (4) dos tratamentos, as correlações foram determinadas com base nas médias gerais dos 3 cortes, sendo confundidos, portanto, os efeitos dos tratamentos. Dessa maneira, tendências nitidamente concordantes ou divergentes nem sempre se confirmaram através das correlações. Assim, o capim pangola só apresentou correlação (negativa) entre MS e digestibilidade da celulose em CED, e, juntamente com colônia, correlação (negativa) entre MS e digestibilidade da celulose "in vitro"; só no colônia foi verificada correlação (positiva) entre os dois métodos de determinação da digestibilidade da celulose: nos capins colônia e gordura a correlação entre MS e digestibilidade da celulose em CED foi positiva, enquanto que no napier foi negativa.

Conclusões

Nas condições do experimento, deduziu-se que:

- 1º) cada espécie forrageira tem características fisiológicas próprias, tornando-se impropriedade a aplicação de um mesmo tratamento (regime de corte) bem como confronto entre forrageiras de espécies diferentes;
- 2º) o estabelecimento de curvas de composição química e digestibilidade deve ser o mais contínuo possível - implicando em cortes - mais frequentes durante todo o ciclo vegetativo da planta;
- 3º) o conhecimento da composição em fibra bruta, lignina e celulose, bem como da digestibilidade da celulose "in vitro" ou (e) - em CED, embora útil na determinação do estágio de maior valor nutritivo de uma forrageira, não é suficiente para a interpretação de diversas interações entre componentes químicos e digestibilidade com estágio fisiológico da gramínea.

SUMMARY AND CONCLUSIONS

The grasses guinea (Panicum maximum, Jacq), gordura (Melinis minutiflora, Pal, de Beauv), jaraguá (Hiparrhenia rufa, Nees-Stpf.), pangola (Digitaria decumbens, Stent) e napier (Pennisetum purpureum, Schum.) were planted in pots, cutted at the 28, 56 and 72 th - days of vegetation. It was studied based on dry matter (DM), crude fiber (CF), cellulose and lignin composition, as well as "in vitro" fermentation and cupro-etileno-diamine (CED) solubilization. The experimental work was carried out through a split plot design.

DM, CF, cellulose and lignin usually increased as the ti me of vegetation increased, but the cellulose digestibility decreased. However, pangolagrass had its maximum in cellulose, lignin and cellulose digestibility in CED at the 56, 28 and 84 th days, respectively; the CED cellulose digestibility in gorduragrass did not change with the - age, but in guineagrass it improved from the 56 to the 72th days of - growth.

The "in vitro" values were lower than in CED values, but they indicated a similar tendency, except in pangolagrass whose CED di gestibility increased from 35% to 62% and "in vitro" decreased from 22 to 18% at the last cut.

The correlation study was done on the mean of the three - cuts. Thus the effect of different stages was not considered. Consequently, the correlations sometimes did not correspond to the tendencies presented by the curves obtained with the chemical composition - and cellulose digestibilities. In pangolagrass, there were only correlations between DM and cellulose digestibility in CED (negative), and - between C.F. and cellulose (positive); the guineagrass was the only one having correlation (positive) between the two cellulose digestibility methods; in guinea and gorduragrass the correlation between DM and CED digestibility was positive, however, in napiergrass was negati ve; pangolagrass was the only one which did not show correlation bet-

ween DM and CF, but, together with guineagrass, showed correlation - (negative) between DM and "in vitro" cellulose digestibility; correlation (positive) between the two methods of cellulose digestibility was showed only in guineagrass.

Under those circumstances, it was concluded that:

- 1 st) each forage species has its own phisiological properties which does not permit comparison among species, using only one treatment;
- 2 nd) it is necessary more frequent cuts to establish the pattern - curves to study the chemical composition and cellulose digestibility during the growth period of the plant;
- 3 rd) the determination of crude fiber, cellulose and lignin may indicate in the forages studied the most nutritive stages of - growth, however it does not explain their interrelation-ships.

BIBLIOGRAFIA

- Alba, Jorge de. 1959. Influência del clima y de la calidad de los forages en su consumo. Rev. Turrialba, IICA. 9 (3): 79-84.
- Alexander, R.A., J.F. Hentges, Jr. J.T. McCall e W.O. Ash. 1962 - Comparative digestibility of nutrients in roughages by cattle and sheep. J. An. Sci. 21 (2)
- Anderson, Chester R., 1948. Lignin, Cellulose and Crude Fiber Changes - in Maturing Western Wheatgrass (Agropyron smithii, Rybd.). M. S. Thesis. South Dakota State College.
- Andrade, R.G. e C.L. Moraes, 1965. Contribuição ao Estudo comparativo - do Capim Pangola. Anais IX Congresso Intern. Pastagens - Vol. 1: 755-758. São Paulo, Brasil.
- A.O.A.C., 1961. Official Methods of Analysis, 9th Ed. Assoc. Off. Agric. Chemists. Washington, D.C.
- Appleman, H. e J.G.P. Dirven. 1963. The Influence of the cutting interval on the chemical composition of various grasses. Chem. Abstracts. Feb. 18, nº 3689 b.
- Arias, P.J. e M. Butterworth. 1965. Crescimento del Pasto Elefante. IX Congresso Intern. Pastagens. Vol. 1: 407-412. São Paulo, Brasil.
- Armstrong, D.C., H. Cook e T. Brynmor. 1950. The lignin and cellulose - contents of certain grassland especies at different stages of growth. J. Agr. Sci. 40: 93.
- Baker, F. e S.T. Harris, 1947. The role of the microflora of the alimentary tract of herbivora with special reference to ruminants. Nutr. Abstr. Revs. 17: 3.
- Barnett, A.J.G., 1957, Studies on the digestibility of cellulose fraction of Grassland products. I. The relationship between silage cellulose as determined in vitro and silage crude fiber digestibility determined by feeding trial. J. Agr. Sci. 19:467.
- Baumgardt, B.R., Cason, J.L. e Taylor, M.W. 1962a. Evoluotion of forages in the laboratory. I - comparative accuracy of several methods. J.D. Sci, 45 (1): 59-61.
- Baumgardt, B.R., Taylor, M.W. e Carson, J.L. 1962b. Evoluotion of forages in the laboratory. II - Simplified artificial rumen procedure for obtaining repeatable estimates of forages nutritive value, J.D. Sci. 45 (1): 62-68.
- Becker, M., Rocha, G.L., Montagnini M.I., Gandra, P.F., 1962. Ensaio de Digestibilidade (aparente) de Plantas Forrageiras. Bol. - Ind. An. 20 (único): 301-306. São Paulo.

- Brauns, F.E. and D.A. Brauns. 1960. The Chemistry of Lignin. Academic - Press, New York. (Supplement volume).
- Brito, D.P.P.S., S. Aranovich e H. Ribeiro. 1965. Comparação entre duas variedades de capim elefante (Pennisetum purpureum, Schum.) e seis espaços diferentes de tempo entre os cortes das plantas. Anais do 9º Congr. Intern. Pastagens, São Paulo, Brasil: 1683-1690.
- Burroughs, W., Long, J., Gerlaugh, P., e R.M. Bentle. 1950. Cellulose - digestion by rumen microorganisms as influenced by grains and protein-rich feeds comonly fed to cattle using an artificial rumen. J. An. Sci. 9 (4): 523.
- Burton, G.W., F.E. Knox e D.W. Beardsley. 1964. Effect of age on the - chemical composition, palatability and digestibility of grass leaves. Agron. J. 56 (2): 160-161.
- Butterworth, M.H., 1963. Some aspects of the utilization of tropical fo rages; green elefant grass at various stages of growth. J. - Agr. Sci. 60: 233-239.
- Butterworth, M.H. 1963a. Digestibility trials on forages in Trinidad - and their use in the prediction of nutritive value. J. Sci. - 60: 341.
- Carvalho, M.M. 1967. A técnica do rúmen artificial na estimativa da di- gestibilidade aparente de forrageiras tropicais. Tese de M.S. Viçosa, MG.
- Chandler, V.J., S.Silva e F. Figuerella. 1959. Effect of Nitrogen Ferti lization and Frequency of Cutting on the Yeld and composition of Three Tropical Grasses. Agron. J., April, p.202, 203 and - 206.
- Chester, R. Anderson. 1948. Lignin, cellulose and C.F. Changes in matu- ring Western Wheatgrass (Agropyron smithii, Rybd). Tese de M. S. South Dakota State College.
- Chia, H. e T.P. Yeh. 1965. Chemical Composition of Pangola Grass in Re lation to its Maturity. Anais IX Congresso Intern. Pastagens. Vol. 1: 797-799. São Paulo, Brasil.
- Conrad, H.R., J.W. Hibbs e A.D. Pratt. 1966. Regulation of feed intake. II. Association between digestible Dry Matter Intake and Cel- lulose Digestibility in Cows Fed Increasing Levels of Grain - Concentrate. J. D. Sci. 49 (9): 1038-1041.
- Conrad, H.R., A.D. Pratt, J.W. Hibbs, R.R. Davis. 1962. Relationship - between Forage Growth Stage, Digestibility, Nutrient Intake - and milk Production in Dairy Cows. Res. Bul. 914 (June). A.O. R.D.C. Wooster.

- Crampton, E.W., 1939. The Nutritive Value of Pasture Herbage. Sci. Abstr. 19:345.
- Crampton, E.W. e L.A. Maynard. 1938. The Relation of Cellulose and Lignin content to the nutritive value of animal feeds. J. Nutr. 15 (4): 383-395.
- Crampton, E.W., e Whiting, F.A. 1943. A proposed scheme of feeding stuffs analysis. J. An. Sci. 2: 378-384.
- Crampton, E.W., E. Donefer, e L.E. Lloyd. 1960. A nutritive value index for forages. J. An. Sci. 19 (2) 538-544.
- Dehority, B.A. 1961. Effect of particle size on the digestion rate of purified cellulose by rumen cellulolytic bacteria in vitro. J. D. Sci. 44 (4): 687-692.
- Dehority, B.A. e R.R. Johnson. 1960. Effect of ballmilling upon in vitro digestibility of cellulose of mature forages, J. An. Sci. 19: 1257.
- Dehority, B.A. e R.R. Johnson. 1963. Cellulose solubility as an estimate of cellulose digestibility and nutritive value of grasses. J. An. Sci. 22 (1): 222-225.
- Dehority, B.A. e R.R. Johnson. 1964. Estimation of the digestibility and nutritive value of forages by cellulose and dry matter solubility methods. J. An. Sci. 23 (1): 203-207.
- Dyne, G.M. e W.C. Weir. 1964. Variations among cattle and Sheep in digestive power measured by microdigestion techniques. J. An. Sci. 23 (4): 1116.
- Donefer, E., Crampton, E.W. e L.E. Lloyd. 1960. Prediction of the nutritive value index (NVI) of a forage from in vitro rumen fermentation data. J. An. Sci. 19 (2): 545.
- El-Shazly, K.; R.R. Johnson, B.A. Dehority e A.L. Moxon. 1961. Biochemical and microscopic comparison of in vivo and in vitro rumen fermentation. J. An. Sci. 20 (4): 839-843.
- Ely, R.E., E.A. Kane, W.C. Jacobson e L.A. Moore. 1953. Studies on the composition of lignin isolated from orchardgrass hay at 4 stages of maturity and from the corresponding feces. J. Dairy Sci. 36 (4): 346-555.
- Ely, R.E. and L.A. Moore. 1955. Holocellulose and summative analysis of forages. J. An. Sci. 14 (3): 718-724.
- Ely, R.E., E.A. Kane, W.C. Jacobson e L.A. Moore. 1953a. A Study of crude fiber and nitrogen-free extract fractions of orchard-grass hay and the digestibility of some of the constituents by milking cows. J.D. Sci. 36: 334.
- Fonseca, J.B. e J.H. Conrad. 1965. Estudos de Digestibilidade de Plantas Tropicais pelo Processo Convencional. Anais do IX Congresso Intern. de Pastagens. Vol. 1: 807-808. São Paulo, Brasil.

- Fonseca, J.B., J. Campos e J.H. Conrad, 1965. Estudos de digestibilidade de Forrageiras Tropicais pelo Processo convencional. *Experimentae* 5 (3). Viçosa, Minas Gerais.
- Gray, F.V. 1947. The digestion of cellulose by sheep. The extent of cellulose digestion at successive levels of the alimentary tract. *J. Expt. Biol.* 24: 15-19.
- Hansen, R.G., R.M. Forbes, e Don M. Carlson. 1958. A Review of the Carbohydrate Constituents of Roughages, *Illinois Bull.* 634. Regional Publication 88.
- Hershberg, T.V., Long, T.A., Hartsook, E.W. e Swift, R.W.. 1959. Use of the Artificial Rumen Technique to Estimate the Nutritive Value of Forages. *J. An. Sci.* 18 (2): 770-779.
- Howie, J.W. e F. Baker. 1952. Rumen and caecal microorganisms as symbionts. *Proc. Roy. Soc.* 139 B. 193.
- Jardim, W.R., C.L. Moraes e A.M. Peixoto. 1952. Contribuição para o Estudo da Composição e Valor Nutritivo de Plantas Forrageiras. *Anais E.S.A. "Luiz de Queiroz"*, IX: 31-38. Piracicaba.
- Johnson, R.R.B.A. Dehority, J.L. Parson e H.W. Scott. 1962. Discrepancies between grasses and alfafa Where estimating nutritive value - from in vitro cellulose digestibility by rumen microorganisms. *J. An. Sci.* 21 (4): 892-896.
- Johnson, R.R. 1966. Techniques and procedures for "in vitro" and "in vivo" rumen studies. *J. An. Sci.* 25 (3): 855-875.
- Johnson, R.R., B.A. Dehority e J.L. Parsons. 1965. Relationship between in vitro measurements on forages and their nutritive value. - *Proc. 9 the Intern. Grass. Congr. Vol. 1, p.* 773-778.
- Jones, G.M. 1969. Intake of diets varying in protein and cellulose. *J. An. Sci.* 31 (5): 1040 (Abstr.).
- Jordan, R.M. e Staples, G.E. 1951. Digestibility comparisons between steers and lambs fed prairie hays of different quality. *J. An. Sci.* 10 (1): 236.
- Kamstra, L.D. 1955. Digestion of cellulose from different sources by rumen microorganisms, citado por Kamstra et. al., 1958.
- Kamstra, L.D., A.L. Moxon e O.G. Bentley. 1958. The Effect of stage of maturity and lignification on the digestion of cellulose in forage plants by rumen microorganisms "in vitro". *J. An. Sci.* 17 (1): 199-208.
- King, K.W. 1961. Microbial degradation of cellulose. *Techn. Bull.* 154. - Virginia Polytechnic Institute. Blacksburg.
- Kok, E.A. 1940. Análise de Plantas Forrageiras, *Revista de Industria Animal* 3 (1): 53-69. São Paulo.
- Kok, E.A., L.B. Machado e G.L. Rocha. 1946. Valor Nutritivo de Plantas Forrageiras. *Bol. Ind. An.* 8 (3): 18-44.

- Langer, R.H.M. 1963. Tillering in herbage grasses. A review. *Herbage - Abstr.* 33 (3): 141-148.
- Lefevre, C.F. e L.D. Kamstra. 1960. A comparison of cellulose digestion in vitro and in vivo. *J. An. Sci.* 1 (3): 872-876.
- Lima, F.P., D. Martinelli, H.J. Sartini, M.F. Pares Jr., P. Biondi, - 1969. Pastejo competitivo entre 4 gramíneas tropicais em latossolo roxo, na engorda de bovinos da raça Nelore. *Bol. Ind. Animal*, 26: 189-197.
- Little, S., J. Vicente - Chandler e F. Abruña. 1959. Yield and protein control of irrigated napier grass, guineagrass and pangolagrass as affected by nitrogen fertilization. *Agron. J.* 51(2): 111-112.
- Lovadini, L.A. da Costa. 1971. Efeito da maturidade da planta sobre a - composição em fibra bruta, celulose, lignina e digestibilidade da celulose "in vitro", em variedades de cana-de-açúcar. - Tese de MS apresentada à E.S.A. "Luiz de Queiroz". Piracicaba S.P.
- Marshall, B. 1963. Chemical Composition and Nutritive Value of Eleplant Grass (Pennisetum purpureum). *Tropical Agriculture (BWI)*, January, pag. 64-66.
- Meyer, R.M., E.E. Bartley, F. Julius e L.R. Fina. 1971. Comparison of - four in vitro methods for predicting in vivo digestibility of forages. *J. An. Sci.* 32 (5): 1030-1036.
- Moxon, A.L., G. Gastler, G.E. Staples e R.M. Jordan. 1951. Grass hay at its best - as Shown by chemical analysis and feeding value. *Bull.* 405. Agr. Exp. Sta. South Dakota College. Brookings.
- Moxon, A.L. e D.G. Bentley. 1953. Some discrepancies in A.O.A.C. crude fiber and NFE values in roughages. *J. An. Sci.* 12: 925.
- Norman, A.G., 1935. The composition of crude fiber. *J. Agr.Sci.* 25:529.
- Oyenuga, V.A. 1957. The composition and agricultural value of some - grass species in Nigeria. *The Empire J. of Experimental Agriculture.* XXV (99): 237-255 (in *Herbage Abstrs.* 28 (1): 39 - (1958).
- Paladines. O.L. 1967. Métodos "in vitro" para determinar el valor nutritivo de los forrages. Montevideo, Uruguai.
- Patel, B.M., C.A. Patel e B.M. Dhami. 1967. Effect of different cutting intervals on the dry matter and nutrient yield of napier hybrid grass. *Indian J. Agr. Sc.* 37 (5): 404-409, in *Herb. Abs.*
- Patton, A.R. 1943. Seasonal changes in the lignin and cellulose content of some Montana Grasses. II. *J. An. Sci.* 2:59.
- Pazur, J.H. e W.A. DeLong. 1948. Pasture Studies XXVIII. Effect of lignin content and of stage of maturity of dry clover forage on the urinary excretion of aromatic acids by sheep. *Scient. - Agric.* 28 (1): 39-46.

- Pedreira, J.V. 1968. Produção estacional de plantas forrageiras no Brasil Central. Seminário C.P.G. Nutrição Animal e Pastagens. - E.S.A.L.Q. Depto. Zootecnia, Piracicaba.
- Phillips et al., 1935, 1942. Citados por Hansen et al., 1958, em A review of the carbohydrate constituents of roughages.
- Phillips, T.G. Sullivan, J.T. Loughlin, M.E. And Sprague, V.G., 1954. - Chemical composition of some forage grasses. I. Changes in plant maturity. Agron. J. 46 (8): 361-369.
- Quick, G.V. e O.G. Bentley. 1959. Lignin and methoxyl groups as related to the decreased digestibility of mature forages. J. An. Sci. 18 (1): 365-373.
- Quicke, G.V. e O.G. Bentley, H.W. Scott e A.L. Moxon, 1959. Cellulose digestion "in vitro" as a measure of the digestibility of forage cellulose in ruminants. J. An. Sci. 18 (1): 275-287.
- Raymond, W.F. 1965. Recent Advances in Nutrition, cap. III. London Churchill.
- Raymond, W.F. 1969. The nutritive value of forage crops. Advances in Agronomy 21:1.
- Reid, R.L., B. Clark, J.A. Welch, G.A. Jung e D.C. Shelton. 1960. Relationship of forage digestibility and intake data to in vitro and in vivo fermentation indices, J. An. Sci. 19 (4):1312. - Abstr. nº 250.
- Richards, C.R. and J.T. Reid. 1953. The Digestibility and Interrelationships of Various Carbohydrate Fractions of Pasture Herbage and a Resolution of the components. of Crude Fiber and Nitrogen Free Extracts. J. Dairy Sci. 36 (9): 1006-1015.
- Rocha, G.L., L.B. Machado, F.B. Botelho e H.S. Corrêa. 1951. Ensaio de Digestibilidade (aparente) de Capim Catingueiro Roxo. Bol. - Ind. An. 12 (único): 107-117-S.P.
- Sen, K.M. and G.L. Mabey 1965. The Chemical Composition of Some Indigenous Grasses of Coastal Savanna of Ghana at Different Stages of Growth. IX Congresso Intern. Pastagens. Vol. 1:763. São Paulo, Brasil.
- Shubert, Walter J. 1965. Lignin Biochemistry. Chapter III. Academic Press, New York.
- Silva, D.J., J. Campos e J.H. Conrad. 1964. Da Digestibilidade in vitro de algumas forrageiras tropicais. Rev. Ceres 12 (68):63-100.
- Sivalingan, T. 1964. A study of the effect of defoliation on yield, chemical composition and nutritive value of the tropical grasses. Trop. Agric. 70 (3-4): 159-180.
- Sullivan, J.T. 1959. Evaluation of Forage Crops by chemical Analysis. A Critique. Agronomy J. 51: 111-114.
- Sullivan, J.T. 1955. Cellulose and lignin in forage grasses and their -

- digestion coefficients. J. An. Sci. 14 (3): 710-718.
- Sullivan, J.T. 1959. Lignin acid-insoluble. J. An. Sci. 18:1292.
- Tilley, J.M.A. e R.A. Terry, 1963. A Two-Stage technique for the "in vitro" digestion of forage crops. J. Brit. Grassl. Soc. Vol. 18: 104-111.
- Tomlin, Don C., R.R. Johnson e B.A. Dehority. 1965. Relationship of lignification to in vitro cellulose digestibility of grasses and legumes. J. An. Sci. 24 (1): 161-165.
- Van Soest, P.J. 1963. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. Assoc. Off. Agr. Chem. J. 46: 825-829 e 829-835.
- Van Soest, P.J. 1969. Newer knowledge on the composition and methods of analysis of feeding stuffs. Nutrition of Animals of Agricultural Importance, Part 1. The science of nutrition of farm lives tock. Ed. by Sir D. Cuthbertson. Pergamon Press, London.
- Vieira, L.M. e J.A. Gomide. 1970. Estimativa de digestibilidade e do consumo de M.S. de Gramineas forrageiras tropicais pela técnica do rumen artificial. Experimentiae 10 (4). Viçosa.
- Wilcox, R. e A.L. Moxon. 1949. Mencionados por A.L. Moxon em 1966. A constituição em carboidratos das forragens. C.P.G. Seminário.

Quadro VII - Valores originais de celulose e lignina
(em 100 por cento de MS)

Época	Colonião	Gordura	Jaraguá	Napier	Pangola
<u>Celulose (%)</u>					
1º corte	30,66	31,15	33,35	29,15	30,99
	30,18	31,52	30,42	30,98	30,54
	30,33	30,00	32,95	27,70	33,65
	30,71	31,18	32,52	28,24	29,60
Média	30,47	30,96	32,31	29,01	31,19
2º corte	34,67	33,93	36,52	37,01	36,09
	30,53	33,31	36,67	35,55	34,16
	32,19	35,48	35,31	35,80	31,91
	32,41	34,66	35,57	35,66	33,34
Média	32,45	34,34	36,01	36,00	33,87
3º corte	37,29	40,33	36,69	39,24	30,07
	37,33	38,24	38,70	39,37	31,74
	35,31	37,09	37,59	37,60	33,41
	37,88	37,28	37,11	37,90	32,79
Média	36,95	38,23	31,52	38,52	32,00
M. Geral	33,29	34,51	35,28	34,51	32,35
<u>Lignina (%)</u>					
1º corte	5,49	7,76	9,34	4,86	11,37
	5,86	8,48	6,58	4,34	10,98
	5,13	6,84	7,79	4,31	10,44
	5,57	6,49	9,04	3,79	6,86
Média	5,51	7,39	8,19	4,30	9,91
2º corte	7,43	6,95	8,03	8,75	8,33
	5,37	6,79	7,91	7,25	7,49
	8,10	7,37	7,07	7,22	6,63
	6,98	5,19	8,34	7,00	8,34
Média	6,97	6,57	7,84	7,55	7,69
3º corte	9,58	10,35	8,37	10,22	7,68
	8,23	8,28	8,24	9,91	7,94
	8,64	10,17	8,10	8,09	8,61
	6,96	8,63	7,51	8,05	9,00
Média	8,35	9,35	8,05	9,19	8,31
Média Geral	6,94	7,77	8,03	6,97	8,64

Quadro VIII - Valores originais dos coeficientes de digestibilidade da celulose.

Época	Colonião	Gordura	Jaraguá	Napier	Pangola
<u>Em CED (%)</u>					
1º corte	73,05	61,21	43,15	89,42	60,82
	75,51	65,82	48,21	87,57	50,11
	75,76	65,18	63,00	87,43	60,69
	68,22	62,38	61,22	88,31	54,27
Média	73,18	63,64	68,09	88,37	55,63
2º corte	56,10	65,58	65,71	66,77	51,88
	56,17	68,18	66,21	72,76	54,24
	55,54	66,91	69,10	71,56	55,90
	57,70	64,20	67,72	72,27	55,72
Média	56,43	66,37	67,28	71,49	55,60
3º corte	56,47	57,83	66,85	56,50	55,91
	56,93	62,19	65,19	58,49	58,43
	54,46	58,39	64,92	58,43	57,00
	53,63	60,04	66,52	58,33	56,92
Média	57,43	59,78	65,88	57,11	56,22
Média Geral	62,34	63,26	67,08	72,37	55,82
<u>"In vitro" (%)</u>					
1º corte	58,67	43,71	45,72	31,35	37,28
	54,27	46,30	49,53	37,87	37,48
	51,90	45,30	47,03	41,57	37,93
	54,87	51,40	42,21	39,43	36,98
Média	54,92	46,67	46,12	37,55	37,41
2º corte	41,38	42,19	43,79	33,96	35,28
	43,36	37,78	46,90	31,56	29,75
	38,17	39,70	44,29	28,33	38,90
	34,55	32,18	44,76	32,98	27,86
Média	39,36	37,96	44,93	31,77	32,94
3º corte	43,59	45,34	45,68	36,67	31,10
	43,35	49,93	43,05	34,58	35,65
	44,96	38,73	42,97	31,30	32,92
	39,39	41,00	44,12	34,43	27,27
Média	42,82	43,75	43,95	34,24	31,73
Média Geral	45,70	42,79	45,00	34,52	34,02

Quadro IX - Valores originais completos em matéria seca (MS) e fibra bruta (FB) e fibra bruta (FB), em 100% de MS

Época	Colonião	Gordura	Jaraguá	Napier	Pangola
<u>Matéria seca(%)</u>					
1º corte	19,11	27,82	26,00	17,17	19,30
	19,82	24,59	25,15	18,21	23,25
	19,90	22,59	24,09	18,84	21,38
	21,55	25,07	25,13	19,35	27,02
Média	20,12	25,01	25,09	18,38	22,74
2º corte	19,42	22,87	27,75	17,27	25,72
	21,50	23,55	24,75	15,92	27,76
	25,39	23,82	26,32	16,77	23,82
	27,17	29,51	28,72	16,22	28,51
Média	23,37	24,94	26,88	16,55	26,44
3º corte	28,27	33,84	35,67	28,06	40,03
	30,49	28,83	33,08	27,30	38,17
	29,92	32,06	35,93	27,46	35,07
	31,34	38,70	34,48	27,45	41,90
Média	30,00	33,36	34,79	27,56	38,79
M. Geral	24,50	27,77	28,92	20,83	29,32
<u>Fibra bruta(%)</u>					
1º corte	28,08	28,09	28,61	25,07	27,97
	27,08	27,68	28,84	26,29	29,51
	26,60	26,50	30,03	24,20	30,76
	26,01	27,54	30,81	25,93	26,19
Média	26,94	27,45	29,57	25,37	28,60
2º corte	31,90	30,37	32,54	33,87	33,02
	27,03	29,60	32,86	31,59	31,60
	27,80	31,62	30,53	31,57	28,87
	30,45	31,73	30,95	32,43	31,47
Média	29,29	30,83	31,72	32,36	31,24
3º corte	35,60	38,83	32,39	38,70	29,20
	35,51	34,68	36,24	38,96	31,00
	33,24	34,82	34,77	36,50	32,50
	35,85	34,40	33,35	37,40	30,76
Média	35,05	35,68	34,19	37,39	30,86
M. Geral	30,42	31,32	31,82	31,87	30,23

Quadro X - Médias das determinações transformadas em arc sen $\sqrt{\text{porcentagem}}$ Matéria Sêca

Época	Colonião	Gordura	Jaragua	Napier	Pangola
1º corte	11,5944	13,5218	17,4618	14,4906	14,4463
2º corte	19,5007	14,5326	15,5977	20,3604	10,5988
3º corte	9,5293	16,0023	13,1483	15,3340	22,8343

Fibra bruta

1º corte	15,6305	17,0383	20,5192	15,9340	17,9032
2º corte	20,9096	17,2017	18,4947	19,9936	14,6985
3º corte	18,8847	22,2669	16,6258	18,2062	17,9792

Celulose

1º corte	17,7401	18,9376	21,6875	18,0369	20,0879
2º corte	22,4816	18,8518	21,1113	22,0389	16,8699
3º corte	21,1037	22,6616	18,1791	19,8034	18,6661

Lignina

1º corte	3,1600	3,9969	4,7914	4,2395	3,7700
2º corte	5,3695	4,6966	4,4952	4,6202	2,4644
3º corte	4,3329	5,2027	5,6896	4,4148	4,7654

Coefic. de digestibilidade celulose em CED

1º corte	47,0578	34,3191	33,6280	39,5439	41,4758
2º corte	36,6024	32,7960	42,2184	41,2038	61,8786
3º corte	43,1363	35,4086	34,4413	32,9869	34,7979

Coefic. digestib. celulose "in vitro"

1º corte	33,2147	23,1978	25,3619	27,8417	23,9314
2º corte	25,9767	27,4792	26,7045	26,0772	22,0773
3º corte	18,4908	20,0305	21,9734	19,2587	18,5125

Prod. M.S.

1º corte	114,81	569,53	1.694,18	169,59	166,81
2º corte	732,63	101,56	495,34	1.040,10	324,52
3º corte	2.050,10	5.258,74	46,86	158,32	417,47

Quadro XI Correlações - Entre médias globais, e do capim colonião

Correlações(x e Y)	R	F (5%) = 4,0	Equação de regressão
<u>Médias Gerais</u>			
M.S. x F.B.	0,46608	16,0963*	Y= 0,27003x + 24,03847
Celulose	0,37699	9,6089*	0,19156x + 28,95968
lignina	0,39275	10,5784*	0,10397x + 4,94054
dig. Cel. CED	-0,48229	17,5810*	-0,73536x + 82,40038
dig. cel. in v.	-0,12219	0,8791ns	-0,13894x + 44,21301
F.B. x Celulose	0,94649	498,9533*	0,83020x + 8,14628
lignina	0,59782	32,2569*	0,27317x - 0,83252
dig. cel. CED	-0,40521	11,3941*	-1,06636x + 96,28122
dig. in v.	0,15653	1,4567ns	-0,41141x + 53,37137
Celulose x lignina	0,53107	22,7847*	0,27666x - 1,73264
dig. cel. CED	-0,29553	5,5503*	-0,88666x + 93,2236
dig. in vitro	-0,11615	0,7932ns	-0,25989x + 49,39772
Lignina x cel. CED	-0,63458	39,1037*	-3,65466x + 91,12157
dig. cel. in v.	-0,18511	2,0580ns	-0,79505x + 46,66282
Coef.CED xcoe.i.v.	0,12223	0,8797ns	0,09116x + 34,81250
<u>Capim Colonião</u>			
M.S. x F.B.	0,80504	18,4167*	Y= 0,64717x + 14,57928
cel.	0,81543	19,8446*	0,51852x + 20,59170
Lign.	0,71839	10,6648*	0,22269x + 1,49109
dig. CED %	-0,70498	9,8810*	-1,29540x + 93,35383
in vitro %	-0,61151	5,9731*	-0,95677x + 69,07806
F.B. x Cel.	0,98213	272,4386*	0,77687x + 9,65119
Lign.	0,77302	14,8487*	0,29807x - 2,12531
dig. CED %	-0,66214	7,8074*	-1,51347x + 107,68198
dig. in v.	—	ns	—
Cel. x Lign.	0,79345	16,9954*	0,38679x - 5,93177
CED %	-0,70343	9,7946*	-2,03265x + 129,29694
dig. in v.	—	ns	—
Lign. x CED %	-0,69979	9,5969*	-4,14812x + 90,43708
dig. in v. %	—	ns	—
CED% x dig. in v.	0,84839	25,6852*	0,72240x + 1,12539

Quadro XII Correlações - Capim gordura e jaraguá

Correlações (x e y)	R	F (5%) = 4,96	Equação de regressão
<u>Capim gordura</u>			
MS x FB	0,74804	12,7048*	Y= 0,55558x + 15,89248
Cel.	0,70056	9,6382*	0,45149x + 21,97586
Lig.	—	ns	—
dig. CED%	-0,81040	19,1338	-0,53794x + 78,09827
dig. in v.%	—	ns	—
FB x Cel.	0,98924	457,3025	0,85837x + 7,62845
Lign.	0,64786	7,2334	0,25973x - 0,36038
dig. CED%	-0,64457	7,1078*	-0,57607x + 81,20264
dig. in v.%	—	ns	—
Cel. x Lign.	0,60810	5,8676*	0,28096x - 1,92221
dig. CED%	—	ns	—
dig. in v.%	—	ns	—
Lign. x CED%	-0,69321	9,2509*	-1,54534x + 75,17420
dig. in v.%	—	ns	—
CED% x in v.%	—	ns	—
<u>Capim Jaraguá</u>			
MS x FB	0,71734	10,6011*	0,36203x + 21,35399
Cel.	0,71749	10,6100*	0,38618x + 24,11399
Lign.	—	ns	—
dig. CED	—	ns	—
dig. in v.	—	ns	—
FB x Cel.	0,88761	37,1389*	0,94661x + 5,15716
Lign.	—	ns	—
dig. CED	0,61271	6,0108*	2,15785x - 6,35715
dig. in v.	—	ns	—
Cel. x Lign.	—	ns	—
dig. CED	0,67719	8,4704	2,23628x - 16,58684
dig. in v.	—	ns	—
Lign. x CED	—	ns	—
dig. in v.	—	ns	—
Dig.CED x in v.	—	ns	—

Quadro XIII Correlações - Capim napier e pangola

Correlações	R	F (5%) = 4,96	Equação de regressão
<u>Capim Napier</u>			
MS x FB	0,72300	10,9529*	Y= 0,77540x + 15,71758
Cel.	—	ns	—
Lign.	0,59121	5,3735*	0,25858x + 1,58578
dig. CED	-0,72073	10,8097*	-1,85477x +110,97035
dig. in v.	—	ns	—
FB x Cel.	0,97208	171,6345*	0,77069x + 9,95001
Lign.	0,95625	106,8575*	0,38997x - 5,45661
dig. CED	-0,98900	447,3960*	-2,37316x +147,96653
dig. in v.	—	ns	—
Cel. x Lign.	0,96342	120,2365*	0,49556x - 10,13096
dig. CED	-0,96340	129,1687*	-2,91577x +172,96289
dig. in v.	—	ns	—
Lign. x dig. CED	-0,94806	88,8384*	-5,57830x +111,22404
dig. in v.	—	ns	—
Dig. CED x in v.	—	ns	—
<u>Capim Pangola</u>			
MS x FB	—	ns	—
Cel.	—	ns	—
Lign.	—	ns	—
dig. CED	—	ns	—
dig. in v.	-0,63658	6,8134*	Y=-0,34432x + 44,13001
FB x Cel.	0,86398	29,4441*	0,83641x + 7,06643
Lign.	—	ns	—
dig. CED	—	ns	—
dig. in v.	—	ns	—
Cel. x Lign.	—	ns	—
dig. CED	—	ns	—
dig. in v.	—	ns	—
Lign. x dig. CED	—	ns	—
dig. in v.	—	ns	—
Dig. CED x in v.	—	ns	—