

**AVALIAÇÃO DE MISTURAS MÚLTIPLAS
PELA DEGRADABILIDADE,
DIGESTIBILIDADE E
DESEMPENHO DE BOVINOS
EM PASTEJO**

EUCLIDES REUTER DE OLIVEIRA

2002

BIBLIOTECA CENTRAL - UFLA

2002
BIBLIOTECA CENTRAL
N.º 02.45



LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

Orientador
Prof. Paulo César de Aguiar Paiva

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Doutorado em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Ruminantes, para obtenção do Título de "Doutor".

**AValiação de misturas múltiplas pela
degradabilidade, digestibilidade e
desempenho
de bovinos em pastejo**

EUCIDES REUTER DE OLIVEIRA

54211
MFM046407

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Oliveira, Euclides Reuter de

Avaliação de misturas múltiplas pela degradabilidade, digestibilidade e desempenho de bovinos em pastejo / Euclides Reuter de Oliveira. – Lavras : UFLA, 2002.

126 p. : il.

Orientador: Paulo César de Aguiar Paiva.

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Digestibilidade in vivo. 2. Degradabilidade. 3. Novilho. 4. Ruminante. 5. Desempenho. 6. Mistura múltipla. 7. Pastejo. I. Universidade Federal de Lavras. II.

Título:

CDD-636.20852

EUCLIDES REUTER DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DE MISTURAS MÚLTIPLAS PELA
DEGRADABILIDADE, DIGESTIBILIDADE E
DESEMPENHO DE BOVINOS
EM PASTEJO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras
como parte das exigências do Curso de Doutorado em
Zootecnia, área de concentração em Nutrição de
Ruminantes, para obtenção do Título de “Doutor”.

APROVADA em 07 de outubro de 2002

Prof. Juan Ramón Olalquiaga Pérez

UFLA

Prof. Joel Augusto Muniz

UFLA

Profª Vera Lúcia Banys

UNIFENAS

Prof. Roberto Maciel Cardoso

UFV

Prof. Paulo César de Aguiar Paiva

UFLA

(Orientador)

LAVRAS

MINAS GERAIS – BRASIL

**A meu pai, Ademir Gonçalves de Oliveira,
in memoriam, com gratidão, amor e
grande saudades de quem sempre me apoio
em todos os momentos importantes em
minha vida.**

e

**A Neyde Reuter de Oliveira, Mãe,
pela abstinção, compreensão, dedicação,
carinho e a capacidade de transmitir seus
valiosos dons que tanto dar-me suporte
na minha caminhada.**

DEDICO

**A minhas irmãs
Suely, Kátia e Andréia
Aos meus cunhados
Aos meus sobrinhos**

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À EMATER, por ter concedido licença sem remuneração durante o período de realização do curso.

À Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade.

À Fundação e Apoio à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão da bolsa de estudos.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Mato Grosso (FAPEMAT) por ter financiado o projeto e criado oportunidade de execução via Escola Agrotécnica Federal de São Vicente, MT.

À Escola Agrotécnica Federal de São Vicente, MT, por ter propiciado condições de moradia, alimentação, laboratório e todo apoio necessário durante o período de trabalho de campo, graças à atenção dada pelo Diretor Dimorvam Alencar Brescancim, ao coordenador da CGPP Ulisses Nascimento de Souza e demais funcionários.

Ao professor Paulo César de Aguiar Paiva, pela amizade, companheirismo e segura orientação.

Aos professores Juan Ramón Olalquiaga Pérez, Roberto Maciel Cardoso, Vera Lúcia Muniz e Joel Augusto Muniz, pela amizade, ensinamentos e sugestões apresentadas.

Ao professor Júlio César Teixeira, pelo empréstimo de uma seladora, a qual foi levada para o Mato Grosso como peça importante no ensaio de degradabilidade *in vivo*.

Ao amigo e colega Jose Libêncio Babilônia, pelo apoio e disposição, pela amizade sincera, pelo auxílio nas atividades de campo, não medindo esforço, para a realização deste trabalho. Sou eternamente grato.

Aos amigos Osvaldo José de Oliveira e Ademir José Conte, que disponibilizaram sua casa servindo-me muito, à época da chegada à Escola Agrotécnica Federal de São Vicente, MT.

Aos alunos do curso agrícola da Escola Agrotécnica Federal de São Vicente, MT e de graduação em agronomia e veterinária da UFMT, Weliton Jhon Garaffa, Vagner Luiz de Queiroz Dantas, Fabiano Isac da Silva Queiroz, Wermerson Oliveira da Silva, Max-Roger Rodrigues Silva, Robson Cichelero, Jose Alexandre de Oliveira e Felipe Silva Rocha pela inestimável colaboração na condução do experimento de campo

A Ingrid Robles Moron pela amizade, apoio, ajuda, orientação e pela valiosa colaboração nas análises laboratoriais na UFMT,

À Tia Almira, pelo acolhimento em sua residência e agradável convivência durante todo o período experimental no MT, e a visita especial de Tia Ione na conclusão do trabalho.

Ao amigo Danilo Martins Lozano, pela visita ao trabalho de campo e pela amizade consistente que, ao longo desse tempo, disponibilizou sua casa para eventos festivos.

Aos alunos de graduação do curso de Zootecnia, Vander Bruno dos Santos, Estevão Marcondes Tosetto, Lilian Naomi Numajiri, Walkiria Bertelli Fernandes Clemente, Ana Lígia Sanches e Henrique Makoto Furuta, pela colaboração e apoio nas análises bromatológicas.

Ao Zootecnista Arlindo Vilela, diretor da Indústria Novanis, pelo seu espírito científico e empreendedor, e por contribuir com a doação dos suplementos utilizados nos experimentos.

Ao Zootecnista Luciano de Castro Alvarenga pela colaboração durante a e execução das misturas na Indústria Novanis.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFLA, Márcio dos Santos Nogueira, Suelba Ferreira de Souza e Eliana Maria dos Santos, pela colaboração e apoio nas análises bromatológicas.

A amiga e colega de curso Luciana Castro Geraseev, pela amizade e pelo apoio intelectual durante todo período de convivência.

A todos os colegas de Doutorado, Rodrigo, Edson Fasani, Flávio, Gustavo, João Crisóstomo, Inácio, Vitor, Cristiane, Eder, Hunaldo, Wladimir, Telma, Paulo, Valene, Fabiana, Renata, Edgar, Ívina, pelo companheirismo, profissionalismo, amizade e espírito de equipe.

Ao Afranio Afonso Ferrari Baião e Edineia Alves Moreira Baião pela disposição incondicional para escanear material e auxiliar na impressão da tese.

Aos amigos de república, Xisto Rodrigues de Souza, Herbert Cavalcante Lima e Edin Orozco, pelos momentos de descontração e amizade

Aos amigos Marcos Sírio e Paulo Moura Júnior, pelo apoio e por poder contar com vocês a qualquer momento.

Aos professores do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, pelo apoio e incentivo à realização deste curso, em especial ao professor Aldi Fernandes de Souza França e à professora Geisa Fleury Orsine.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para que este trabalho pudesse ser realizado.

A Deus, por tudo !

Obrigado.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	i
LISTA DE FIGURAS.....	iv
LISTA DE ABREVIATURAS.....	v
Resumo.....	vii
Abstract.....	viii
CAPÍTULO 1 Avaliação de mistura múltipla pela degradabilidade, digestibilidade e desempenho de bovinos em pastejo.....	1
1 Introdução geral.....	2
2 Referencial teórico.....	3
3 Referências bibliográficas.....	5
CAPÍTULO 2 Degradabilidade <i>in situ</i> da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro, de diferentes gramíneas, em novilhos suplementados com mistura múltipla.....	7
Resumo.....	8
Abstract.....	9
1 Introdução.....	10
2 Referencial teórico.....	11
3 Material e métodos.....	14
3.1 Local, animais e pastagem.....	14
3.2 Tratamentos.....	16
3.3 Obtenção da forragem estuda.....	18
3.4 Determinação da degradabilidade <i>in situ</i>	19
3.5 Cálculos e análises estatísticas.....	20

4 Resultados e discussão.....	22
4.1 Matéria seca.....	22
4.2 Proteína bruta.....	26
4.3 Fibra em detergente neutro.....	29
5 Conclusão.....	33
Referências bibliográficas.....	34

CAPÍTULO 3 Digestibilidade *in vivo* de novilhos a pasto

suplementados com mistura múltipla.....	38
Resumo.....	39
Abstract.....	40
Introdução.....	41
2 Referencial teórico.....	42
3 Material e métodos.....	45
3.1 Local, animais e pastagem.....	45
3.2 Tratamentos.....	47
3.3 Período experimental	48
3.4 Excreção fecal.....	49
3.5 Consumo.....	50
3.5.1 Ensaio de degradabilidade <i>in situ</i> da MS para determinação do consumo da forragem.....	50
3.5.2 Consumo do suplemento.....	51
3.5.3 Consumo da energia metabolizável.....	51
3.6 Digestibilidade aparente <i>in vivo</i> da matéria seca.....	51
3.7 Líquido ruminal.....	52
3.8 Cálculos e análises estatísticas.....	53
4 Resultados e discussão.....	55
4.1 Concentração de cromo e excreção fecal.....	55

4.2 Consumo.....	56
4.2.1 Consumo de Matéria seca (MS).....	56
4.2.2 Consumo de proteína bruta (PB).....	58
4.2.3 Consumo de fibra em detergente neutro FDN).....	60
4.2.4 Consumo de energia metabolizável (EM).....	62
4.3 Parâmetros ruminais.....	64
4.3.1 pH e concentração de nitrogênio amoniacal do líquido ruminal.....	64
4.3.2 Concentração de ácidos graxos voláteis.....	67
4.4 Digestibilidade aparente.....	69
5 Conclusão.....	72
Referências bibliográficas.....	73

CAPÍTULO 4 Desempenho de novilhos suplementados com mistura

múltipla.....	79
RESUMO.....	80
Abstract	81
Introdução.....	82
2 Referencial teórico.....	83
3 Material e métodos.....	85
3.1 Local.....	85
3.2 Animais e pastagem.....	86
3.3 Tratamentos.....	87
3.4 Período experimental e instalações.....	88
3.5 Disponibilidade e composição da forragem.....	89
3.6 Excreção fecal.....	90
3.7 Consumo.....	91
3.7.1 Ensaio de degradabilidade in situ da matéria seca para determinação do consumo da forragem.....	91

3.8 Consumo do suplemento.....	92
3.9 Análises dos suplementos e forragem.....	92
3.10 Cálculos efetuados.....	92
3.10.1 Produção total de carne (PTC).....	92
3.10.2 Equivalente carcaça (EC).....	93
3.10.3 Receita total (RT).....	93
3.10.4 Despesa total (DT).....	94
3.10.5 Remuneração do capital investido, (RCI).....	94
3.10.6 Custo por arroba produzida (CAP).....	94
3.11 Cálculos e análises estatísticas.....	95
4 Resultados e discussão.....	97
4.1 Disponibilidade e composição bromatológica da morragem.....	97
4.2 Composição bromatológica pela técnica de estimular pastejo.....	99
4.3 Consumo alimentar.....	100
4.4 Desempenho animal.....	100
4.5 Conversão alimentar.....	105
4.6 Análise econômica.....	106
5 Conclusão.....	108
6 Referências bibliográficas.....	109
CAPÍTULO 5 Considerações gerais sobre avaliação de misturas múltiplas, pela degradabilidade, digestibilidade e desempenho de bovinos em pastejo.....	112
1 Considerações gerais sobre avaliação de misturas múltiplas, pela degradabilidade, digestibilidade e desempenho de bovinos em pastejo.....	113
Referências Bibliográficas.....	116
ANEXOS.....	117

LISTA DE TABELAS

2.1	Valores médios para temperatura, precipitação pluviométrica (PP) e umidade relativa do ar (U.R.) durante o período experimental	12
2.2	Composição da mistura mineral.....	13
2.3	Composição dos tratamentos experimentais (em porcentagem).....	14
2.4	Médias da frações solúvel 'a', insolúvel potencialmente degradável 'b', taxa de degradação 'c', fração não degradável (FI), degradabilidade potencial (DP) e degradabilidade efetiva (DE) para a matéria seca (MS) das forragens incubadas no rúmen dos animais, submetidos aos tratamentos experimentais.....	19
2.5	Médias da frações solúvel 'a' e insolúvel potencialmente degradável 'b', taxa de degradação 'c', fração não degradável (FI), degradabilidade potencial (DP) e degradabilidade efetiva (DE) para a proteína bruta (PB) das forragens incubadas no rúmen dos animais, submetidos aos tratamentos experimentais.....	23
2.6	Médias das frações solúvel 'a' e insolúvel potencialmente degradável 'b', taxa de degradação 'c', fração não degradável (FI), degradabilidade potencial (DP) e degradabilidade efetiva (DE) para fibra em detergente neutro (FDN) das forragens incubadas no rúmen dos animais, submetidos aos tratamentos experimentais.....	26
3.1	Valores médios para temperatura, precipitação pluviométrica (PP) e umidade relativa do ar (UR) durante o período experimental	41
3.2	Composição da mistura mineral.....	42
3.3	Composição dos tratamentos experimentais, em porcentagem.....	43
3.4	Tecores médios de cromo em porcentagem (%Cr) e excreção fecal (EF), em kgMS/dia, e coeficientes de variação (CV%).....	50
3.5	Consumo médio de matéria seca da forragem (CMSF), do suplemento (CMSS) e total (CMST) em kg/animal/dia, %PV, gMS/kg PV ^{0,75} e respectivos coeficientes de variação (CV%).....	52
3.6	Consumo médio de proteína bruta da forragem (CPBF), do suplemento (CPBS) e total (CPBT) em kg/animal/dia, %PV, gMS/kg PV ^{0,75} e respectivos coeficientes de variação (CV%).....	54

Tabela

Página

3.7	Consumo médio da fibra em detergente neutro da forragem (CFDNF), do suplemento (CFDNS) e total (CFDNT) em kg/animal/dia, %PV, gMS/kg PV ^{0,75} e respectivos coeficientes de variação (CV%).....	56
3.8	Consumo médio de energia metabolizável (EM) em kcal/kg de MS e kcal/kg PV ^{0,75} e respectivos coeficientes de variação (CV%).....	58
3.9	Valores médios para pH e concentração de nitrogênio amoniacal (mmol/L) no líquido ruminal, em função dos tratamentos e de alguns tempos de coleta.....	59
3.10	Valores médios das concentrações (%molar) dos ácidos graxos voláteis: acético, propiônico e butírico, em função dos tratamentos e tempos de coleta.....	64
3.11	Valores médios da digestibilidade aparente (D) <i>in vivo</i> dos tratamentos.....	66
4.1	Valores médios para temperatura, precipitação pluviométrica (PP) e umidade relativa do ar (UR) durante o período experimental.....	79
4.2	Composição da mistura mineral.....	80
4.3	Composição dos tratamentos experimentais em porcentagem.....	81
4.4	Médias do peso inicial, peso médio final, ganho em peso diário, em kg, desvio padrão da média e coeficientes de variação (CV%) por tratamento.....	93
4.5	Conversão alimentar (CA) e coeficiente de variação (CV%) em função dos tratamentos	96
4.6	Valores médios da produção total de carne (PTC), receita total (RT), despesa total (DT), remuneração do capital investido (RCI), custo por arroba produzida (CAP) e relação receita total:despesa total em função dos tratamentos	97

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
2.1 Curva de degradação da MS da forragem, por tratamento, em função do tempo de incubação.....	21
2.2 Curva de degradação da PB da forragem, por tratamento, em função do tempo de incubação.....	25
2.3 Curvas de degradação de FDN da forragem, por tratamento, em função do tempo de incubação.....	28
3.1 Variação do pH no líquido ruminal, por tratamento, em função do horário de coleta.....	60
3.2 Variação de N-NH ₃ no conteúdo ruminal, por tratamento, em função do horário de coleta.....	62
4.1 Disponibilidade total de matéria seca (DTMS) em cada piquete, ao término do período experimental.....	89
4.2 Composição bromatológica da forragem por piquete, ao término do período experimental.....	90
4.3 Composição bromatológica pela técnica de simulação de pastejo da forragem de cada piquete, ao término do período experimental.....	91
4.4 Peso médio dos animais, expresso em peso metabólico.....	94
4.5 Ganho em peso dos animais durante o período experimental.....	95

LISTA DE ABREVIATURAS

'a'	fração solúvel
'b'	insolúvel potencialmente degradável
'c'	taxa de degradação
FI	fração não degradável
DP	degradabilidade potencial
DE	degradabilidade efetiva
MS	matéria seca
PB	proteína bruta
FDN	fibra em detergente neutro
EF	excreção fecal
kg/animal/dia	quilos por animal dia
%PV	percentagem de peso vivo
PV	peso vivo
gMS/kg PV ^{0,75}	gramas de matéria seca por unidade de tamanho metabólico
gPB/kg PV ^{0,75}	gramas de proteína bruta por unidade de tamanho metabólico
gFDN/kg PV ^{0,75}	gramas de fibra em detergente neutro por unidade de tamanho metabólico
gEM/kg PV ^{0,75}	gramas de energia metabolizável por unidade de tamanho metabólico
EM	energia metabolizável
D	digestibilidade aparente
PTC	produção total de carne
RT	receita total

DT	despesa total
RCI	remuneração do capital investido
CAP	custo por arroba produzida

RESUMO

OLIVEIRA, Euclides Reuter de. *Avaliação de misturas múltiplas pela degradabilidade, digestibilidade e desempenho de bovinos em pastejo*. 2002. 126p. Tese (Doutorado em Nutrição de Ruminantes)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.*

O experimento foi realizado nas dependências da Escola Agrotécnica Federal de Cuiabá, MT, entre julho e novembro de 2001, com objetivo de estudar o efeito do uso de diferentes misturas múltiplas sobre a degradabilidade ruminal, digestibilidade *in vivo* e desempenho de bovinos em pastejo. Foram utilizados sessenta novilhos de corte castrados, com idade e peso médio de dezoito meses e 269 kg, respectivamente. Foram utilizados 48 animais para ensaio de desempenho e doze animais fistulados no rúmen. A obtenção da forragem utilizou a técnica de simulação de pastejo. Para determinar a degradabilidade da forragem, realizou-se a incubação nos tempos 0, 3, 6, 12, 24, 36, 48, 72 e 96 horas. A digestibilidade foi avaliada com o uso do óxido crômico. Ambos os procedimentos realizaram-se em três períodos de 28 dias. Para verificação do consumo de forragem, os animais recebiam óxido crômico para determinar a excreção fecal e a forragem e as fezes foram incubadas durante 144 horas (MSI). Procedeu-se o manejo de diferimento das pastagens e os animais foram pesados a cada quatorze dias e rotacionados nos piquetes. Os tratamentos foram: T0- pastagem sem minerais; T1- pastagem com sal mineralizado; T2- pastagem com sal mineralizado + uréia; T3- pastagem com sal mineralizado + uréia + milho; T4- pastagem com sal mineralizado + uréia + farelo de soja e T5- pastagem com sal mineralizado + uréia + milho + farelo de soja. As taxas de degradação da PB e de FDN, a concentração de cromo nas fezes, excreção fecal, concentração de amônia e concentrações dos ácidos graxos voláteis não foram influenciadas pelos tratamentos. A degradabilidade efetiva da MS, consumo diário total de MS, PB, FDN, energia metabolizável, pH ruminal, digestibilidade, ganho médio final, peso diário e a variável CA diferiram entre os tratamentos. A suplementação de bovinos contendo minerais, uréia, milho e farelo de soja, mostrou ser eficiente na degradabilidade efetiva da matéria seca, aumentando o consumo total de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, com resposta na digestibilidade aparente e nos ganhos de peso. No entanto, não alterou o ambiente ruminal a ponto de modificar os padrões da fermentação. Mostrou-se, ainda, ser uma técnica economicamente viável para o tratamento com uréia e de grande potencial aos demais tratamentos, dependendo da relação entre o preço dos insumos e o da arroba de carne.

* Comitê Orientador: Paulo César de Aguiar Paiva – UFLA (Orientador), Juan Ramón Olalquiaga Pérez – UFLA, Joel Augusto Muniz – UFLA, Vera Lúcia Banys – UNIFENAS, Roberto Maciel Cardoso – UFV.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Euclides Reuter de. Evaluation of multiple mixtures by degradability, digestibility and performance of cattle on grazing. 2002. 126p. Thesis (Doctorate in Ruminant Nutrition)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

The experiment was carried out at Escola Agrotécnica Federal de Cuiabá, from July to November of 2001, with the objective to verify the effect of the use of different multiple mixtures on rumen degradability, in vivo digestibility and performance of grazing cattle. Sixty beef steers of average and age of 18 months and 269 kg, respectively. 48 animals for performance trial and twelve rumen-fistulated animals were utilized. To obtain forage sample, the grazing – simulation technique. Was used and, to determine forage degradability the incubation times of 0, 3, 6, 12, 24, 36, 48, 72 and 96 hours was performed. Digestibility was evaluated by the use of chromium oxide. Both the procedures were accomplished in three periods of 28 days. To determine forage intake, the fistulated animals were fed chromium oxide to determine fecal excretion and the forage and feces were incubated for 144 hours to quantify the Indigestible Dry Matter (IDM). The management of deferment of the pastures and the animals were weighted every fourteen days and rotated in the paddocks. The treatments were: (TO)- pasture without minerals; T1 – Pasture with mineralized salt; T2- pasture with mineralized salt + urea; T3 – pasture with mineralized salt + urea + corn; T4 – pasture with mineralized salt + urea + soybean meal and T5 – pasture with mineralized salt + urea + corn + soybean meal. The degradation rates of CP and NDF, the concentration of chromium in the feces, fecal excretion, ammonium excretion and concentrations of volatile fatty acids were not influenced by the treatments. The effective degradability of DM, total DM, CP, NDP, ME daily intakes, ruminal pH, digestibility, average daily gain, final weight and the variable feed conversion showed difference among treatments ($P < 0.05$). The supplements containing minerals, urea, corn and soybean meal proved to be efficient in the effective degradability of dry matter, increasing the total DM, crude protein, neutral detergent fiber intake with effect on apparent digestibility and weight gains. Nevertheless, the rumen environment did not alter the fermentation patterns. It was, still, shown to be an economical and feasible technique for the treatment with urea and of a great potential to the others, depending on the ratio between price of inputs and kg of meat.

* Guidance Committee: Paulo César de Aguiar Paiva – UFLA (Supervisor), Juan Ramón Olalquiaga Pérez – UFLA, Joel Augusto Múñiz – UFLA, Vera Lúcia Banys – UNIFENAS, Roberto Maciel Cardoso – UFV.

**CAPÍTULO 1 Avaliação de misturas múltiplas pela degradabilidade,
digestibilidade e desempenho de bovinos em pastejo**

1 INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil possui o maior rebanho comercial do mundo, com um efetivo de 174,396 milhões de cabeças, ocupando a segunda posição na produção de carne, com 7,322 milhões de toneladas (ANUALPEC, 2002). A produção de bovinos de corte está fundamentada, principalmente, na utilização de pastagens.

A disponibilidade e a qualidade das pastagens são influenciadas pela espécie, cultivar, propriedades químicas e físicas do solo, condições climáticas, idade fisiológica e pelo manejo a que é submetida.

A máxima eficiência de utilização das pastagens só poderá ser alcançada pelo entendimento desses fatores. Existem várias formas disponíveis para se obter a maximização na produção forrageira, dentre as quais a adubação da pastagem e o uso de suplementação alimentar no pasto.

O valor nutricional e a qualidade das pastagens são determinados por complexa interação entre os nutrientes ingeridos e a ação dos microrganismos do trato digestivo nos processos de degradação e digestão. E o objetivo final das avaliações é predizer as respostas produtivas, reduzir custos e permitir estratégias de manejo alimentar que resultem no incremento da produção.

A presente pesquisa foi conduzida com o objetivo de estudar a degradabilidade ruminal, digestibilidade *in vivo* e desempenho de novilhos de corte em pastejo suplementados com diferentes misturas múltiplas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O manejo da pastagem deve suprir as exigências nutricionais dos animais, apesar das flutuações estacionais e anuais na produção de forragem. Uma das estratégias para corrigir a defasagem de forragem no período seco é o diferimento do pasto, que consiste em vedar determinadas áreas à entrada de animais na estação chuvosa, permitindo acumular forragem para a utilização na estação seca (Costa et al., 1993). À medida que aumenta a disponibilidade de forragem por animal, permite-se o pastejo seletivo, fazendo com que a qualidade da forragem ingerida seja superior àquela da forragem anteriormente disponível (Silva, 1993). Dessa forma, o bovino não sofre restrição alimentar, pasteja seletivamente e consegue máxima ingestão de forragem, uma vez que o consumo é influenciado pela oferta - disponibilidade - e pela qualidade da forragem (Gomide, 1993).

Um dos métodos para avaliar a qualidade das pastagens é o uso da técnica de degradabilidade *in situ*, que consiste na utilização da metodologia de Nocek (1985) e Nocek (1988). Os nutrientes podem ser classificados quanto à disponibilidade ruminal em, pelo menos, três frações: a) solúvel, b) degradável e c) não degradável. A técnica *in situ* visa quantificar essas frações e determinar a taxa de degradação da fração 'b' (Van Soest, 1994).

A técnica tem facilidades e rapidez em estimar a degradação dos substratos, permitindo acompanhar a degradabilidade ao longo do tempo (Mehrez & Orskov, 1977). Orskov (1988) sugere que fenos, palhas e outros materiais fibrosos requerem tempos de incubação mais longos (72 a 96 h), enquanto que os alimentos suculentos podem ser trabalhados a intervalo de incubação menores, 36 a 48 horas.

Outro método de avaliação da pastagem é a digestibilidade *in vivo*, que é influenciada por efeitos associativos, nível de consumo, taxa de passagem e as interações desses fatores (Cochran et al., 1986). Porém, na pesquisa em nutrição de ruminantes em condições de pastejo, a sua determinação apresenta sérias dificuldades.

Como artifícios indiretos na determinação da digestibilidade, a medição do consumo de animais em pastejo pode ser feita com a utilização de indicadores externos, como o óxido crômico (Lima et al., 1980). Como a composição e a digestibilidade são características inerentes ao alimento (Silva e Leão, 1979), o consumo e sua intensidade assumem particular importância nos sistemas de produção animal.

O fornecimento de proteína e energia suplementar em dietas de baixa a média qualidade aumenta a atividade microbiana, a taxa de fermentação e a taxa de passagem da digesta através do trato digestivo. Desse modo, aumentam o consumo voluntário e a digestibilidade da forragem, além da produção de ácidos graxos voláteis, pela digestão da fração fibrosa, incrementando energia para a dieta do animal em pastejo (Paulino, 2001).

A suplementação animal com misturas múltiplas tem como objetivo estimular o consumo e a digestão da forragem madura e permitir que os animais e os microrganismos do rúmen satisfaçam às suas exigências. Estes suplementos são elaborados com fontes de natureza diversas, tais como nitrogênio solúvel na forma de uréia, minerais, fontes verdadeiras de proteína e energia, vitaminas e outros componentes (Paulino, 1999). O consumo de energia e proteína deve ser balanceado para maximizar a fermentação e o crescimento microbiano segundo Noller et al. (1997) e Cardoso (1996).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANUÁRIO DA PECUÁRIA BRASILEIRA. São Paulo: Argos Comunicação, 2002. 400p.

CARDOSO, E.G. Suplementação de bovinos de corte em pastejo (semiconfinamento). In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL, 9.,1996, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1996. p. 97-120.

COCHRAN, R.C. et al. Predicting digestibility of different diets with internal markers: evaluation of four potential markers. *Journal Animal Science*, Champaign, v.63, n.5, p.1476-1483, Nov. 1986.

COSTA, N.; OLIVEIRA, J.R.C.; PAULINO, V.T. Efeito de diferimento sobre o rendimento de forragem e composição química de *Brachiária decumbens* cv. Marandu em Rondônia. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.22, n.3, p.495-510, maio/jun. 1993.

GOMIDE, J.A. Produção de leite em regime de pasto. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.22, n.4, p.591-613, jul./ago. 1993.

LIMA, M.A. et al. O uso do óxido crômico para estimar a excreção fecal de novilhos zebus em pastejo. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.9, n.2, p.188-202, jan./fev. 1980.

MEHREZ, A.Z.; ORSKOV, E.R. A study of the artificial fiber bag technique for determination the digestibility of feeds in the rumen. *Journal of Agricultural Science*, Cambridge, v.88, n.1, p.645, Mar. 1977.

NOCEK, J.E. Evaluation of specific variables affecting in situ estimates of ruminal dry matter and protein digestion. *Journal Animal Science*, Champaign, v.60, n.5, p.1347-1358, May 1985.

NOCEK, J.E. In situ and others methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: A review. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.71, n.8, p.2051-2059, Aug. 1988.

NOLLER, C.H.; NASCIMENTO Jr., D.; QUEIROZ, D.S. Exigências nutricionais de animais em pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 13., 1997, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1997. p.151-184.

ORSKOV, E.R. Nutrición proteica de los ruminants. Zaragoza: Acribia, 1988. 178p.

PAULINO, M.F. Misturas múltiplas na nutrição de bovinos de corte a pasto. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE, 1999, Goiânia. Anais... Goiânia: UFG, 1999. p.95-104.

PAULINO, M.F. Suplementação energética e protéica de bovinos de corte em pastejo. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 3., 2001, Goiânia. Anais...Goiânia: UFG, 2001, p.121-154.

SILVA, J.F.C; LEÃO, M.I. Fundamentos da nutrição dos ruminantes. Piracicaba: Livroceres, 1979. 384p.

SILVA, S.C. Manejo de plantas forrageiras dos gêneros Brachiaria, Cynodon e Setaria. In: VOLUMOSOS PARA BOVINOS, 1993, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1993. p.29-57.

VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminants. 2. ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476p.

CAPÍTULO 2 Degradabilidade *in situ* da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro, de diferentes gramíneas, em novilhos suplementados com misturas múltiplas.

RESUMO

OLIVEIRA, Euclides Reuter de. Degradabilidade *in situ* da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro, de diferentes gramíneas, em novilhos suplementados com misturas múltiplas. In: _____. **Avaliação de misturas múltiplas pela degradabilidade, digestibilidade e desempenho de bovinos em pastejo**. 2002. p.07-37. Tese (Doutorado em Nutrição de Ruminantes)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.*

O experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes suplementos minerais sobre a degradabilidade da MS, da PB e da FDN, em bovinos a pasto, nas dependências da Escola Agrotécnica Federal de Cuiabá, MT, entre julho e novembro de 2001 e dividido em três períodos, com intervalos de 28 dias. Foram utilizados doze novilhos de corte castrados, com idade e peso médio de dezoito meses e 240 kg, respectivamente, com raças e graus de sangue diversos, fistulados no rúmen. Pelo manejo diferido da pastagem, dividiu-se a área em seis piquetes, providos de comedouro coberto e bebedouro. Utilizou-se o pastejo rotacionado com quatorze dias de ocupação, e a taxa de lotação de 1 animal/ha. Os tratamentos foram: T0- pastagem sem minerais (Testemunha); T1- pastagem com sal mineralizado; T2- pastagem com sal mineralizado + uréia; T3- pastagem com sal mineralizado + uréia + milho; T4- pastagem com sal mineralizado + uréia + farelo de soja e T5- pastagem com sal mineralizado + uréia + milho + farelo de soja. A forragem foi obtida pela técnica de simulação de pastejo, homogeneizada e retirada uma amostra composta seca em estufa com para moagem. A forragem utilizada no ensaio de degradabilidade apresentou média de 8,4% PB e 77,2% FDN, em base de MS e foi incubada *in natura* com 37,2% MS. A degradabilidade ruminal foi utilizada a técnica do saco de náilon. As amostras de forragem foram colocadas nos sacos, obedecendo-se a relação de 20 mgMS/cm² de superfície, incubados no rúmen durante 0, 3, 6, 12, 24, 36, 48, 72 e 96 horas. A degradabilidade potencial e efetiva e a fração não degradável da MS, PB e FDN foram analisadas utilizando-se o delineamento em blocos ao acaso, com seis tratamentos e seis repetições pelo teste de Scott Knott. Os blocos foram organizados considerando cada animal fistulado. Os resultados obtidos mostraram que, para a degradabilidade efetiva da MS, houve diferença ($P < 0,07$) entre os tratamentos e as taxas de degradação da PB e FDN da forragem não houve influências ($P > 0,05$) dos tratamentos. O fornecimento de fonte nitrogenada e/ou energética mostrou ser eficiente na degradabilidade efetiva da MS, em média, 6,8% maior do que os outros sem essas fontes.

* Comitê Orientador: Paulo César de Aguiar Paiva – UFLA (Orientador), Juan Ramón Olalquiaga Pérez – UFLA, Joel Augusto Mumiz – UFLA, Vera Lúcia Banys – UNIFENAS, Roberto Maciel Cardoso – UFV.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Euclides Reuter de. In situ degradability of dry matter, crude protein and neutral detergent fiber of different grasses in steers supplemented with multiple mixtures. In: _____. **Evaluation of multiple mixtures by degradability, digestibility and performance of cattle on grazing.** 2002. p.07-37. Thesis (Doctorate in Ruminant Nutrition)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

The experiment was conducted with the purpose of evaluating the effect of different mineral supplements on the degradability of dry matter, crude protein and neutral detergent fiber in cattle on pasture, at Escola Agrotecnica Federal de Cuiabá – MT, from July to November, 2001. It was utilized 12 steers. Twelve steers aged 18 months and average weight of 240 kilograms, from several breedings and rumen fistulated, were utilized. From the differing management of the pasture, the area was divided into six paddocks, provided with covered drinker and feeder. The rotated grazing with 14 days occupation and the stocking rate of 1 animal/ha was utilized. The treatments were: T0 – pasture without minerals (control); T1 – pasture with mineralized salt; T2 – Pasture with mineralized salt plus urea; T3 – Pasture with mineralized salt plus urea plus corn; T4- pasture with mineralized salt plus urea plus soybean meal. The sample of forage was obtained by the technique of simulated grazing and homogenized. The forage used in the degradability trial showed a mean of 8.4% of CP and 77.2% of NDF on the DM basis and was incubated *in natura* with 37.2% DM. The in situ ruminal degradability was obtained with the nylon bag technique. Each nylon bag contained 20mg DM/cm² of surface and incubated in rumen for 0, 3, 6, 12, 24, 36, 48, 72 and 96 horas. The potential and effective degradability and the undegradable fraction of DM, CP and NDF were analyzed utilizing the Randomized Block Design with six treatments and six replicates and means compared by the Scott Knott test. The blocks were arranged by considering each fistulated animal. The results obtained showed that, for the effective degradability of DM, there was difference ($P < 0.07$) among the treatments and the degradability rates of CP and NDF of the forage were not influenced ($P > 0.05$) by the treatments. Feeding nitrogen and/or energy source in supplement provided efficient and effective degradability of DM, on average, 6.8% bigger than the others without these sources.

* Guidance Committee: Paulo César de Aguiar Paiva – UFLA (Adviser), Juan Ramón Olalquiaga Pérez – UFLA, Joel Augusto Muniz – UFLA, Vera Lúcia Banys – UNIFENAS, Roberto Maciel Cardoso – UFV.

1 INTRODUÇÃO

Os sistemas de produção de bovinos no Brasil são baseados na exploração de pastagem, considerada a principal e mais econômica fonte de nutrientes.

A avaliação do desempenho animal sob dietas à base de volumosos tem contribuído na definição de estratégias de alimentação, com a finalidade de otimizar a rentabilidade da produção. As gramíneas tropicais apresentam limitações quanto ao aspecto qualitativo, devido ao ritmo de crescimento, que provoca significativa redução no conteúdo celular e expressivo aumento na parede celular, com reflexos na disponibilidade e teores de proteína e energia necessários ao desempenho animal.

Quando as forrageiras não são suficientes ou não contêm nutrientes essenciais, em proporções adequadas, de modo a atender às exigências dos microrganismos do rúmen e dos animais, a suplementação de natureza múltipla, envolvendo a associação de fontes de nitrogênio solúvel, com minerais e fontes verdadeiras de proteína e energia, passa a ser opção recomendável, favorecendo o aumento do consumo de matéria seca, o crescimento e a produção animal (Euclides et al., 2001).

A técnica de degradabilidade *in situ* é utilizada para determinar a quantidade de nutrientes degradados no rúmen pelos microrganismos e gerar dados para as tabelas de alimentos.

Objetivou-se avaliar o efeito de diferentes suplementos minerais sobre a degradabilidade da matéria seca, da proteína bruta e da fibra em detergente neutro, de bovinos em pastejo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Um dos métodos para avaliar as pastagens é o uso da técnica da degradabilidade *in situ*, que consiste na utilização da metodologia de Nocek (1985) e Nocek (1988). O autor sugere o uso de náilon com porosidade entre 40 a 60 μ , tamanho da partícula de 5 mm para volumosos, relação do peso da amostra por área de superfície do saco de 10 a 20 mg/cm², introdução dos sacos na posição ventral do rúmen, em diferentes horários e retirada simultânea para diminuir o erro experimental.

Os nutrientes podem ser classificados quanto à disponibilidade ruminal em, pelo menos, três frações: a) solúvel, b) degradável e c) não degradável. A técnica *in situ* visa quantificar essas frações e determinar a taxa de degradação da fração 'b' (Van Soest, 1994).

A técnica tem facilidades e rapidez em estimar a degradação dos substratos, permitindo acompanhar a degradabilidade ao longo do tempo (Mehrez & Orskov, 1977). Orskov (1988) sugere que fenos, palhas e outros materiais fibrosos requerem tempos de incubação mais longos (72 a 96 h), enquanto que alimentos menos fibrosos a intervalo de incubação são menores, 36 a 48 horas.

O manejo de pastagem deve suprir as exigências nutricionais dos animais, apesar das flutuações estacionais e anuais na produção de forragem. Existem várias alternativas de sistemas de manejo para obter melhor distribuição de alimento durante o ano, sendo o diferimento de pasto uma opção para a época seca. Do mesmo modo, a avaliação e o monitoramento da qualidade de forragem disponível são necessários em qualquer sistema de uso de forragem em pastejo, para que este seja complementado e/ou suplementado quando necessário (Paulino, 2000).

A suplementação animal com misturas múltiplas tem como objetivo estimular o consumo e a digestão da forragem madura, e permitir que os animais e os microrganismos do rúmen satisfaçam às suas exigências. Estes suplementos são elaborados com fontes de natureza diversas, tais como nitrogênio solúvel na forma de uréia, minerais, fontes verdadeiras de proteína e energia, vitaminas e outros componentes (Paulino, 1999). O consumo de energia e proteína deve ser balanceado para maximizar a fermentação e crescimento microbiano (Noller et al., 1997 e Cardoso, 1996).

Cerca de 75% do carboidrato digerido pelos ruminantes (Noller et al., 1997) é fermentada pelos microrganismos no rúmen, que suprem cerca de 50% da proteína necessária ao ruminante. Em condições de pastejo deve-se, de acordo com Noller et al. (1997), atender às necessidades microbianas de nitrogênio, para a adequada fermentação dos carboidratos da forragem.

A quantidade mínima de nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$) no líquido ruminal para obter a máxima degradação de forragens tropicais de baixa qualidade, segundo Leng (1990), é 10mg de amônia/100ml de fluido ruminal. Este valor pode ser considerado limitante à degradação de volumosos de baixa qualidade, sendo necessários cerca de 20mg de amônia/100ml de líquido ruminal, para que não haja influência negativa sobre o consumo.

As fontes de energia suplementar são variadas e incluem grãos, açúcar na forma de melaço e forragens de alta qualidade. A suplementação energética pode não afetar ou reduzir o consumo e a digestibilidade da forragem, dependendo da quantidade de suplemento consumido (Paterson et al., 1994). A redução no consumo de forragem, associada à suplementação energética, tem sido atribuída à modificação do ambiente ruminal provocada pelo amido (Canton & Dhuyvetter, 1997). Matejvosky & Sanson (1995) afirmam que a suplementação com milho em níveis menores do que 0,25% PV não resultou em efeitos adversos sobre a utilização da forragem madura.

A suplementação da dieta para ruminantes com misturas de natureza múltipla e de baixo consumo, contendo minerais, uréia, milho e farelo de soja, não alterou o ambiente ruminal a ponto de modificar os padrões da fermentação (Orsine, 2001).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local, animais e pastagem

O experimento foi realizado nas dependências da Escola Agrotécnica Federal de Cuiabá, MT, entre julho e novembro de 2001.

A altitude local é 650 metros, localizando-se a 15°50' de latitude sul e 55°34' a oeste de Greenwich. A precipitação média anual é de 1860 mm, caracterizando clima tipo transição "Cwa", subtropical a temperado, com temperatura média anual de 22°C. O solo é do tipo latossólico, com predomínio do Latossolo Vermelho Escuro distrófico - epiálico (Brasil, 1992). A classificação climática foi efetuada com base em dados originais da estação meteorológica principal de São Vicente da Serra, inserida no 9º Distrito de Meteorologia do Ministério da Agricultura – INEMET (Área 01).

Os dados meteorológicos encontram-se sumariados na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 Valores médios para temperatura, precipitação pluviométrica (PP) e umidade relativa do ar (UR), durante o período experimental.⁽¹⁾

Períodos	Temperatura (°C)			PP (mm)	UR (%)
	Ar	max.	min.		
21/07 a 31/07	21,60	27,40	16,10	3,40	69,33
01/08 a 31/08	25,37	30,80	18,00	52,20	43,67
01/09 a 30/09	25,28	30,07	19,73	45,20	60,56
01/10 a 31/10	24,73	29,70	20,00	56,00	72,00
01/11 a 10/11	24,17	29,00	19,90	85,60	80,67

⁽¹⁾Fonte Climatológica Principal de São Vicente da Serra, MT.

O experimento foi dividido em três períodos, com intervalos de 28 dias. Os primeiros dez dias de cada período foram destinados à adaptação dos animais aos tratamentos e forragens, e o restante destinado às incubações.

Foram utilizados doze novilhos castrados, com idade média de 18 meses e peso médio de 240 kg, com raças e graus de sangue diversas, fistulados no rúmen, segundo técnicas descritas por Leão & Silva (1980). A área de pastagem foi previamente submetida a pastejo e, posteriormente, vedada e adubada com 10 kg de uréia por hectare, no mês de abril de 2001, visando proporcionar maior oferta de matéria seca. Dividiu-se a área em seis piquetes, providos de comedouro coberto e bebedouro. A pastagem constitui-se de braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf), braquiarão (*Brachiaria brizantha* Hochst. Stapf) e colônia (*Panicum maximum* Jacq), com produtividade média, no término do experimento, de aproximadamente 2.723 kg/ha de MS. Utilizou-se o pastejo rotacionado com quatorze dias de ocupação e a taxa de lotação de 1 animal/ha.

3.2 Tratamentos

Avaliaram-se cinco alternativas de suplementação, comparadas a um grupo denominado testemunha, mantido exclusivamente em regime de pasto. Esses tratamentos foram elaborados com sal comum e mistura mineral, conforme a Tabela 2.2 e acrescidos de milho, uréia e farelo de soja (Tabela 2.3).

TABELA 2.2 Composição da mistura mineral*

Mineral	Níveis de garantia
g/kg	
Cálcio	150
Fósforo	88
Enxofre	30
Magnésio	9,2
mg/kg	
Zinco	5500
Manganês	1500
Cobre	1400
Cobalto	80
Iodo	150
Selênio	30

Fontes de minerais: Fosfato bicálcio, carbonato de cálcio, flor de enxofre, sulfato de zinco, óxido de zinco, sulfato de manganês, sulfato de magnésio, óxido de magnésio, sulfato de cobre, sulfato de cobalto, iodato de cálcio, selenito de sódio

* Indústria Novanis

A composição dos tratamentos encontra-se na Tabela 2.3.

TABELA 2.3 Composição dos tratamentos experimentais, em porcentagem.

Ingredientes	Tratamentos					
	0	1	2	3	4	5
Farelo de soja	0	0	0	0	50,0	15,0
Milho	0	0	0	50,0	0	27,0
Uréia	0	0	10,0	10,0	10,0	10,0
Enxofre	0	0	1,0	1,0	1,0	1,0
Sal comum	0	0	40,4	21,0	21,0	29,0
Mistura mineral	0	0	48,6	18,0	18,0	18,0
Sal mineralizado completo*	0	100	0	0	0	0
Total	0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

* Indústria Novanis – formado por mistura mineral acrescido de sal comum

Os suplementos foram formulados para fornecer mineralização completa, acrescidos de amido oriundo do milho, energia facilmente fermentada no rúmen, nitrogênio não protéico na forma de uréia e ou farelo de soja, como fonte de proteína verdadeira. O tratamento controle (T0) sem suplemento, constituía-se apenas de forragem.

Os tratamentos foram: T0- pastagem sem minerais (Testemunha); T1- pastagem com sal mineralizado; T2- pastagem com sal mineralizado + uréia; T3- pastagem com sal mineralizado + uréia + milho; T4- pastagem com sal mineralizado + uréia + farelo de soja e T5- pastagem com sal mineralizado + uréia + milho + farelo de soja.

3.3 Obtenção da forragem estudada

A forragem foi obtida pela técnica de simulação de pastejo segundo técnicas descritas por Johnson (1978), foram coletadas, no total, cinquenta amostras em cada piquete de 10 hectares. Posteriormente as amostras foram homogêneas e retirada uma amostra composta seca a 65°C em estufa com ventilação forçada, até alcançar peso constante para moagem em moinho com peneira de 5 mm. Armazenaram-se 2,0 kg para o ensaio de degradação *in situ* e 200 g para as análises laboratoriais. As amostras foram analisadas quanto a matéria seca (MS) e proteína bruta (PB), segundo metodologias descritas pelo AOAC (1990) e fibra em detergente neutro (FDN), segundo Van Soest et al. (1991).

A forragem utilizada no ensaio de degradabilidade apresentou média de 8,4% PB e 77,2% FDN, em base de MS e foi incubada *in natura* com 37,2% MS (Tabela 2.4).

Tabela 2.4 Composição bromatológica por período e pastos pela técnica de simulação de pastejo, em percentagem

Períodos/Pastos	1	2	3	4	5	6
FDN (%)						
1	74,85	76,50	76,12	74,96	75,85	74,97
2	75,79	76,16	76,21	75,43	76,64	78,66
3	79,49	80,12	80,26	81,84	74,74	81,90
PB (%)						
1	6,62	7,36	7,89	9,41	7,84	7,75
2	7,43	7,54	7,82	9,33	8,25	7,97
3	8,11	8,95	11,12	9,68	9,65	8,92

3.4 Determinação da degradabilidade *in situ*

Para a determinação da degradabilidade ruminal *in situ*, foi utilizada a técnica do saco de náilon, segundo Mehrez & Orskov (1977), obedecendo-se às recomendações propostas por Nocek (1988). Os sacos foram confeccionados com náilon coreano 120 fios, com dimensões internas de 6,0 × 6,75 cm, com porosidade média de 55 μ , fechados em máquina seladora.

As amostras de forragem foram colocadas nos sacos, obedecendo-se a relação de 20 mgMS/cm² de superfície. Os sacos foram colocados em uma sacola de filó de 15,00 × 30,00 cm, juntamente com 100g de peso de chumbo, amarrada com fio de náilon preso à tampa da cânula, e depositados na porção ventral do rúmen de cada animal nos tempos 0, 3, 6, 12, 24, 36, 48, 72 e 96 horas. Foram confeccionados três sacos/animal/alimento/tempo de incubação, perfazendo um total de 27 sacos por animal.

A seqüência de incubação foi do maior para o menor intervalo de tempo, com a retirada simultânea de todos os sacos. Após esse procedimento, os mesmos foram colocados imediatamente num balde com água gelada, com pedras de gelo, para a paralisação da fermentação. O material foi lavado em água corrente até a água apresentar-se levemente turva, sendo este considerado o ponto ideal. Posteriormente, foram secos em estufa a 65°C por 72 horas e pesados. Os sacos referentes ao tempo zero, utilizados para determinar a fração prontamente solúvel, foram introduzidos na massa ruminal e imediatamente retirados, recebendo o mesmo procedimento destinado aos demais. Os resíduos remanescentes dos sacos foram analisados quanto aos teores de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB), conforme AOAC (1990) e quanto a fibra em detergente neutro (FDN) segundo Van Soest et al. (1991).

Os procedimentos para a determinação da degradabilidade da MS, PB e FDN foram obtidos por diferença de peso encontrada para cada componente

entre as pesagens, antes e após a incubação ruminal e expressos em porcentagem.

3.5 Cálculos e análises estatísticas

O valores das degradabilidade dos nutrientes, MS, PB e FDN foram obtidos pela expressão:

$$D = ((A - B) \times 100)$$

em que D é a degradabilidade da fração analisada; A é a porcentagem inicial do componente na amostra a ser incubada e B a porcentagem final do componente após a incubação da amostra. Os dados obtidos sobre o desaparecimento da MS, PB e FDN nos diferentes tempos de incubação, foram ajustados para a equação proposta por Orskov & McDonald (1979), dada por

$$Y = a + b(1 - e^{-ct})$$

sendo Y a degradabilidade acumulada da fração analisada, após tempo de incubação t; 'a' o intercepto da curva de degradabilidade quando t é igual a 0, que corresponde à fração solúvel em líquido ruminal, da fração analisada; 'b' o potencial de degradabilidade da fração insolúvel em água, da fração analisada e 'c' a taxa de degradação por ação fermentativa da fração 'b'.

As estimativas dos parâmetros 'a', 'b' e 'c' do modelo foram obtidas pelo procedimento não linear, nos diferentes tempos de incubação, considerando-se uma estimativa inicial e procurando minimizar a soma de quadrados dos erros, com uso da regressão não linear pelo método de Gauss-Newton (Neter et al., 1985), com auxílio do sistema para Análises Estatísticas e

Genéticas (SAEG) (Euclides, 1997). Na estimativa dos parâmetros, o processo iterativo foi utilizado até que a melhora no ajuste dos dados fosse desprezível.

A degradabilidade efetiva foi calculada aplicando as constantes à equação proposta por Orskov & McDonald (1979):

$$P = a + \frac{b * c}{c + k}$$

em que 'P' é a degradação ruminal efetiva da fração analisada e 'k', a taxa de passagem ruminal do alimento (5%/hora), segundo estimativa média citada por Orskov & McDonald (1979).

A degradabilidade potencial e efetiva e a fração não degradável da MS, PB e FDN foram analisadas utilizando-se o delineamento em blocos ao acaso, com seis tratamentos e seis repetições pelo teste de Scott Knott, a 5%. Os blocos foram organizados considerando cada animal fistulado.

A análise estatística foi realizada utilizando-se o programa estatístico Sistema de Análise de Variância de Dados Balanceados (SISVAR), de acordo com Ferreira (2000).

O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + b_j + e_{ij}$$

em que:

Y_{ij} = valor da parcela que recebeu o tratamento i no bloco j ;

μ = constante associada a todas observações;

t_i = efeito do tipo de suplementação (i), com $i = 1,2,3,4,5,6$;

b_j = efeito do animal fistulado (j), com $j = 1,2,3,4,5,6$;

e_{ij} = o erro experimental associado a Y_{ij} que por hipótese apresenta distribuição normal de média zero e variância δ^2 .

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Matéria seca

Os valores médios das frações solúvel 'a', insolúvel potencialmente degradável 'b', taxa de degradação 'c', fração não degradável (FI), degradabilidade potencial (DP) e degradabilidade efetiva (DE) da matéria seca das forragens incubadas no rúmen dos animais submetidos aos tratamentos são apresentados na Tabela 2.5.

TABELA 2.5 Valores médios das frações solúvel 'a', insolúvel potencialmente degradável 'b', taxa de degradação 'c', fração não degradável (FI), degradabilidade potencial (DP) e degradabilidade efetiva (DE) para a matéria seca (MS) das forragens incubadas no rúmen dos animais submetidos aos tratamentos.

Tratamentos	a	b	c	FI	DP	DE*
	%		% h		%	
T0	17,62	53,43	0,0296	28,94	71,06	35,12a
T1	17,72	57,35	0,0234	24,93	75,07	35,06a
T2	20,17	52,16	0,0263	27,67	72,33	37,84b
T3	19,27	55,01	0,0257	25,73	74,27	37,05b
T4	18,89	53,68	0,0300	27,43	72,56	38,67b
T5	19,21	54,32	0,0252	26,46	73,55	37,10b
CV (%)	--	--	--	29,15	10,70	6,29

* Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Scott Knott, a 7% de probabilidade.

Somente a degradabilidade efetiva apresentou diferença ($P < 0,07$) entre os tratamentos (Tabela 2.5). A tendência de maiores valores encontrados na fração solúvel dos tratamentos 2, 3, 4 e 5 acompanhou o comportamento dos valores da degradabilidade efetiva, evidenciando a alteração da degradabilidade exercida pelas diferentes fontes protéicas e energética. Os maiores valores da taxa de degradação efetiva obtidos, podem ter sido em função das fontes protéicas e energética propiciarem condições adequadas à atividade microbiana ruminal.

Segundo o NRC (1996), o potencial de crescimento microbiano tende a aumentar com a adição de milho na dieta. Souza (1998) encontrou semelhanças no desaparecimento da forragem quando utilizou o amido do milho e o farelo de soja. O fato do desaparecimento da MS ter sido influenciado pelos tratamentos 3, 4 e 5, pode estar relacionado com a pastagem ingerida de forma constante e, em função do seu valor qualitativo, apresentou quantidades adequadas de proteína degradável em relação ao potencial energético fermentável, propiciando equilíbrio no potencial de crescimento microbiano.

Com relação ao efeito da uréia sobre a degradação da MS - Tratamento 2 - Arocira et al. (1993) encontraram aumento na taxa de degradação da MS à medida que aumentou o nível de uréia de 1,5% para 2,0%. Nesse experimento esse efeito não ocorreu, o que pode ser explicado pelos altos valores da fração solúvel encontrados na forragem, os quais expressam a presença de carboidratos solúveis, características das reservas energéticas das gramíneas (Pupo, 1979). As diferenças encontradas na DE da MS neste experimento podem ser explicadas pelos distintos potenciais de crescimento microbiano sobre carboidratos estruturais e não estruturais, conforme também observado por Smith et al. (1971).

A Figura 2.1 ilustra as diferenças entre as curvas de degradação da MS da forragem, em função do tempo de incubação.

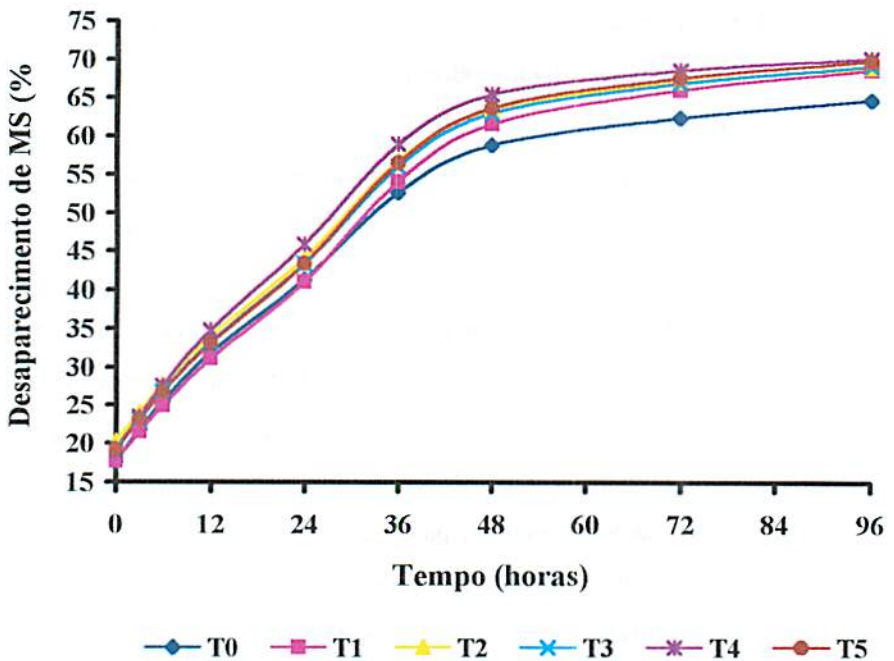


FIGURA 2.1 Curva de degradação da MS da forragem, por tratamento, em função do tempo de incubação.

Com o aumento do tempo de incubação, as porcentagens de desaparecimento da MS da forragem aumentaram linearmente até às 36 horas (Figura 2.1), mantendo o mesmo comportamento em todos os tratamentos. Isso reforça a hipótese de que o valor encontrado para a fração solúvel de 17,6%, para o tratamento sem suplementação, resulta da característica da forragem em estudo apresentar alta solubilidade, o que está de acordo com Orskov (1988). Pelo comportamento da curva de desaparecimento da MS, deduz-se que a natureza dos tratamentos, após às 36 horas, promoveu ambientes ruminais

diferenciados, que refletiram na capacidade de desaparecimento da MS da forragem.

Os resultados obtidos nesse experimento são compatíveis aos relatados por Orsine (2001), que encontrou, até as 12 horas de incubação, valores baixos de degradabilidade, independente dos suplementos ministrados. No entanto, a partir das 24 horas de incubação, as porcentagens de desaparecimento da MS duplicaram e às 96 horas de incubação pode-se ter uma expressão definida do potencial de desaparecimento da MS dos fenos incubados. Rosa (1996), ao estudar feno de *Brachiaria decumbens*, observou porcentagens de desaparecimento da MS de 21,8%; 42,9% e 66,2%, respectivamente, para 6, 24 e 96 horas de incubação, com animais suplementados com farelo de soja, milho e mistura de fenos amonizados, à semelhança os valores obtidos nesse experimento.

O tempo de 96 horas de incubação foi importante na avaliação da taxa de desaparecimento da forragem, concordando com Salman (1999). Esse autor recomenda este período para a observação da percentagem de desaparecimento de volumosos, independente do substrato incubado. Torna-se possível dessa forma, detectar diferenças exercidas pelos tratamentos no comportamento das curvas.

4.2 Proteína bruta

Os valores médios das frações solúvel 'a' e insolúvel potencialmente degradável 'b', taxa de degradação 'c', fração não degradável (FI), degradabilidade potencial (DP) e degradabilidade efetiva (DE) da proteína bruta das forragens incubadas no rúmen dos animais submetidos aos tratamentos experimentais são apresentados na Tabela 2.6.

TABELA 2.6 Valores médios das frações solúvel 'a' e insolúvel potencialmente degradável 'b', taxa de degradação 'c', fração não degradável (FI), degradabilidade potencial (DP) e degradabilidade efetiva (DE) para a proteína bruta (PB) das forragens incubadas no rúmen dos animais, submetidos aos tratamentos experimentais.

Tratamentos	a	b	c	FI	DP	DE
	%	%	% h		%	
T0	46,62	45,04	0,0113	8,34	91,66	52,65
T1	44,72	30,54	0,0257	24,73	75,26	54,59
T2	39,76	39,36	0,0243	20,87	79,12	50,21
T3	30,51	47,50	0,0313	21,98	78,02	44,93
T4	34,74	54,63	0,0151	10,62	89,37	46,24
T5	35,68	46,85	0,0244	17,47	82,53	47,26
CV (%)	--	--	--	69,63	14,60	14,87

As taxas de degradação da PB da forragem não foram influenciadas pelos tratamentos (Tabela 2.6).

Verificou-se que a fração solúvel da PB dos tratamentos com e sem suplementação mineralizada, foi reflexo da fonte protéica da forragem. Essa fonte protéica apresentou alta degradabilidade ruminal, refletindo essa característica nos valores encontrados na DE. Pinto et al. (1998) encontraram valor de 13,3% de fração solúvel da PB do capim Tanzânia, valor este, menor do que o encontrado neste estudo de 38,7% na média geral. Entretanto, esses autores observaram valores de DE de 56,1%, próximos aos do presente trabalho. Os tratamentos com e sem suplementação mineralizada apresentaram valores médios de 16,5% para a fração não degradável. Pereira et al. (2000) observaram que a fração de proteína bruta não degradável representa, aproximadamente, 76% do valor da proteína associada à FDN, indicando que esta é praticamente indegradável. O baixo valor encontrado para o resíduo não degradável mostra que boa parte da matéria nitrogenada contida na fibra foi degradável. Dessa forma, os valores relativamente altos encontrados para a degradabilidade efetiva podem estar relacionados ao seu conteúdo em carboidratos solúveis e à baixa proporção de nitrogênio ligado ao resíduo insolúvel em detergente ácido.

As semelhanças no desaparecimento da PB sobre o efeito de cada um dos tratamentos evidencia que a solubilidade das fontes protéicas dos suplementos não exerceram influência sobre o desaparecimento da PB oriunda da forragem (Tabela 2.6).

Quanto ao elevado coeficiente de variação encontrado na fração não degradável (FI), ele pode estar relacionado à contaminação bacteriana.

A Figura 2.2 ilustra as diferenças entre as curvas de degradação da PB da forragem, em função do tempo de incubação.

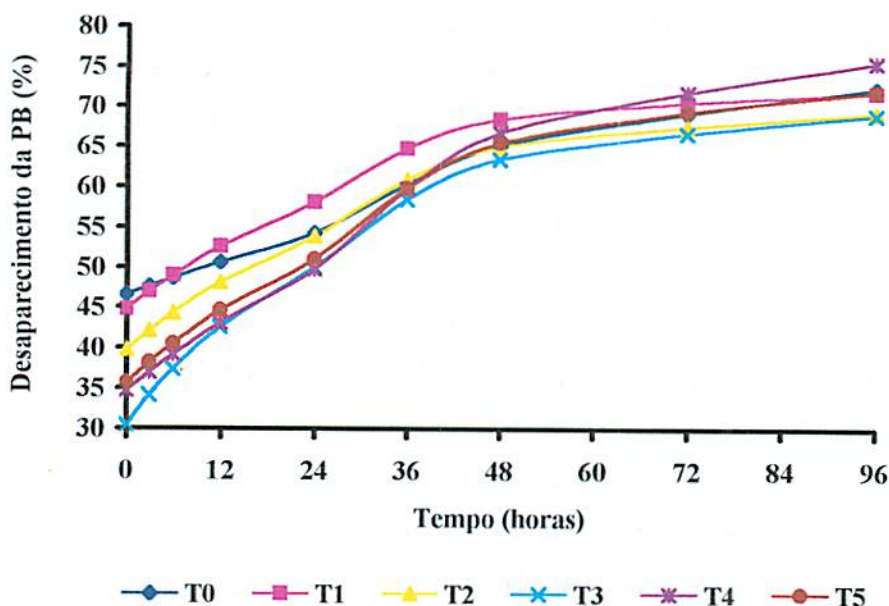


FIGURA 2.2 Curvas de degradação da PB da forragem, por tratamento, em função do tempo de incubação.

Pelas curvas de desaparecimento da PB (Figura 2.2) nota-se a mesma tendência observada para a MS, com valores elevados nos primeiros tempos de incubação, em que a fração solúvel 'a', aumentou linearmente com o tempo de incubação até 36 horas. Atribui-se este resultado à semelhança da fração protéica solúvel encontrada em todos os tratamentos. Após esse tempo, existe um efeito microbiano moderado sobre o nitrogênio ligado a fibra, tornando-o lentamente disponível, pois em forragens tropicais Van Soest (1994) ocorre maior mobilização de nitrogênio das proteínas solúveis para as formas insolúveis, geralmente associadas à parede celular vegetal.

4.3 Fibra em detergente neutro

Os valores médios das frações solúvel 'a' e insolúvel potencialmente degradável 'b', taxa de degradação 'c', fração não degradável (FI), degradabilidade potencial (DP) e degradabilidade efetiva (DE) da fibra em detergente neutro, das forragens incubadas no rúmen dos animais submetidos aos tratamentos experimentais são apresentados na Tabela 2.7.

TABELA 2.7 Valores médios das frações solúvel 'a' e insolúvel potencialmente degradável 'b', taxa de degradação 'c', fração não degradável (FI), degradabilidade potencial (DP) e degradabilidade efetiva (DE) para a fibra em detergente neutro (FDN) das forragens incubadas no rúmen dos animais submetidos aos tratamentos experimentais.

Tratamentos	a	b	c	FI	DP	DE
	%		% h		%	
T0	19,91	51,97	0,0315	28,11	71,88	38,16
T1	19,94	53,98	0,0300	26,07	73,92	40,13
T2	22,52	51,46	0,0291	26,01	73,99	41,20
T3	21,70	50,59	0,0291	27,71	72,29	40,19
T4	21,44	53,09	0,0326	25,47	74,53	42,15
T5	21,17	54,93	0,0269	23,89	76,10	40,01
CV (%)	—	—	—	20,69	7,35	6,23

Quanto ao desaparecimento da fibra em detergente neutro (FDN), observa-se que não houve efeito significativo ($P>0,05$) entre os tratamentos, para as variáveis analisadas.

As frações 'a', 'b' e 'c', assim como a fibra não degradável, degradabilidade potencial e efetiva da fibra em detergente neutro da forragem sob ação dos respectivos tratamentos, mostraram a mesma tendência observada para a PB. Essa observação permite inferir a existência de interação entre fibra e proteína. Bach et al. (1999), estudaram suplementos com grãos em animais sob pastejo. Observaram que o teor de FDN mais alto da dieta com polpa de beterraba, em relação à dieta com milho moído, forçou as bactérias ruminais a dependerem mais dos carboidratos estruturais do que dos carboidratos não fibrosos. Conseqüentemente, ocorreu aumento das exigências de N amoniacal da população bacteriana. Para Morenz et al. (2001), o maior teor protéico e menor teor de FDN nas gramíneas tenras favorecem as taxas de degradação.

Para os tratamentos com suplemento mineralizados com fontes protéicas e ou energética, as quantidades presentes nos tratamentos e ingeridos pelos animais não foram suficientes para interferirem na redução da degradação da FDN no rúmen. Yu et al. (1998) observaram que o elevado teor de amido acentua o efeito inibidor na digestão da fibra. Sua fermentação rápida estimula certas cepas de bactérias, inibindo a hidrólise da fibra, o que não aconteceu nesse experimento.

O valor médio da fração 'b' da FDN, de 52,6%, foi semelhante ao encontrado por Salman (1999) de 54,5%, ao avaliar a degradabilidade do capim pela simulação de pastejo. Contudo, foi menor do que o observado por Pinto et al. (1998), de 78,9%, para o capim Tanzânia moído.

A Figura 2.3 ilustra as diferenças entre as curvas de degradação da FDN da forragem, em função do tempo de incubação.

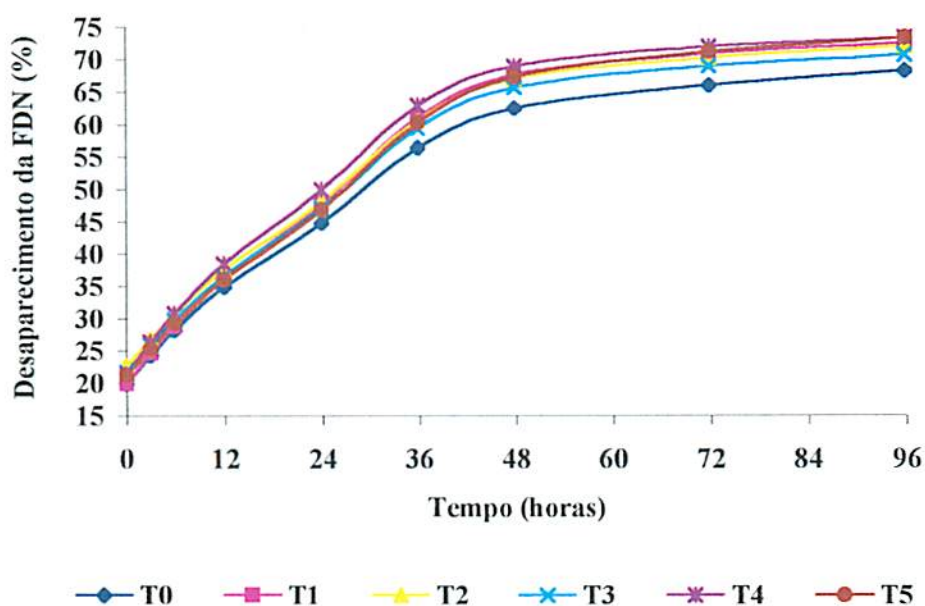


FIGURA 2.3 Curvas de degradação de FDN da forragem, por tratamentos, em função do tempo de incubação.

A degradabilidade da fibra em detergente neutro dos tratamentos apresentou valores semelhantes (Tabela 2.6), observando-se atuação mais efetiva das bactérias ruminais até as 36 horas de incubação (Figura 2.3). Após este período, os valores de degradabilidade estimados, para o tratamento sem suplementação mineralizada, mantiveram-se quase constante até as 96 horas, enquanto os demais tratamentos se comportaram com pequenas elevações na curva. Estas diferenças de comportamento expressas no tempo, na degradação da parede celular, poderiam ser explicadas em virtude dos carboidratos estruturais, que são degradados em menores velocidades, em razão de sua

conformação estrutural (Smith et al., 1971) e à ação dos ingredientes, oriundos dos suplementos, favorecendo a população microbiana no rúmen, responsável pela degradação.

No entanto, o comportamento da degradabilidade sobre os nutrientes analisados pode ter sido influenciado por chuvas periódicas e anormais na região, durante o período experimental.



5 CONCLUSÃO

O fornecimento de fonte nitrogenada e/ou energética mostrou ser eficiente na degradabilidade efetiva da MS, em média, 6,8%.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AROEIRA, L.J.M. et al. Degradabilidade in situ dos nutrientes da cana-de-açúcar e do farelo de algodão em bovinos alimentados com farelo de algodão e cana-de-açúcar adicionada de três níveis de uréia. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v.45, n.2, p.221-223, abr. 1993.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST. *Official Methods of the Association of Official Analytical Chemist*. 15.ed. Washington: 1990, 684p. v.1.
- BACH, A. et al. Effects of type of carbohydrate supplementation to lush pasture on microbial fermentation in continuous culture. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.82, n.1, p.153-160, Jan. 1999.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária Departamento Nacional de Meteorologia. *Normas climatológicas (1961-1990)*. Brasília, 1992. 84p.
- CANTON, J.S.; DHUYVETTER, D.V. Influence of energy supplementation on grazing ruminants requirements and responses. *Journal Animal Science*, Champaign, v.75, n.2, p.533-542, Feb. 1997.
- CARDOSO, E.G. Suplementação de bovinos de corte em pastejo (semiconfinamento). In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL, 9., 1996, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: FEALQ, 1996. p. 97-120.
- EUCLYDES, R.F. *Manual de utilização do programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas)*. Viçosa: UFV, 1997. 150p.
- EUCLIDES, V.P.B. et al. Desempenho de novilhos F1 Angus – nelore em pastagens de *Brachiaria decumbens* submetidos a diferentes regimes alimentares. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.30, n.2, p.470-481, mar./abr. 2001.
- FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. *Anais...* São Carlos: UFSCar, 2000. p.225-258.

JOHNSON, A.D. Sample preparation and chemical analysis of vegetation. In: MANETJE, L.T. (Ed.). **Measurement of grassland vegetation and animal production**. Aberystwyth: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1978. p.96-102.

LEÃO, M.I.; SILVA, J.F.C. Técnica de fistulação de abomaso em bezerros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 1. ; REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 17., 1980, Fortaleza. **Anais...Fortaleza**, 1980. p.37.

LENG, R.A. Factors affecting the utilization of "poor quality" forrages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutrition Research Reviews**, New York, v.3, n.1, p.277-302, 1990.

MATEJOVSKY, K.M.; SANSON, D.W. Intake and digestion of low, medium, and high-quality grass hays by lambs receiving increasing levels of corn supplementation. **Journal Animal Science**, Champaign v.73, n.7, p.2156-2163, July 1995.

MEHREZ, A.Z.; ORSKOV, E.R. A study of the artificial fiber bag technique for determination the digestibility of feeds in the rumen. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.88, n.1, p.645, Mar. 1977.

MORENZ, M.J.F. et al. Degradabilidade *in situ* da matéria seca e da fibra em detergente neutro de gramíneas tropicais em três estágios de maturidade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais... Piracicaba: SBZ**, 2001. p.1104-1105.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. Washington, 1996. 157p.

NETER, J.; WASSERMAN, W.; KUTNER, M.H. **Linear statistical models: regression, analysis of variance, and experimental design**. 2.ed. USA: R. D. Irwin, 1985. 1125p.

NOCEK, J.E. Evaluation of specific variables affecting *in situ* estimates of ruminal dry matter and protein digestion. **Journal Animal Science**, Champaign, v.60, n.5, p.1347-1358, May 1985.

NOCEK, J.E. *In situ* and others methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.71, n.8, p.2051-2059, Aug. 1988.

- NOLLER, C.H.; NASCIMENTO Jr., D.; QUEIROZ, D.S. Exigências nutricionais de animais em pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 13., 1996, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1997. p.151-184.
- ORSINE, G.F. Suplementação de ovinos e padrões da fermentação ruminal, degradabilidade e consumo de fenos de capim braquiária. 2001. 75p. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Universidade do Estado de São Paulo, Jaboticabal.
- ORSKOV, E.R. Nutrición proteica de los ruminants. Zaragoza: Acribia, 1988. 178p.
- ORSKOV, E.R.; McDONALD, T. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate passage. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, v.92, n.2, p.499-503, Apr. 1979.
- PATERSON, J.A. et al. The impact of forage quality and supplementation regimen on ruminant animal intake and performance. In: FAHEY Jr., G.C. (Ed.). *Forage quality, evaluation, and utilization*. Madison: American Society of Agronomy/Crop Science Society of America/Soil Science Society of America, 1994. Cap.2, p.59-114.
- PAULINO, M.F. Misturas múltiplas na nutrição de bovinos de corte a pasto. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE, 1999, Goiânia. Anais... Goiânia: UFG, 1999. p.95-104.
- PAULINO, M.F. Suplementos múltiplos para recria e engorda de bovinos em pastejo. In: SEMANA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS DE LAVRAS, PECUÁRIA DE CORTE: ASPECTOS E TENDÊNCIAS ATUAIS, 16., 2000, Lavras. Anais... Lavras: FAEPE, 2000. p.144-166.
- PEREIRA, J.C. et al. Degradabilidade ruminal de alguns subprodutos agroindustriais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.29, n.6, p.2359-2366, nov./dez. 2000. Suplemento 2.
- PINTO, A.P. et al. Degradabilidade *in situ* de cultivares do gênero *Panicum maximum*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. Anais...Botucatu: SBZ, 1998. p.38-40.
- PUPO, N.I.H. Manual de pastagens e forrageiras: formação, conservação, utilização. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1979. 343p.

ROSA, B. Valor nutritivo do feno de *Brachiaria decumbens* Stapf cv. *Brasilisk* submetido a tratamento com amônia anidra ou uréia. 1996. 75p. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Universidade do Estado de São Paulo, Jaboticabal.

SALMAN, A.K.D. Degradabilidade *in situ* e consumo voluntário de capim tanzânia (*Panicum maximum*, J. cv. Tanzânia), sob pastejo, por vacas em lactação. 1999. 62p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Estadual do Estado de São Paulo, Jaboticabal.

SILVA, D.J. *Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)*. 2.ed. Viçosa: UFV, 1990. 165p.

SMITH, L.H. et al. "In vitro" digestion rate of forage cell wall components. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.54, n.1, p.71-76, Jan. 1971.

SOUZA, M.S. Efeitos de fontes protéicas com distintas degradabilidades sobre o aproveitamento da fibra, do nitrogênio e do amido em rações para bovinos. 1998. 79p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade do Estado de São Paulo, Jaboticabal.

VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminants*. 2.ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476p.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.74, n.10, p.3583-3597, Oct. 1991.

YU, P. et al. Effects of ground, steam-flaked, and steam-rolled corn grains on performance of lactating cows. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.81, n.3, p.777-783, Mar. 1998.

**CAPÍTULO 3 Digestibilidade *in vivo* de novilhos em regime de pasto
suplementados com misturas múltiplas**

RESUMO

OLIVEIRA, Euclides Reuter de. Digestibilidade *in vivo* de novilhos em regime de pasto suplementados com misturas múltiplas. In: _____. **Avaliação de misturas múltiplas pela degradabilidade, digestibilidade e desempenho de bovinos em pastejo**. 2002. p.38-78. Tese (Doutorado em Nutrição de Ruminantes)-Universidade Federal de Lavras-Lavras.*

O experimento foi realizado nas dependências da Escola Agrotécnica Federal de Cuiabá, MT, entre julho e novembro de 2001, com o objetivo de determinar a digestibilidade *in vivo* em animais suplementados com misturas múltiplas, pela técnica do indicador externo óxido crômico. Foram utilizados doze novilhos de corte, fistudados no rúmen, castrados, com idade e peso médio de dezoito meses e 240 kg, respectivamente, com raças e grau de sangue diversos, divididos em seis grupos de dois animais no período de cada 28 dias. Cada grupo recebeu os tratamentos: (T0) pastagem sem minerais; (T1) pastagem com sal mineralizado; (T2) pastagem com sal mineralizado + uréia; (T3) pastagem com sal mineralizado + uréia + milho; (T4) pastagem com sal mineralizado + uréia + farelo de soja e (T5) pastagem com sal mineralizado + uréia + milho + farelo de soja. Procedeu-se o manejo de diferimento das pastagens e a cada quatorze dias os animais trocava de piquete. Para determinação do consumo, utilizouse o óxido crômico como indicador para estimar a excreção fecal e, através da técnica de simulação de pastejo, coletou-se amostra da gramínea que, após incubados – forragem e fezes – por 144 horas foi obtida a MS indigestível. A forragem foi caracterizada em cada período como sendo de média qualidade, uma vez que apresentou valor médio protéico e alto valor de FDN. Não houve diferença ($P>0,05$) na concentração de cromo nas fezes, na excreção fecal e nos AGVs e, para o consumo diário total de MS, PB, FDN, energia metabolizável e a digestibilidade aparente *in vivo* houve diferença ($P<0,05$) entre os tratamentos. Os valores de pH ruminal sofreram influências ($P<0,05$) e a concentração de amônia não apresentou diferença ($P>0,05$) entre os tratamentos e nos tempos de coleta. A suplementação de novilhos com misturas múltiplas e de baixo consumo não alterou o ambiente ruminal a ponto de modificar os padrões da fermentação. O uso de suplementos, com farelo de soja e/ou farelo de soja e milho, aumentaram o consumo total de MS, PB, FDN, com resposta positiva na digestibilidade aparente da MS.

* Comitê Orientador: Paulo César de Aguiar Paiva – UFLA (Orientador), Juan Ramón Olalquiaga Pérez – UFLA, Joel Augusto Mumiz – UFLA, Vera Lúcia Banys – UNIFENAS, Roberto Maciel Cardoso – UFV.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Euclides Reuter de. *In vivo* digestibility of steers under pasture regime supplemented with multiple mixture. In: _____. **Evaluation of multiple mixtures by degradability, digestibility and performance of cattle on grazing.** 2002. p.38-78. Thesis (Doctorate in Ruminant Nutrition)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

The experiment was carried out at Escola Agrotécnica Federal de Cuiabá, from July to November of 2001 with the purpose of determine *in vivo* digestibility in animals supplemented with multiple mixtures using the technique of the external indicator chromium oxide. Twelve beef steers, rumen - fistulated, average age and weight of 18 months and 240 kg, respectively, were divided in six groups of two animals over the 3 periods of 28 days each. Each group was fed the following treatments: (T0) pasture without minerals; (T1) pasture with mineralized salt; (T2) pasture with mineralized salt + urea; (T3) pasture with mineralized salt + urea + corn; (T4) pasture with mineralized + urea + soybean meal and (T5) pasture with mineralized salt + urea + corn + soybean meal. The management of deferment of the pasture was proceeded and every fourteen days the animals changed the paddocks. To determine of intake, chromium oxide was utilized as the indicator to estimate fecal excretion and through the grazing - simulation technique, sample of the grass was collected, which, after incubated - forages and feces - for 144 hours, the Indigestible DM was obtained. The forage was characterized in every period as being of medium quality nutritive value with medium percentage of protein and high values for NDF. There was no difference ($P < 0.05$) at the concentration of chromium oxide in the feces, quality of fecal excretion and amoniam, VFAs concentrations for total DM, CP, NDF, metabolizable energy daily intake of and *in vivo* apparent digestibility. There were difference among the treatments. The steers fed with multiple mixture did not alter the rumen environment to the extent of modifying the fermentation patterns. Use of supplements with soybean meal and /or soybean meal and corn increased the intake of DM, CP, NDF with a positive response in the apparent digestibility of DM.

* Guidance Committee: Paulo César de Aguiar Paiva - UFLA (Supervisor), Juan Ramón Olalquiaga Pérez - UFLA, Joel Augusto Múiz - UFLA, Vera Lúcia Banys - UNIFENAS, Roberto Maciel Cardoso - UFV.

1 INTRODUÇÃO

As pastagens devem ser exploradas para a produção animal com maior eficiência e a utilização de misturas múltiplas, nas diferentes categorias animais, é uma ferramenta para incrementar a digestibilidade das forrageiras tropicais.

Essas misturas têm sido utilizadas com a finalidade de fornecer nitrogênio protéico, não protéico e energia para os microrganismos ruminais, aumentando a eficiência da utilização de forragens, principalmente aquelas em fase de senescência nos períodos secos, em diversas regiões.

A digestibilidade é um dos parâmetros importantes para determinar o valor nutritivo do alimento. Maior consumo e melhor eficiência de utilização dos nutrientes resultam em maior produtividade dos animais. A determinação da digestibilidade em bovinos em ensaios de alimentação, envolvendo coleta total de fezes, é trabalhosa e onerosa.

O método denominado indireto baseia-se no emprego de um indicador, que apresenta-se eficiente na determinação da digestibilidade, proporcionando resultados próximos aos obtidos pelo método da coleta total. Um dos indicadores mais utilizados é o óxido crômico.

O experimento foi conduzido com o objetivo de determinar a digestibilidade *in vivo* em animais suplementados com misturas múltiplas, pela técnica do indicador externo óxido crômico.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A determinação da digestibilidade é reconhecidamente a primeira aproximação na obtenção das estimativas dos parâmetros do valor nutritivo dos alimentos. Porém, na pesquisa em nutrição de ruminantes em condições de pastejo, a sua determinação apresenta sérias dificuldades. A digestibilidade *in vivo* é influenciada por efeitos associativos, nível de consumo, taxa de passagem e interações destes fatores (Cochran et al., 1986).

Como artifícios indiretos na determinação da digestibilidade, a medição do consumo de animais em pastejo pode ser feita com a utilização de indicadores externos, como o óxido crômico (Lima et al., 1980). Este indicador apresenta características de uma substância que passa pelo sistema digestivo com velocidade mais ou menos igual ao alimento, não é absorvido, é recuperado totalmente nas fezes, não ocasiona dano ao animal e é de fácil determinação (Hardison et al., 1959; Silva et al., 1968).

Sendo a composição e a digestibilidade características inerentes ao alimento (Silva & Leão, 1979), o consumo e sua intensidade assumem particular importância nos sistemas de produção animal.

O consumo é fundamental à nutrição, pois determina o nível de nutrientes ingeridos e, portanto, a resposta animal (Van Soest, 1994).

Na verdade, o consumo de matéria seca é uma função complexa, envolvendo interações entre animal, alimento, manejo alimentar e fatores de meio (Mertens, 1992 e Mertens, 1994) e os mecanismos que o regulam são físicos, fisiológicos e psicogênicos. Portanto, a demanda energética do animal define o consumo de dietas de alta densidade calórica, ao passo que a capacidade física do trato gastrointestinal determina o consumo de dietas de baixa qualidade e densidade energética (Van Soest et al., 1991).

Estando presente em todo o processo de fermentação ruminal, o pH, a concentração de amônia e a proporção molar dos ácidos graxos voláteis (AGVs) poderão ser afetados por características nutricionais como o nível de consumo, estratégias de alimentação, qualidade da forragem e relação volumoso:concentrado, entre outros fatores (Dutra, 1996).

A digestão ruminal da fibra depende da manutenção do pH dentro de limites fisiológicos relacionados diretamente à capacidade de produção de agentes tamponantes e à constante remoção dos ácidos graxos voláteis por meio da absorção no rúmen (Van Soest, 1994). Além de refletir diretamente as características da dieta, o pH afeta os produtos da fermentação ruminal e a taxa de crescimento microbiano (Lavezzo et al., 1998).

A concentração de nitrogênio amoniacal no líquido ruminal é consequência do equilíbrio entre a sua produção, utilização pelos microrganismos e absorção pela parede ruminal. A utilização depende da quantidade de energia disponível no meio (Broderick et al., 1994). O abastecimento de amônia ruminal é feito pela fermentação da proteína verdadeira dietética, fragmentos de células em autólise, proteína endógena, compostos nitrogenados solúveis e excreção dos protozoários (Nolan, 1993).

Os AGVs são absorvidos por difusão pela parede ruminal participando do metabolismo energético dos animais como principais fontes de energia (Van Soest, 1994). Após a absorção, os AGVs são utilizados de diferentes formas, sendo o ácido acético utilizado parcialmente como fonte de energia pela parede ruminal. O restante é direcionado para a corrente sanguínea, após passar pelo fígado, chegando aos demais tecidos do organismo, onde é utilizado como fonte de energia ou precursor de gordura (Bergman, 1990).

Portanto, o fornecimento de proteína e energia suplementar em dietas de baixa a média qualidade aumenta a atividade microbiana, a taxa de fermentação e a taxa de passagem da digesta pelo trato digestivo. Desse modo, aumenta o

consumo voluntário e a digestibilidade de forragem, além da produção de ácidos graxos voláteis pela digestão da fração fibrosa, incrementando energia para a dieta do animal em pastejo (Paulino, 2001).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local, animais e pastagem

O experimento foi realizado nas dependências da Escola Agrotécnica Federal de Cuiabá, MT, entre julho e novembro de 2001.

A altitude local é de 650 metros, localizado a 15°50' de latitude sul e 55°34' a oeste de Greenwich. A precipitação nédia anual é de 1860 mm, caracterizando-se como clima tipo transição “Cwa” (subtropical a temperado) e temperatura média anual de 22°C. O solo é do tipo latossólico, com predomínio do Latossolo Vermelho Escuro distrófico – epiálico (Brasil, 1992). A classificação climática foi efetuada com base em dados, originais da estação meteorológica principal de São Vicente da Serra, inserida no 9º Distrito de Meteorologia do Ministério da Agricultura – INEMET (Área 01).

Os dados meteorológicos encontram-se sumariados na Tabela 3.1.

TABELA 3.1 Valores médios para temperatura, precipitação pluviométrica (PP) e umidade relativa do ar (UR) durante o período experimental ⁽¹⁾

Períodos	Temperatura (°C)			PP (mm)	UR (%)
	ar	max.	min.		
21/07 a 31/07	21,60	27,40	16,10	3,40	69,33
01/08 a 31/08	25,37	30,80	18,00	52,20	43,67
01/09 a 30/09	25,28	30,07	19,73	45,20	60,56
01/10 a 31/10	24,73	29,70	20,00	56,00	72,00
01/11 a 10/11	24,17	29,00	19,90	85,60	80,67

⁽¹⁾Fonte Climatológica Principal de São Vicente da Serra - MT

Foram utilizados doze novilhos castrados, com idade média de 18 meses e peso médio de 240 kg, com raças e graus de sangue diversas, fistulados no rúmen, segundo técnicas descritas por Leão & Silva (1980). A área da pastagem foi previamente submetida a pastejo, vedada e adubada com 10 kg de uréia por hectare, no mês de abril de 2001, visando proporcionar maior oferta de matéria seca. Dividiu-se a área em seis piquetes, providos de comedouro coberto e bebedouro. A pastagem constituiu-se de braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf), braquiarião (*Brachiaria brizantha* Hochst. Stapf) e colônião (*Panicum maximum* Jacq), com produtividade média, ao término do experimento, de aproximadamente 2.723 kg/ha de MS. Utilizou-se pastejo rotacionado com quatorze dias de ocupação e a taxa de lotação de 1 animal/ha.

3.2 Tratamentos

Avaliaram-se cinco alternativas de suplementação comparadas a um grupo denominado testemunha, mantido exclusivamente a pasto. Esses tratamentos foram elaborados com sal comum e mistura mineral, conforme a Tabela 3.2 e acrescidos de milho, uréia e farelo de soja conforme consta na Tabela 3.3.

TABELA 3.2 Composição da mistura mineral *

Mineral	Níveis de garantia
g/kg	
Cálcio	150
Fósforo	88
Enxofre	30
Magnésio	9,2
mg/kg	
Zinco	5500
Manganês	1500
Cobre	1400
Cobalto	80
Iodo	150
Selênio	30

Fontes de minerais: Fosfato bicálcio, carbonato de cálcio, flor de enxofre, sulfato de zinco, óxido de zinco, sulfato de manganês, sulfato de magnésio, óxido de magnésio, sulfato de cobre, sulfato de cobalto, iodato de cálcio, selenito de sódio

* Indústria Novanis

TABELA 3.3 Composição dos tratamentos experimentais em porcentagem

Ingredientes	Tratamentos					
	0	1	2	3	4	5
Farelo de soja	0	0	0	0	50,0	15,0
Milho	0	0	0	50,0	0	27,0
Uréia	0	0	10,0	10,0	10,0	10,0
Enxofre	0	0	1,0	1,0	1,0	1,0
Sal comum	0	0	40,4	21,0	21,0	29,0
Mistura mineral	0	0	48,6	18,0	18,0	18,0
Sal mineralizado completo*	0	100	0	0	0	0
Total	0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

* Indústria Novanis – formado por mistura mineral acrescida de sal comum

Os suplementos foram formulados para fornecer mineralização completa, acrescido de amido (oriundo do milho), energia facilmente fermentada no rúmen, nitrogênio não protéico (uréia) e ou farelo de soja como fonte de proteína verdadeira. O tratamento controle (T0), sem suplemento, constituía-se apenas de forragem.

Os tratamentos foram: T0- pastagem sem minerais; T1- pastagem com sal mineralizado; T2- pastagem com sal mineralizado + uréia; T3- pastagem com sal mineralizado + uréia + milho; T4- pastagem com sal mineralizado + uréia + farelo de soja e T5- pastagem com sal mineralizado + uréia + milho + farelo de soja.

3.3 Período experimental

O experimento foi dividido em três períodos de 28 dias. Os primeiros 8 a 10 dias de cada período foram destinados à adaptação dos animais aos

tratamentos e pastagens com seis dias para coleta, ou seja, incubação de forragem e fezes durante 144 horas e coleta de líquido ruminal.

O período do 14^o ao 24^o dia de cada período foi destinado à adaptação dos animais ao óxido crômico e o restante, do 25^o ao 28^o dia, destinado a coletas de fezes.

3.4 Excreção fecal

Utilizou-se o óxido crômico (Cr_2O_3) como indicador externo, para a determinação da excreção fecal com aplicação direta no rúmen na fistula ruminal, na quantidade total diária de 10 g, dividida em duas doses diárias, às 9 e 15 h, durante os dias de adaptação e coleta.

As amostras de fezes foram coletadas diretamente no reto, duas vezes ao dia, conforme metodologia descrita por Zinn et al. (1994), respeitando o esquema: dia 1 - coleta às 7h30 e 13h30; dia 2 - coleta às 9 e 15h; dia 3 - coleta às 10h30 e 16h30 e dia 4 - coleta às 12 e 18h. No final de cada período experimental, era obtido um total de oito amostras de fezes, de aproximadamente 400 g cada. Acondicionadas em sacos plásticos, posteriormente foram colocadas em pratos de alumínio, procedendo-se à pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 65^oC, até atingir peso constante. Foram então processadas em moinho do tipo Willey, com peneira de 5 mm. Uma amostra composta diária de fezes foi analisada quanto à matéria seca (MS), segundo AOAC (1990) e quanto ao teor de cromo, em espectrofotômetro de absorção atômica, conforme metodologia descrita por Williams et al. (1962).

O valor de excreção fecal foi obtido conforme descrito por Smith & Reid (1955).

3.5 Consumo

3.5.1 Ensaio de degradabilidade *in situ* da matéria seca para determinação do consumo da forragem

A forragem foi obtida pela técnica de simulação de pastejo segundo técnicas descritas por Johnson (1978). Foram coletadas, no total, cinquenta amostras em cada piquete de 10 hectares, as quais foram homogenizadas para a obtenção de uma amostra composta.

Em torno de 400 gramas, as fezes foram coletadas via reto e secas a 65°C em estufa com ventilação forçada, até alcançar peso constante para moagem em moinho com peneira de 5 mm. As amostras foram analisadas quanto à matéria seca (MS), segundo metodologia descrita pela AOAC (1990).

Para a determinação da degradabilidade ruminal *in situ* foi utilizada a técnica do saco de náilon, segundo Mehrez & Orskov (1977), obedecendo-se às recomendações propostas por Nocek (1988). As amostras foram pesadas e acondicionadas em sacos identificados, com dimensões internas de 6,0 × 6,75 cm, com porosidade média de 55µ.

Por meio de uma sacola de filó juntamente com um peso de chumbo de 100g, os saquinhos foram depositados na porção ventral do rúmen de cada animal, durante 144 horas. Foram confeccionados 5 sacos/animal/alimento.

Após a retirada, os sacos foram colocados imediatamente num balde com água gelada, com pedras de gelo para a paralisação da fermentação. O material foi lavado em água corrente, até a água apresentar-se levemente turva. Posteriormente, foram secos em estufa a 65°C, por 72 horas e pesados. Os resíduos remanescentes dos sacos foram analisados quanto ao teor de matéria seca indigestível (MSI), conforme AOAC (1990).

Os procedimentos para a determinação da MSI foram obtidos por diferença de peso encontrado para cada componente entre as pesagens, antes e após a incubação ruminal, e expressos em porcentagem.

O consumo de matéria seca foi obtido pela fórmula:

$$\text{Consumo de MS (g/dia)} = \frac{\text{MS exc. fezes} \times \% \text{MSI da fezes}}{\% \text{MSI da forragem}}$$

Ao se relacionar o consumo ao peso vivo dos animais, utilizou-se como referência o peso médio do período, determinado pela média entre os valores iniciais e finais de cada período.

3.5.2 Consumo do suplemento

Para todos os tratamentos que constavam de suplementação no cocho, o controle de reposição foi feito à medida que a sobra era de aproximadamente 500 g. O cálculo de consumo do suplemento foi realizado pela diferença do peso inicial e a sobra em relação ao número de animais e dias. Como os valores obtidos eram médias de consumo do grupo referente a cada tratamento, não foi feita análise estatística destes dados.

3.5.3 Consumo da energia metabolizável

Para a estimativa da energia metabolizável foi determinada a energia digestível, a qual foi obtida pela quantificação da energia bruta ingerida e da energia bruta excretada. O valor encontrado foi multiplicado por 0,82, segundo Ferrell (1988).

3.6 Digestibilidade aparente *in vivo* da matéria seca

A digestibilidade foi calculada pelo método do indicador externo, utilizando-se o óxido crômico descrito por Silva & Leão (1979).

3.7 Líquido ruminal

Efetuarão-se coletas de 100 mL de líquido ruminal, com bquer via fistula ruminal, posteriormente filtradas em gaze de algodão duplo e acondicionadas em potes plásticos, em cada período experimental, nos tempos 0, 3, 9, 12 e 15 horas com os animais em jejum. O pH do fluido ruminal foi determinado imediatamente após a coleta, utilizando-se potenciômetro digital portátil. Posteriormente à determinação do pH, 49 mL das amostras foram acidificadas com 1,0 mL de ácido sulfúrico a 50%, sendo congeladas a - 20°C, para posterior determinação do nitrogênio amoniacal e dos ácidos graxos voláteis (AGVs).

A concentração de nitrogênio amoniacal no líquido ruminal foi determinada após descongelamento e decantação, de acordo com a técnica descrita por Fenner e adaptações propostas por Vieira (1980).

Para a determinação dos ácidos graxos voláteis (acético, propiônico e butírico), o líquido ruminal foi centrifugado a 13.000 rpm por 10 minutos. Do sobrenadante foi feita uma solução com 25% de ácido metafosfórico a 20%. Os ácidos graxos voláteis foram determinados por cromatografia gasosa, segundo método preconizado por Palmquist & Conrad (1971), em cromatógrafo gasoso (CG - 17 modelo Shimatzu com auto injetor automático AOC - 17), equipado com coluna Nukol 30 m x 0,25 mm, empacotada com carbopack e com detector de ionização de chamas Fid. A temperatura do injetor, do detector e da coluna foram de 220°, 250° e 185°C, respectivamente. Uma mistura de ácidos graxos voláteis com concentração conhecida foi utilizada como padrão externo para a calibração do integrador.

3.8 Cálculos e análises estatísticas

A excreção fecal, consumo (PB, FDN e energia) e a digestibilidade foram analisados utilizando-se o delineamento em blocos ao acaso, com seis tratamentos e seis repetições. Os blocos foram organizados considerando-se cada animal fistulado.

A análise estatística foi realizada utilizando-se o programa estatístico Sistema de Análise de Variância de Dados Balanceados (SISVAR), de acordo com Ferreira (2000).

O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + b_j + \epsilon_{ij}$$

em que:

Y_{ij} = valor da parcela que recebeu o tratamento i no bloco j ;

μ = constante associada a todas observações;

t_i = efeito do tipo de suplementação (i), com $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$;

b_j = efeito do animal fistulado (j), com $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6$;

ϵ_{ij} = o erro experimental associado a Y_{ij} que por hipótese apresenta distribuição normal de média zero e variância δ^2 .

O pH, o nitrogênio amoniacal e os AGVs foram analisados utilizando-se o delineamento em blocos ao acaso, num esquema fatorial, com seis tratamentos, seis repetições e cinco tempos de incubação.

A análise estatística foi realizada utilizando-se o programa estatístico Sistema de Análise de Variância de Dados Balanceados (SISVAR), de acordo com Ferreira (2000).

O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + c_j + b_k + tc_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

em que:

Y_{ijk} = valor da parcela que recebeu o tratamento i , no tempo j e no bloco k ;

μ = constante associada a todas observações;

t_i = efeito do tipo de suplementação (i), com $i= 1,2,3,4,5,6$;

c_k = efeito do tempo de incubação (k), com $k=1,2,3,4,5$;

b_j = efeito do animal fistulado (j), com $j= 1,2,3,4,5,6$;

tc_{ik} = efeito da interação entre o tipo de suplementação (i) e o tempo de incubação (k);

e_{ijk} = o erro experimental associado a Y_{ijk} que, por hipótese, apresenta distribuição normal de média zero e variância δ^2 .

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Concentração de cromo e excreção fecal

Os valores médios da concentração de cromo nas fezes e da excreção fecal dos tratamentos experimentais são apresentados na Tabela 3.4.

TABELA 3.4 Teores médios de cromo em porcentagem (%Cr) e excreção fecal (EF), em kgMS/dia, e respectivos coeficientes de variação (CV%).

Itens	Tratamentos						CV%
	0	1	2	3	4	5	
%Cr	29,2	32,4	32,7	26,2	26,6	27,7	17,66
EF	3,75	3,21	3,39	3,76	3,89	3,99	14,44

Não houve diferença ($P>0,05$) na concentração de cromo nas fezes e na excreção fecal entre os tratamentos. O indicativo de dispersão (CV) demonstrado na Tabela 3.4 está de acordo com os encontrados por Zeoula et al. (1992) e Detmann (1999). Estes autores avaliaram a concentração de cromo obtido com a sua aplicação diária, dividido em duas vezes, para a determinação da excreção fecal. De acordo com Zinn et al. (1994), o emprego de duas aplicações diárias, conforme realizado neste trabalho, leva à redução da amplitude total de variação em torno da média, tornando o perfil de excreção mais estável e próximo do "steady state" desejado (Owens & Hanson, 1992).

Em função do baixo consumo dos suplementos oferecidos no cocho, a participação do consumo da forragem representou, no mínimo, 91,8% do

consumo total de nutrientes, mostrando que a forragem influenciou uniformemente aos valores encontrados, resultando numa concentração de cromo e excreção fecal semelhantes entre os tratamentos.

4.2 Consumo

4.2.1 Consumo de matéria seca (MS)

Os dados de consumo médio de matéria seca da forragem (CMSF), do suplemento (CMSS) e total (CMST) nos tratamentos, em kg/animal/dia, %PV e gMS/kg PV^{0,75} são apresentados na Tabela 3.5.

TABELA 3.5 Consumo médio de matéria seca da forragem (CMSF), do suplemento (CMSS) e total (CMST) em kg/animal/dia, %PV, gMS/kg PV^{0,75} e respectivos coeficientes de variação (CV%).

Itens	Tratamentos						CV
	0	1	2	3	4	5	
	kg/animal/dia						
CMSF	6,03 a	5,20 a	5,37a	5,70 a	6,87 b	6,99 b	20,03
CMSS	0	0,10	0,09	0,42	0,54	0,60	—
CMST	6,03 a	5,30 a	5,46 a	6,12 a	7,41b	7,59 b	19,11
	%PV						
CMSF	2,32	2,14	2,21	2,10	2,79	2,89	22,75
CMSS	0	0,05	0,04	0,15	0,22	0,25	—
CMST	2,32 a	2,19 a	2,25 a	2,38 a	3,01 b	3,14 b	22,09
	gMS/kg PV ^{0,75}						
CMSF	92,81a	84,16 ^a	86,82a	85,15a	110,05b	113,93b	20,64
CMSS	0	1,65	1,45	6,18	8,67	9,79	—
CMST	92,81 a	85,81 a	88,27 a	91,33 a	118,72 b	123,72 b	19,89

* Médias seguidas de mesma letra, na mesma linha, não diferem significativamente ($P > 0,05$) pelo teste de Scott-Knott.

O consumo diário total de MS, expresso em kg, %PV e g/kg^{0,75}, mostrado na Tabela 3.5, indica que houve diferença ($P < 0,05$) entre os tratamentos.

A ocorrência de chuvas anormais no período em que foi realizado o experimento proporcionou a rebrota da pastagem, permitindo seleção da pastagem pelos animais e, conseqüentemente, consumo acima dos observados por Euclides et al. (1992) e Sanches et al. (1993).

Os suplementos contendo farelo de soja e outro com farelo de soja e milho (T4 e T5) proporcionaram consumo superior ($P < 0,05$) aos outros tratamentos. Provavelmente, a fonte de proteína fornecida pelo farelo de soja foi o fator responsável pelo aumento no consumo, devido, provavelmente, ao maior crescimento dos microrganismos celulolíticos (Owens, 1988).

4.2.2 Consumo de proteína bruta (PB)

Os dados de consumo médio da proteína bruta da forragem (CPBF), do suplemento (CPBS) e total (CPBT) nos tratamentos, em kg/animal/dia, %PV e gPB/kg PV^{0,75} são apresentados na Tabela 3.6.

TABELA 3.6 Consumo médio de proteína bruta da forragem (CPBF), do suplemento (CPBS) e total (CPBT) em kg/animal/dia, %PV, gPB/kg PV^{0,75} e respectivos coeficientes de variação (CV%).

Itens	Tratamentos						CV
	0	1	2	3	4	5	
	kg/animal/dia						
CPBF	0,37a	0,37 ^a	0,47b	0,54b	0,59b	0,53b	22,64
CPBS	0	0	0,01	0,09	0,18	0,14	
CPBT	0,37a	0,37 ^a	0,48a	0,63b	0,77b	0,67b	19,74
	%PV						
CPBF	0,14a	0,15 ^a	0,19b	0,20b	0,22b	0,24b	24,23
CPBS	0	0	0	0,03	0,06	0,07	
CPBT	0,14a	0,15 ^a	0,19a	0,23b	0,28c	0,31c	22,62
	gMS/kg PV ^{0,75}						
CPBF	5,68a	5,91 ^a	7,59b	8,06b	9,30b	8,62b	22,40
CPBS	0	0	0,03	1,38	2,96	2,35	
CPBT	5,68a	5,91 ^a	7,62a	9,44b	12,26c	10,97c	20,34

* Médias seguidas de mesma letra, na mesma linha, não diferem significativamente ($P > 0,05$) pelo teste de Scott-Knott.

O consumo de PB diferiu entre os tratamentos ($P < 0,05$) quando expresso kg/animal/dia, %PV e gPB/kg^{0,75} (Tabela 4). Como houve variação no consumo de MS (Tabela 3.5), essa diferença torna-se coerente e pode ser explicada pela diferença de consumo de forragem, fração mais protéica da dieta. Associado ao consumo diferenciado dos suplementos com diferentes teores de PB, o consumo de forragem acarretou diferentes ingestões de PB total e superiores à quantidade preconizada pelo NRC (1988) entre 476 a 552 g de PB/animal/dia para animais nas condições utilizadas neste experimento.

Paulino et al. (1982) e Reis et al. (1996) encontraram que o fornecimento de proteína suplementar em dietas de baixa qualidade aumenta a atividade microbiana, a taxa de fermentação e a taxa de passagem da digesta pelo trato digestivo. Desse modo, aumenta o consumo voluntário da forragem, além da produção de ácidos graxos voláteis pela digestão da fração fibrosa, disponibilizando mais energia para os microrganismos.

4.2.3 Consumo de fibra em detergente neutro (FDN)

Os dados de consumo médio da fibra em detergente neutro da forragem (CFDNF), do suplemento (CFDNS) e total (CFDNT) nos tratamentos em kg/animal/dia, %PV e gFDN/kg PV^{0,75} são apresentados na Tabela 3.7.

TABELA 3.7 Consumos médios da fibra em detergente neutro da forragem (CFDNF), do suplemento (CFDNS) e total (CFDNT) em kg/animal/dia, %PV, gFDN/kg PV^{0,75} e respectivos coeficientes de variação (CV%).

Itens	Tratamentos						CV
	0	1	2	3	4	5	
	kg/animal/dia						
CFDNF	4,86a	4,21a	4,23a	4,60a	5,76b	5,72b	20,44
CFDNS	0	0	0	0,03	0,03	0,04	
CFDNT	4,86a	4,21a	4,23a	4,63a	5,79b	5,76b	20,33
	%PV						
CFDNF	1,87a	1,73a	1,74a	1,70a	2,32b	2,36b	22,25
CFDNS	0	0	0	0,01	0,01	0,01	
CFDNT	1,87a	1,73a	1,74a	1,71a	2,33b	2,37b	22,20
	gFDN/kg PV ^{0,75}						
CFDNF	74,70a	67,93a	68,42a	68,87a	91,67b	93,15b	20,30
CFDNS	0	0	0	0,40	0,44	0,51	
CFDNT	74,70a	67,93a	68,42a	69,27a	92,11b	93,66b	20,23

* Médias seguidas de mesma letra, na mesma linha, não diferem significativamente ($P > 0,05$) pelo teste de Scott-Knott.

O consumo de FDN foi alterado pela suplementação ($P < 0,05$). Em relação à média geral, observou-se consumo de FDN de 1,9% PV, podendo este ser considerado relativamente alto, quando comparado ao de Araujo et al. (1995) que encontraram consumo em torno de 1,6% PV. A maior ingestão de FDN encontrada pode ser explicada pelo consumo de FDN da pastagem corresponder a 99,7% do consumo de FDN total, levando a inferir que a estrutura da pastagem permitiu máximo consumo.

Além disso, o maior consumo do suplemento (T4 e T5), associado à diferença encontrada na degradação efetiva da matéria seca (Tabela 2.5, capítulo 2) e no maior consumo de PB (Tabela 3.6), leva à hipótese de que, possivelmente, a participação do farelo de soja, contendo fibra prontamente degradável no rúmen, tenha contribuído para o alto consumo de FDN o que, mesmo assim, não limitou o consumo de matéria seca (Tabela 3.5). O ponto em que o nível de FDN consumido deixa de limitar fisicamente a ingestão, é determinado primariamente pelo nível de produção do animal (NRC, 1988; Rabello, 1995), o que foi caracterizado no ensaio.

4.2.4 Consumo de energia metabolizável (EM)

Os dados de consumo médio da energia metabolizável (EM), nos tratamentos em kg/animal/dia e kcal/kg PV^{0,75}, são apresentados na Tabela 3.8.

TABELA 3.8 Consumo médio de energia metabolizável (EM), em kcal/kg de MS, kcal/kg PV^{0,75} e respectivos coeficientes de variação (CV%).

Itens	Tratamentos						CV
	0	1	2	3	4	5	
Consumo de energia metabolizável							
kcal/kg de MS	6,717a	6,324a	6,230a	7,756a	10,912b	12,171b	23,01
kcal/kg PV ^{0,75}	125,94a	101,87a	101,64a	117,92a	172,89b	196,95b	31,68

* Médias seguidas de letra diferentes na linha diferem estatisticamente pelo teste de Scott Knott ao nível de 5%.

Observou-se diferença ($P < 0,05$) para energia metabolizável entre os tratamentos. Os valores apresentados na Tabela 3.8 comportaram-se de forma semelhante aos de consumo de proteína bruta (Tabela 3.6), justificando a relação que existe entre essas variáveis.

Assim, animais em pastagens de baixa a média qualidade recebendo suplementos concentrados com proteína degradável no rúmen (Tabela 2.5, capítulo 2) tendem a aumentar o consumo de energia metabolizável (Tabela 3.8). Esse aumento exerce influência direta na degradabilidade e no consumo voluntário da forragem (Tabela 3.5), até o limite no qual esta exigência é atendida, otimizando, neste ponto, a degradação dos carboidratos estruturais e maximizando a eficiência do uso do suplemento (Cochran, 2001).

No entanto, a influência dos suplementos ricos em energia, ou por meio de fontes protéicas de alto valor energético sobre a utilização da forragem, está na dependência da relação proteína x energia, do tipo de alimento energético e do nível de suplemento (Caton & Dhuyvetter, 1997). Para Garcés-Yepés et al. (1998), níveis de suplementação de 0,4% a 0,5% do PV não proporcionam diferença entre as fontes de energia na utilização da forragem.

4.3 Parâmetros ruminais

4.3.1 pH e concentração de nitrogênio amoniacal do líquido ruminal

Os valores de pH e concentração de nitrogênio amoniacal (mmol/L) no líquido ruminal estão apresentados na Tabela 3.9 e ilustrados nas figuras 3.1 e 3.2, respectivamente. Os valores com todos os tempos constam na Tabela 12A.(Anexos).

TABELA 3.9 Valores de médios para pH e concentração de nitrogênio amoniacal (mmol/L) no líquido ruminal, em função dos tratamentos e dos tempos de coleta.

Tempo de coleta (horas)	Tratamentos					
	0	1	2	3	4	5
	pH					
0	7,58b	6,82a	6,52a	6,40a	7,31b	7,49b
3	7,57c	7,11c	6,70b	5,99a	6,12a	7,31c
15	7,55c	7,19c	6,90b	6,59b	6,17a	7,49c
Médias totais	7,56	7,04	6,71	6,33	6,53	7,43
	N-NH ₃					
0	4,43	3,61	2,82	3,23	4,67	3,18
3	2,40	2,51	2,44	2,82	2,90	2,12
15	4,50	4,31	3,58	4,80	5,28	3,60
Médias totais	3,78	3,48	2,95	3,62	4,28	2,97

* Médias seguidas de mesma letra, na mesma linha, não diferem significativamente ($P > 0,05$) pelo teste de Scott-Knott.

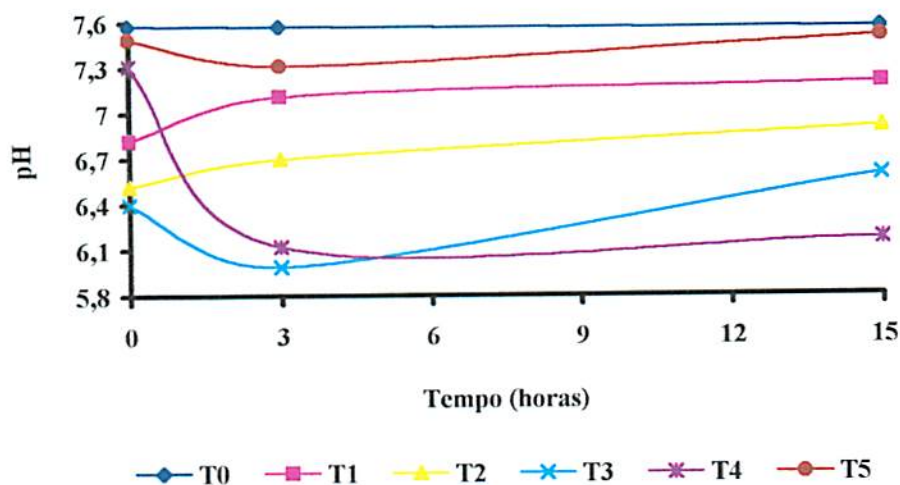


FIGURA 3.1 Variação do pH no líquido ruminal, por tratamento, em função do horário de coleta.

Os valores de pH ruminal sofreram influência dos tratamentos e dos tempos de coleta ($P < 0,05$).

O pH do rúmen diminuiu após três horas de jejum (Figura 3.1), exceto no T2 e T3, e todos os tratamentos aumentaram seus valores no último tempo de coleta (Tabela 3.9). Este comportamento talvez esteja relacionado ao consumo dos suplementos pela maioria dos animais em cada tratamento, próximo ao horário de recolhimento aos piquetes e, que, com o passar do tempo em jejum, em função do processo de ruminação, tenha elevado o pH. No entanto, foram encontrados valores médios para os tratamentos acima de 6,32. Conforme observações de Mould et al. (1983) e Hoover (1986), o limite de 6,20 exerce efeito inibitório à digestão da fibra. Entretanto, a média avaliada no tempo zero

de 7,02 expressa ótima condição ruminal e crescimento microbiano (Van Soest, 1994).

Como o consumo de matéria seca dos animais foi de 91% de matéria seca, advinda da forragem, flutuações mínimas foram encontradas nos valores de pH. Para Orsine (2001), dietas ricas em forragem exigem dos animais maior tempo de mastigação, o que implica em maior produção de saliva, tanto na deglutição como na ruminação. A quantidade de saliva, aliada aos seus componentes tamponantes, atua na manutenção do pH do rúmen; estes comportamentos foram manifestados em todos os tratamentos avaliados.

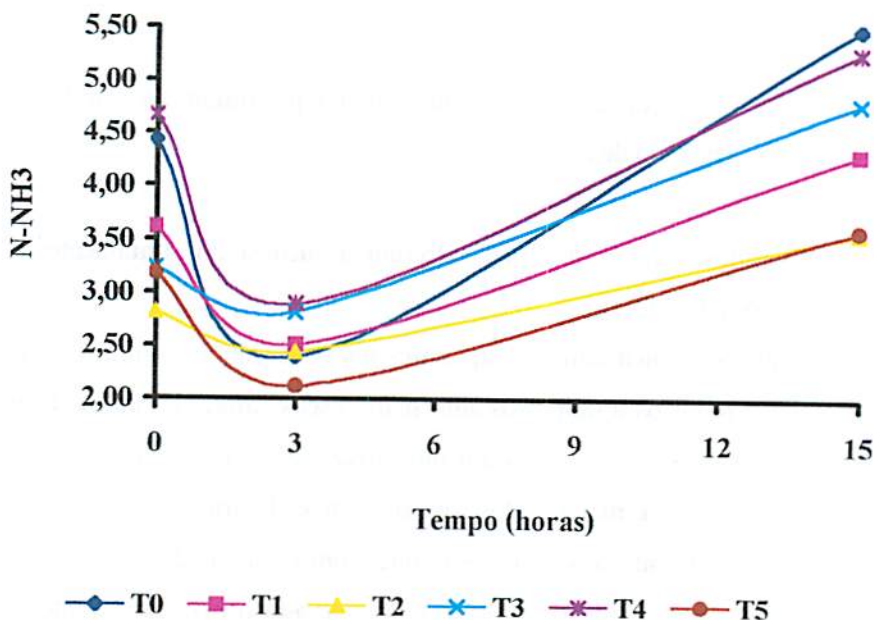


FIGURA 3.2 Variação de N-NH₃ no conteúdo ruminal, por tratamento, em função do horário de coleta.

A concentração de amônia no fluido ruminal não apresentou diferença ($P>0,05$) entre os tratamentos. Do tempo zero para as três horas em jejum, todos os valores decresceram e aumentaram ao atingirem às 15 horas de jejum, mostrando maior absorção ao longo do pós-pastejo. Verifica-se, em todos tratamentos, que as concentrações de N-NH₃ (Figura 3.2) foram suficientes para suportar o crescimento microbiano, conforme valores mínimos citados por Hoover (1986) de 3,3 mg/dL.

Apesar das quantidades consumidas de PB serem variadas entre os tratamentos (Tabela 3.6), a degradabilidade deste nutriente foi semelhante (Tabela 2.5, Capítulo 2) caracterizando a concentração de N-NH₃ como normal (Figura 3.2). Os valores de N-NH₃ relacionados com a energia metabolizável oriunda do tratamento composto apenas de forragem ou acrescido de suplemento (Tabela 3.8), sugerem que as associações foram adequadas, ou seja, propiciaram a maior assimilação do composto nitrogenado pelos microrganismos do rúmen. Trabalhos realizados por Satter & Roffler (1975) e Souza (2002) mostram que a disponibilidade adequada de energia no rúmen permitiu reduzir as concentrações de N-NH₃ pelo aumento na eficiência do uso do nitrogênio degradável presente na forragem e no suplemento.

4.3.2 Concentração dos ácidos graxos voláteis

Os valores das concentrações (%molar) dos ácidos graxos voláteis: acético, propiônico e butírico, em função dos tratamentos e tempos de coleta, são mostrados na Tabela 3.10.

TABELA 3.10 Valores médios das concentrações (%molar) dos ácidos graxos voláteis: acético, propiônico e butírico, em função dos tratamentos e tempos de coleta.

Tempo de coleta (horas)	Tratamentos					
	0	1	2	3	4	5
Ácido acético						
0	67,64	72,25	72,85	61,23	72,89	70,53
3	58,35	53,18	65,52	57,06	59,89	61,88
9	61,11	60,43	63,61	64,37	61,49	59,47
12	66,18	67,66	60,97	65,02	60,33	66,05
15	67,02	71,75	66,18	66,10	63,11	69,79
Médias totais	64,06	65,06	65,83	62,76	63,54	65,55
Ácido propiônico						
0	19,26	16,29	15,91	22,30	15,51	18,41
3	26,19	29,50	22,09	25,93	23,83	24,22
9	25,08	23,69	22,27	22,09	22,94	24,80
12	21,25	21,28	23,08	19,69	22,73	20,37
15	21,28	15,89	19,16	19,49	22,54	18,04
Médias totais	22,61	21,33	20,50	21,90	21,51	21,17
Ácido butírico						
0	13,10	11,46	11,25	16,47	11,60	11,06
3	15,45	17,31	12,39	17,01	16,27	13,90
9	13,80	15,88	14,12	13,53	15,57	15,72
12	12,56	11,06	15,94	15,29	16,93	13,58
15	11,69	12,34	14,66	14,41	14,34	12,16
Médias totais	13,32	13,61	13,67	15,34	14,94	13,28

Não houve efeito ($P > 0,05$) dos tratamentos sobre as concentrações dos ácidos graxos voláteis (AGVs) representados pelos ácidos acético, propiônico e butírico. As concentrações molares destes ácidos, mantiveram-se em valores considerados normais para dietas à base de forragens (Tabela 3.10) e em equilíbrio.

Quando o valor nutritivo do volumoso for de média qualidade, considera-se que a digestibilidade da parede celular é aumentada, em

decorrência do aumento das frações solúveis e potencialmente solúveis da MS, representadas pela degradabilidade (Tabela 2.4, Capítulo 2). Com dietas baseadas em forrageiras, a hidrólise enzimática lenta e gradual da fibra estabelece a fermentação e regula a liberação dos conteúdos celulares facilmente degradáveis (Barbosa et al., 1998). Nestas condições, o pH do rúmen controla efetivamente a composição da microflora ruminal (Owens, 1988). Segundo Van Soest (1994), dependendo da taxa de digestão, a celulose presente na forrageira pode ser digerida a partir de 6 a 18 horas após a ingestão do alimento. Como a medição da concentração dos ácidos foi efetuada até 15 horas após o pastejo, é possível que as concentrações encontradas, tenham sido representativas. No entanto, há dúvidas com relação à ingestão de suplementos pelos animais levados ao curral para serem mantidos em jejum. Pois mesmo o consumo de, no máximo, 600 g/animal/dia, não foi suficiente para interferir nos valores encontrados.

4.4 Digestibilidade aparente

Os valores médios da digestibilidade aparente *in vivo* dos tratamentos encontram-se na Tabela 3.11.

TABELA 3.11 Valores médios da digestibilidade aparente (D) *in vivo*, dos tratamentos, em percentagem e coeficiente de variação (CV%).

Tratamentos	Médias *
0	36,8a
1	39,3a
2	37,7a
3	38,4a
4	47,0b
5	47,4b
CV (%)	12,55

* Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente, pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

A análise de variância para a digestibilidade aparente *in vivo* apresentou diferença ($P < 0,05$) entre os tratamentos.

Durante o período experimental, ocorreram chuvas esparsas, proporcionando rebrotações que facilitaram a seleção da forragem pelos animais. A qualidade e a quantidade do material consumido, associado ao maior consumo de suplemento (Tabela 3.5), foram suficientes para elevar a digestibilidade da forragem nos tratamentos T4 e T5. Isso pode ter ocorrido em função do fornecimento de N suplementar para os microrganismos do rúmen, associado à disponibilidade de energia. Segundo Paulino (2001), as fontes naturais de proteína e energia, associadas aos minerais, devem ser portadoras de características biológicas compatíveis com a otimização da eficiência microbiana e a utilização de uréia e das forragens.

Mannetje & Ebersohn (1980) sugerem que, nos trópicos, onde as gramíneas acumulam grande quantidade de material seco, a relação entre forragem disponível e consumo, aplica-se apenas à fração verde do pasto. Euclides et al. (1992) estudaram pastagem de braquiária (*Brachiaria decumbens*

Stapf) amostrada durante o período seco, quando a percentagem de folha disponível na pastagem foi de apenas 1,3%. Observaram que os animais selecionaram dieta com um conteúdo de folha 10,5 vezes maior do que a disponível. Confirma-se, assim, que os animais pastejam seletivamente, mesmo em condições em que a quantidade de pastagem disponível é limitante.

5 CONCLUSÃO

A suplementação de bovinos com misturas de natureza múltipla e de baixo consumo, contendo minerais, uréia, milho e farelo de soja, não alterou o ambiente ruminal, a ponto de modificar os padrões da fermentação.

O uso de suplemento, farelo de soja e farelo de soja + milho, aumentou o consumo total de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, com resposta positiva na digestibilidade aparente da MS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO, G.G.L. et al. Efeito da degradabilidade da proteína sobre consumo e digestão de matéria seca, matéria orgânica e carboidratos estruturais, em vacas lactantes. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.24, n.3, p.371-381, maio/jun. 1995.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST. *Official Methods of the Association of Official Analytical Chemist*. 15.ed. Washington, 1990. v.1, 684p.

BARBOSA, G.S.S.C. et al. Fatores que afetam os valores de degradabilidade in situ da matéria seca de forragens tropicais: I. Dieta basal. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária de Zootecnia*, Belo Horizonte, v.50, n.6, p.731-735, dez. 1998.

BERGMAN, E.N. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. *Physiological Reviews*, v.70, p.567-590, 1990.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Departamento Nacional de Meteorologia. *Normas climatológicas (1961-1990)*. Brasília, 1992. 84p.

BRODERICK, G.A.; WALLACE, R.J.; ORSKOV, E.R. Control of rate and extent of protein degradation. In: TSUDA, T.; SASAKI, Y.; KAWASHIMA, R. (Ed.). *Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants*. New York: Academic, 1994. p.542-592.

CATON, J.S.; DHUYVETTER, D.V. Influence of energy supplementation on grazing ruminants: requirements and responses. *Journal Animal Science*, Champaign, v.75, n.2, p.533-542, Feb. 1997.

COCHRAN, R.C. Developing optimal supplementation programs for range livestock. Disponível em: <<http://www.oznet.kau.edu/pr-forage/pubs/139.pdf>>. Acesso em: 01 mar. [2001].

COCHRAN, R.C. et al. Predicting digestibility of different diets with internal markers: evaluation of four potential markers. *Journal Animal Science*, Champaign, v.63, n.5, p.1476-1483, Nov. 1986.

DETMANN, E. Cromo e constituintes da forragem como indicadores, consumo e parâmetros ruminais em novilhos mestiços, suplementados, durante o período da águas. 1999. 103p. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

DUTRA, A.R. Efeito dos níveis de fibra e fontes de proteínas sobre a digestão dos nutrientes e síntese de compostos nitrogenados microbianos em novilhos. 1996. 118p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; OLIVEIRA, M.P. Avaliação de diferentes métodos de amostragem [para se estimar o valor nutritivo de forragens] sob pastejo. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.21, n.4, p.691-702, jul./ago. 1992.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windons versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. *Anais...São Carlos: UFSCar*, 2000. p.225-258.

FERREL, C.L. Metabolismo de la energia. In: CHURCH, D.C. *El rumiante fisiología digestiva y nutrición*. Zaragoza: Acribia, 1988. p.283-304.

GARCÉS-YEPÉZ, P. et al. Effects of supplemental energy sources and amount on forage intake and performance by steers and intake and diet digestibility by sheep. *Journal Animal Science*, Champaign, v.75, n.7, p.1918-1925, July 1998.

HARDISON, W.A. et al. Observations on the use of chromic oxide for estimating the fecal output of dairy animals. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.42, n.2, p.346-352, Feb. 1959.

HOOVER, W.H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.69, n.10, p.2755-2766, Oct. 1986.

JOHNSON, A.D. Sample preparation and chemical analysis of vegetation. In: MANETJE, L.T. (Ed.). *Measurement of grassland vegetation and animal production*. Aberystwyth: Vomonwcalth Agricultural Burcaux, 1978. p.96-102.

LAVEZZO, O.E.N.M.; LAVEZZO, W.; WECHSLER, F.S. Estádio de desenvolvimento do milho 3. Avaliação de silagens por intermédio de parâmetros de fermentação ruminal. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.27, n.1, p.171-178, jan./fev. 1998.

LEÃO, M.I; SILVA, J.F.C. Técnica de fistulação de abomaso em bezerros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 1.; REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 17., 1980, Fortaleza. *Anais...Fortaleza*, 1980. p.37.

LIMA, M.A. et al. O uso do óxido crômico para estimar a excreção fecal de novilhos zebus em pastejo. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.9, n.2, p.188-202, jan./fev. 1980.

MANNETJE, L.T.; EBERSOHN, J.B. Relations between sward characteristics and animal production. *Tropical Grasslands*, Brisbane, v.14, n.4, p.273-280, Dec. 1980.

MEHREZ, A.Z.; ORSKOV, E.R. A study of the artificial fiber bag technique for determination the digestibility of feeds in the rumen. *Journal of Agricultural Science*, Cambridge, v.88, n.1, p.645, Mar. 1977.

MERTENS, D.R. Analysis of fiber in feeds and its use in feed evaluation and ration formulation. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, 1992, Lavras. *Anais...Lavras: SBZ*, 1992. p.1-33.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.). *Forage quality, evaluation and utilization*. Winsconsin: American Society of Agronomy, 1994. p.450-493.

MOULD, F.L.; ORSKOV, E.R.; MANNS, O. Associative effects of mixed feeds. I. Effects of type and level of supplementation and the influence of the rumen pH on cellulolysis in vivo and dry matter digestion of various roughages. *Animal Feed Science Technology*, Amsterdam, v.10, n.1, p.15-30, 1983.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient requirements of dairy cattle*. 6.ed. Washington: National Academy, 1988. 158p.

NOCEK, J.E. In situ and others methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.71, n.8, p.2051-2059, Aug. 1988.

NOLAN, J.V. Nitrogen kinetics. In: FORBES, J.M.; FRANCE, J. (Ed.). **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. Wallingford: CAB International, 1993. p.123-143.

ORSINE, G.F. **Suplementação de ovinos e padrões da fermentação ruminal, degradabilidade e consumo de fenos de capim braquiária**. Jaboticabal. 2001. 75p. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Universidade do Estado de São Paulo, Jaboticabal.

OWENS, E.N. Fermentación ruminal. In: CHURCH, C.D. (Ed). **El ruminante fisiología digestiva y nutrición**. Zaragoza: Acribia, 1988. p.159-190.

OWENS, F.N.; HANSON, C.F. External and internal markers for appraising site and extent of digestion in ruminants. **Journal of Dairy Science**, Champaing, v.75, n.9, p.2605-2617, Sept. 1992.

PALMQUIST, D.L.; CONRAD, H.R. Origin of plasma fatty acids in lactating cows fed high grain fat diets. **Journal of Dairy Science**, Champaing, v.54, n.7, p.1025-1033, July 1971.

PAULINO, M.F. Suplementação energética e protéica de bovinos de corte em pastejo. In: **SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS**, 3., 2001. Goiânia. Anais... Goiânia: UFG, 2001. p.121-154.

PAULINO, M.F. et al. Alguns aspectos da suplementação de bovinos de corte em regime de pastagens durante a época seca. **Informe Agropecuário**, v.8, n.89, p.28-38, maio 1982.

RABELLO, T.G. **Grão de soja moído na alimentação de vacas lactantes**. 1995. 114p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A.; PEREIRA, J.R.A. A suplementação como estratégia de manejo da pastagem. In: **SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM: produção de bovinos a pasto**. 13., 1996, Piracicaba. Anais...Piracicaba: FEALQ, 1996. p.123-150.

SANCHES, L.J.T. et al. Composição química da forragem disponível versus dieta de bovinos em pastagem natural. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.22, n.5, p.852-861, set./out. 1993.

SATTER, L.D.; ROFFLER, R.E. Nitrogen requirement and utilization in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.58, n.8, p.1219-1237, Aug. 1975.

SILVA, J.F.C; CAMPOS, J.; CONRAD, J.H. Uso do óxido crômico na determinação da digestibilidade. *Experientiae*, Viçosa, v.8, n.1, p.1-23, maio 1968.

SILVA, J.F.C; LEÃO, M.I. **Fundamentos da nutrição dos ruminantes.** Piracicaba: Livroceres, 1979. 384p.

SMITH, A.M.; REID, J.T. Use of chromic oxide as an indicator of fecal output for the purpose of determining the intake of pasture herbage by grazing cows. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.38, n.5, p.515-524, May 1955.

SOUZA, A.A. de. **Uso de subprodutos agroindustriais para suplementação de novilhos em terminação durante o período de secas.** 2002. 71p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant.** 2.ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476p.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.74, n.10, p.3583-3597, Oct. 1991.

VIEIRA, P.F. **Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídeos em rações para ruminantes.** 1980. 98p. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

WILLIAMS, C.H.; DAVID, D.J.; ISMA, O. The determination of chromic oxide in faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. *Journal of Agricultural Science*, Cambridge, v.59, n.3, p.381-385, Nov. 1962.

ZEOULA, L.M. et al. Utilização de cinza insolúvel em ácido, óxido crômico e celulose em estudos de digestão. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.21, n.1, p.73-82, jan./fev. 1992.

ZINN, R.A.; PLASCENCIA, A.; BARAJAS, R. Interaction of forage level and monesin in diets for feedlot cattle on growth performance and digestive funcion. *Journal Animal Science*, Champaing, v.72, n.9, p.2209-2215, Sept. 1994.

CAPÍTULO 4 Desempenho de novilhos suplementados com misturas múltiplas

RESUMO

OLIVEIRA, Euclides Reuter de. Desempenho de novilhos suplementados com misturas múltiplas. In: _____. *Avaliação de misturas múltiplas pela degradabilidade, digestibilidade e desempenho de bovinos em pastejo*. 2002. p.79-106. Tese (Doutorado em Nutrição de Ruminantes)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.*

O experimento foi realizado nas dependências da Escola Agrotécnica Federal de Cuiabá, MT, entre julho e novembro de 2001 para avaliar o uso de diferentes misturas múltiplas e, por ensaio de produção, determinar seus efeitos produtivos e econômicos. Foram utilizados sessenta novilhos de corte castrados, com idade e peso médios de dezoito meses e de 269 kg, respectivamente. Foram utilizados 48 animais para ensaio de desempenho e doze animais fistudados no rúmen, divididos em seis grupos de dez animais. Cada grupo recebeu um tratamento: (T0) pastagem sem minerais; (T1) pastagem com sal mineralizado; (T2) pastagem com sal mineralizado + uréia; (T3) pastagem com sal mineralizado + uréia + milho; (T4) pastagem com sal mineralizado + uréia + farelo de soja e (T5) pastagem com sal mineralizado + uréia + milho + farelo de soja.

Para determinação do consumo, utilizouse o óxido crômico como indicador para estimar a excreção fecal e, através da técnica de simulação de pastejo, coletou-se amostra da gramínea que, após incubados – forragem e fezes – por 144 horas foi obtida a MS indigestível. A forragem foi caracterizada em cada período como sendo de média qualidade, uma vez que apresentou valor médio protéico e alto valor de FDN. A disponibilidade média de matéria seca foi de 2.723 kg MS/ha ao término do período experimental. Observou-se diferença ($P < 0,05$) para consumo, conversão, ganho médio final, ganho em peso diário e peso médio metabólico entre os tratamentos. O comportamento dessas variáveis em todos os tratamentos pode ser justificado pela qualidade da pastagem aliada à disponibilidade de MS/ha que, possivelmente, possibilitou maior seletividade da forragem ingerida, propiciando melhor desempenho. A suplementação para animais em pastejo mostrou-se uma técnica economicamente viável para o tratamento com sal mineralizado + uréia e de grande potencial para os demais tratamentos, dependendo da relação entre o preço dos insumos e o da arroba de carne.

* Comitê Orientador: Paulo César de Aguiar Paiva – UFLA (Orientador), Juan Ramón Olalquiaga Pérez – UFLA, Joel Augusto Muniz – UFLA, Vera Lúcia Bany – UNIFENAS, Roberto Maciel Cardoso – UFV.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Euclides Reuter de. The performance of beef cattle steers supplemented in the pasture with multiple mixtures. In: _____. **Evaluation of multiple mixtures by degradability, digestibility and performance of cattle on grazing.** 2002. Thesis (Doctorate in Ruminant Nutrition)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

The experiment was conducted at the "Escola Agrotecnica Federal de Cuiabá, MT" from July to November 2001, in order to study the use of different supplements in animal production and economic performancy. It was used to castrated beef cattle steers aging 18 months and weighing 269 kg. Forty eight steers were used in the live weight gain study and twelve were rumen fistulated. The whole group was divided in six groups of ten animals each. Each one of the six groups received one and different treatment as follow: (T0) pasture and no minerals; (T1) pasture and mineral salt; (T2) pasture and mineral salt plus urea; (T3) same as (T2) plus corn; (T4) pasture and mineral salt plus urea and soybean meal; and (T5) pasture and mineral salt plus urea, plus corn, and plus soybean meal. In order to determine food intake it was utilized chromic oxide as an indicator and through the grazing simulation technique it was taken grass forage samples, which after incubation with feces for 144 hours it was obtained the indigestible DM. In each sampling period the forage was characterized as being of medium nutritive quality value. This forage had medium percentage of protein and high values for NDF. Forage availability on the basis of DM was 2.723 kg/ha at the end of the trial. There was a significant ($P < 0.05$) forage consumption difference, for the average conversion, final LWG, for daily LWG, and for average metabolic weight due to treatment. This type of behavior can be justified and explained by forage quality and forage availability. Those two factors may have allowed a high forage selectivity, leading to a better animal performance. The supplementation of animals in pasture was economical feasible for the treatment (T2) and for great potential for the other treatments according to the relationship between the cost of the supplement and the price for the meat.

8.

* Guidance Committee: Paulo César de Aguiar Paiva – UFLA (Adviser), Juan Ramón Olalquiaga Pérez – UFLA, Joel Augusto Muniz – UFLA, Vera Lúcia Banys – UNIFENAS, Roberto Maciel Cardoso – UFV.

1 INTRODUÇÃO

A produção de bovinos de corte no Brasil está fundamentada na utilização de pastagens que correspondem de 70% a 80% da alimentação. Neste contexto, as condições climáticas, na região centro-oeste, exercem influência no comportamento da produção animal. A edafoclimatologia interfere na disponibilidade e qualidade da oferta de nutrientes aos animais ao longo do ano.

A utilização de mistura múltipla pode reduzir as perdas ou proporcionar ganhos na produção. Estas misturas têm sido usadas com a finalidade de fornecer nitrogênio protéico, não protéico e energia para os microrganismos do rúmen, aumentando a eficiência da utilização das forrageiras.

Objetiva-se, com o uso de diferentes misturas múltiplas, por ensaio de produção, determinar seus efeitos produtivos e econômicos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

No Brasil Central, durante a estação chuvosa, as pastagens tropicais têm o benefício da precipitação, luminosidade e temperatura que, associados à boa nutrição mineral, determinam alta produtividade vegetal e animal. Ao contrário, na estação seca, ocorre queda acentuada na qualidade e na disponibilidade da forragem, que se caracteriza por produção de aproximadamente 10% a 20% do total anual (Esteves et al., 1998).

Uma das estratégias para corrigir a defasagem de forragem no período seco, é o diferimento do pasto, que consiste em vedar determinadas áreas à entrada de animais no final da estação chuvosa, permitindo acúmulo de forragem para utilização na estação seca (Costa et al., 1993). À medida que aumenta a disponibilidade de forragem por animal, permite-se o pastejo seletivo fazendo com que a qualidade da forragem ingerida seja superior àquela da forragem disponível (Silva, 1993). Dessa forma, o bovino não dispõe de restrição alimentar, pasteja seletivamente e consegue máxima ingestão de pasto, uma vez que o consumo é influenciado pela - disponibilidade - e pela qualidade da forragem (Gomide, 1993).

É importante determinar as características da forragem em amostras que sejam o mais representativo possível do consumido. O método de coleta exerce influência na qualidade representativa da amostra. Johnson (1978) sugeriu a observação cuidadosa da preferência animal quanto às espécies ou parte da planta ingerida, para a colheita do material, simulando o pastejo e, assim, estimar satisfatoriamente a dieta selecionada pelos animais.

Associado a todos esses cuidados para um melhor aproveitamento da pastagem, Paulino (2001) sugere o uso da mistura múltipla, que consiste em formulações que fornecem macro e microminerais, proteína verdadeira e

energia, nitrogênio solúvel e também podem ser adicionadas de promotores de crescimento e vitaminas, entre outros. Como consequência, tem-se o aumento do crescimento microbiano ruminal e da eficiência da fermentação, com efeito direto no aumento da digestibilidade, no consumo da forragem e no desempenho animal, a custos acessíveis ao criador.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

O experimento foi realizado nas dependências da Escola Agrotécnica Federal de Cuiabá, MT, entre julho e novembro de 2001.

A altitude local é de 650 metros, localizado a 15°50' de latitude sul e 55°34' a oeste de Greenwich. A precipitação média anual de 1.860 mm, caracterizando clima tipo transição "Cwa", subtropical a temperado, com temperatura média anual de 22°C. O solo é do tipo latossólico, com predomínio do Latossolo Vermelho Escuro distrófico - epiálico (Brasil, 1992). A classificação climática foi efetuada com base em dados originais da estação meteorológica principal de São Vicente da Serra, inserida no 9º Distrito de Meteorologia do Ministério da Agricultura – INEMET (Área 01).

Os dados meteorológicos encontram-se sumariados na Tabela 4.1.

TABELA 4.1 Valores médios para temperatura, precipitação pluviométrica (PP) e umidade relativa do ar (UR), durante o período experimental⁽¹⁾.

Períodos	Temperatura (°C)			PP (mm)	UR (%)
	Ar	max.	min.		
21/07 a 31/07	21,60	27,40	16,10	3,40	69,33
01/08 a 31/08	25,37	30,80	18,00	52,20	43,67
01/09 a 30/09	25,28	30,07	19,73	45,20	60,56
01/10 a 31/10	24,73	29,70	20,00	56,00	72,00
01/11 a 10/11	24,17	29,00	19,90	85,60	80,67

⁽¹⁾Fonte Climatológica Principal de São Vicente da Serra, MT

3.2 Animais e pastagem

Foram utilizados sessenta novilhos castrados, com idade média de dezoito meses e peso médio de 269 kg. Foram 48 animais para desempenho e doze animais fistulados no rúmen, segundo técnicas descritas por Leão & Silva (1980), com raças e diferentes graus de sangue. Em cada piquete de 10 hectares, foram utilizados dez animais (oito animais para desempenho e dois fistulados). A área da pastagem foi previamente submetida a pastejo e, posteriormente, vedada e adubada com 10 kg de uréia por hectare, no mês de abril de 2001, visando proporcionar maior oferta de matéria seca no período de utilização. Dividiu-se a área em seis piquetes, formado de braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf), braquiarão (*Brachiaria brizantha* Hochst. Stapf) e colônião (*Panicum maximum* Jacq), com produtividade média, no término do

experimento, de aproximadamente 2.723 kg/ha de MS. Utilizou-se o pastejo rotacionado com quatorze dias de ocupação, e a taxa de lotação de 1 animal/ha.

3.3 Tratamentos

Avaliaram-se cinco alternativas de suplementação, comparadas a um grupo denominado testemunha, mantido exclusivamente em regime de pasto. Esses tratamentos foram elaborados com sal comum, mistura mineral conforme a Tabela 4.2 e acrescidos de milho, uréia e farelo de soja (Tabela 4.3).

TABELA 4.2 Composição da mistura mineral *

Mineral	Níveis de garantia
	g/kg
Cálcio	150
Fósforo	88
Enxofre	30
Magnésio	9,2
	mg/kg
Zinco	5500
Manganês	1500
Cobre	1400
Cobalto	80
Iodo	150
Selênio	30

Fontes de minerais: Fosfato bicálcio, carbonato de cálcio, flor de enxofre, sulfato de zinco, óxido de zinco, sulfato de manganês, sulfato de magnésio, óxido de magnésio, sulfato de cobre, sulfato de cobalto, iodato de cálcio, selenito de sódio

* Indústria Novanis

TABELA 4.3. Composição dos tratamentos experimentais, em porcentagem.

Ingredientes	Tratamentos					
	0	1	2	3	4	5
Farelo de soja	0	0	0	0	50,0	15,0
Milho	0	0	0	50,0	0	27,0
Uréia	0	0	10,0	10,0	10,0	10,0
Enxofre	0	0	1,0	1,0	1,0	1,0
Sal comum	0	0	40,4	21,0	21,0	29,0
Mistura mineral	0	0	48,6	18,0	18,0	18,0
Sal mineralizado completo*	0	100	0	0	0	0
Total	0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

* Indústria Novanis – formado por mistura mineral acrescido de sal comum

Os suplementos foram formulados para fornecer mineralização completa, acrescidos de amido oriundo do milho, energia facilmente fermentada no rúmen, nitrogênio não protéico na forma de uréia e ou farelo de soja como fonte de proteína verdadeira. O tratamento controle (T0), sem suplemento, constituía-se apenas de forragem.

Os tratamentos foram: T0- pastagem sem minerais (testemunha); T1- pastagem com sal mineralizado; T2- pastagem com sal mineralizado + uréia; T3- pastagem com sal mineralizado + uréia + milho; T4- pastagem com sal mineralizado + uréia + farelo de soja e T5- pastagem com sal mineralizado + uréia + milho + farelo de soja.

3.4 Período experimental e instalações

A duração do trabalho foi de 153 dias, com início em 11 de junho de 2001 e término dia 10 de novembro. Deste período, os primeiros quarenta dias

foram destinados à adaptação dos animais à instalação, ao manejo e a suplementação (período pré-experimental). O período experimental teve a duração de 112 dias, iniciando em 21 de julho de 2001.

Para a condução deste trabalho, foi utilizado um curral, constituído de cinco repartições, tronco, seringa e balança tipo brete, com capacidade para 1.500 kg, em anexo à área da pastagem, comunicado por corredor. Os piquetes foram providos de comedouros cobertos e bebedouros.

Para os animais fistulados, o experimento foi dividido em três períodos de 28 dias, nos quais foram feitos novos sorteios para os tratamentos, de tal forma que cada tratamento obteve seis repetições para as avaliações. Os primeiros oito a dez dias, de cada período foram destinados à adaptação dos animais aos tratamentos e pastagens e com seis dias para coleta, ou seja, incubação de forragem e fezes durante 144 horas.

O período do 14^o ao 24^o dia, de cada período foi destinado à adaptação dos animais ao óxido crômico e o restante, 25^o ao 30^o dia destinado à coleta de fezes.

Para avaliação do ganho de peso, os animais foram pesados a cada 14 dias.

3.5 Disponibilidade e composição da forragem

Foi realizado um corte da forragem em 10 de outubro, com o objetivo de obter a disponibilidade de matéria seca (MS) e a composição bromatológica no término do período experimental. Foram retiradas quinze amostras de cada piquete e os cortes foram feitos em toda extensão da pastagem, a 10 cm do solo, utilizando um quadrilátero de 0,5 x 0,5 m (0,25 m²), lançado aleatoriamente. Após o corte, o material foi pesado e misturado. Uma amostra composta de cada piquete foi retirada, seca em estufa a 65^oC por 72 horas, pesada e moída para

posteriores análises laboratoriais. Com a determinação da matéria seca das amostras segundo AOAC (1990), fez-se o cálculo da disponibilidade de matéria seca (MS).

3.6 Excreção fecal

Utilizou-se o óxido crômico (Cr_2O_3) como indicador externo para determinação da excreção fecal, com aplicação direta no rúmen na fistula ruminal, na quantidade total diária de 10 g, dividida em duas doses diárias, às 9 e 15 h, durante os dias de adaptação e coleta.

As amostras de fezes foram coletadas diretamente no reto, duas vezes ao dia, conforme metodologia descrita por Zimm et al. (1994), respeitando o esquema: dia 1 - coleta às 7h30 e 13h30; dia 2 - coleta às 9 e 15 h; dia 3 - coleta às 10h30 e 16h30 e dia 4 - coleta às 12 e 18h. No final de cada período experimental, obteve-se um total de oito amostras de fezes, de aproximadamente 400 g cada. Acondicionadas em sacos plásticos, posteriormente foram colocadas em pratos de alumínio, procedendo-se à pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 65°C, até atingir peso constante. Então foram processadas em moinho do tipo Willey, com peneira de 5 mm. Uma amostra composta diária de fezes foi analisada quanto à matéria seca (MS), segundo AOAC (1990) e quanto ao teor de cromo, em espectrofotômetro de absorção atômica, conforme metodologia descrita por Willians et al. (1962).

O valor de excreção fecal foi obtido conforme descrito por Smith e Reid (1955).

3.7 Consumo

3.7.1 Ensaio de degradabilidade “in situ” da matéria seca para determinação do consumo da forragem

A forragem foi obtida pela técnica de simulação de pastejo segundo técnicas descritas por Johnson (1978). Foram coletadas, no total de cinquenta amostras em cada piquete, homogeneizadas para a obtenção de uma amostra composta. Em torno de 400 gramas, as fezes foram coletadas via reto e secas a 65°C em estufa com ventilação forçada, até alcançar peso constante para moagem em moinho com peneira de 5 mm. As amostras foram analisadas quanto a matéria seca (MS), segundo metodologia descrita pelo AOAC (1990), fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido (Van Soest et al., 1991).

Para a determinação da degradabilidade ruminal *in situ* foi utilizada a técnica do saco de náilon, segundo Mehrez & Orskov (1977), obedecendo-se às recomendações propostas por Nocek (1988). As amostras foram pesadas e acondicionadas em sacos identificados, com dimensões internas de 6,0 × 6,75 cm, com porosidade média de 55µ.

Por meio de uma sacola de filó, juntamente com um peso de chumbo de 100g, os saquinhos foram depositados na porção ventral do rúmen de cada animal, durante 144 horas. Foram confeccionados 5 sacos/animal/alimento.

Após a retirada, os sacos foram colocados imediatamente num balde com água gelada com pedras de gelo para a paralisação da fermentação. O material foi lavado em água corrente, até a água apresentar-se levemente turva. Posteriormente, foram secas em estufa a 65°C, por 72 horas e pesados. Os resíduos remanescentes dos sacos foram analisados quanto ao teor de matéria seca indigestível (MSI), conforme AOAC (1990).

Os procedimentos para a determinação da MSI foram obtidos por diferença de peso encontrado para cada componente entre as pesagens, antes e após a incubação ruminal, e expressos em porcentagem.

O consumo de matéria seca foi obtido pela fórmula:

$$\text{Consumo de MS (g/dia)} = \frac{\text{MS exc. fezes} \times \% \text{MSI da fezes}}{\% \text{MSI da forragem}}$$

Ao se relacionar o consumo ao peso vivo dos animais fistulados, utilizou-se como referência o peso médio do período, determinado pela média entre os valores iniciais e finais de cada período.

3.8 Consumo do suplemento

Para todos os tratamentos que constavam de suplementação no cocho, o controle de reposição foi feito à medida que a sobra no recipiente variava em torno de 500 g. O cálculo de consumo do suplemento foi realizado em função da diferença do peso inicial e a sobra em relação ao número de animais e dias.

3.9 Análises dos suplementos e forragem

As amostras do suplemento e da forragem foram analisadas quanto à matéria seca e proteína bruta, segundo metodologia descrita pelo AOAC (1990), fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido (Van Soest et al., 1991).

3.10 Cálculos efetuados

3.10.1 Produção total de carne (PTC)

A PTC foi determinada a fim de quantificar o total de carne produzida no período experimental. Para isso, determinou-se a diferença do ganho de peso diário entre os tratamentos (mineral, uréia, milho, farelo de soja, milho + farelo

de soja e controle) e, posteriormente, multiplicou-se o valor por 112 (dias) conforme a fórmula a seguir:

$$PTC = (GMD_T - GMD_C) \times 112 \text{ dias}$$

GMD_T = Ganho médio diário do tratamento analisado;

GMD_C = Ganho médio diário do tratamento controle.

3.10.2 Equivalente carcaça (EC)

O EC foi determinado para se conhecer o valor a ser pago ao produtor com base na produção total de carne. Considerou-se a produção total da carne (PTC) e o rendimento de carcaça estimado (50%), ou seja,

$$EC = (PTC \times 50) / 100.$$

3.10.3 Receita total (RT)

A RT foi determinada com o objetivo de se obter a receita bruta gerada pelo ganho diário de peso adicional dos tratamentos T2, T3, T4 e T5. Para se calcular a remuneração total, dividiu-se o valor calculado para o equivalente carcaça (EC) por 15, para que o quociente desta divisão seja expresso em arrobas. Posteriormente, multiplicou-se este valor pelo preço pago pela arroba (R\$42,50). No período experimental, a cotação média do dólar americano (US\$) era de R\$ 2,70 (dois reais e setenta centavos). A fórmula é representada:

$$RT = (EC / 15) \times 42,50.$$

3.10.4 Despesa total (DT)

A DT foi calculada pelo custo da forragem, mão-de-obra e do suplemento durante o período experimental. O custo da forragem foi estimado pela base estabelecida pela prática na região de aluguel de pastagem, que é de um quilo de carne de primeira (4,00) por animal, por mês. Foi usado como referência o mês de julho, no início do experimento. A mão-de-obra foi estimada na base de meio salário mínimo (1 salário mínimo era R\$180,00 reais) considerando que o funcionário precisaria de apenas meio dia para manejar os animais e a outra metade do salário seria paga por outras atividades da fazenda. O cálculo do suplemento foi obtido pelo produto de multiplicação que envolveu o custo diário do suplemento, o consumo do suplemento e a quantidade de dias de consumo.

3.10.5 Remuneração do capital investido (RCI)

A RCI foi obtida com o intuito de determinar a rentabilidade do montante investido. Para isso, subtraiu-se a despesa total (DT) da receita total (RT) dividida pela DT, ou seja:

$$RCI = (RM - DT) / DT.$$

3.10.6 Custo por arroba produzida (CAP)

O CAP teve como finalidade a quantificação do valor a ser gasto pelo produtor para produzir uma arroba com o uso da suplementação. O cálculo foi obtido por meio da relação entre o equivalente carcaça produzido no período experimental e o custo total (forragem, mão-de-obra e suplemento) para o mesmo período, ou seja:

$$CAP = (DT \times 15) / EC.$$

3.11 Cálculos e análises estatísticas

Para os animais fistulados, o ganho em peso, o consumo e a conversão alimentar foram analisados utilizando-se o delineamento em blocos ao acaso, com seis tratamentos e seis repetições, sendo os blocos organizados considerando cada animal fistulado.

A análise estatística foi realizada utilizando-se o programa estatístico Sistema de Análise de Variância de Dados Balanceados (SISVAR), de acordo com Ferreira (2000).

O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + b_j + e_{ij}$$

em que:

Y_{ij} = valor da parcela que recebeu o tratamento i no bloco j ;

μ = constante associada a todas observações;

t_i = efeito do tipo de suplementação (i), com $i = 1,2,3,4,5,6$;

b_j = efeito do animal fistulado (j), com $j = 1,2,3,4,5,6$;

e_{ij} = o erro experimental associado a Y_{ij} que, por hipótese, apresenta distribuição normal de média zero e variância δ^2 .

Os dados de desempenho foram analisados utilizando-se o delineamento em blocos ao acaso, com seis tratamentos e oito repetições, sendo o peso inicial dos animais a variável utilizada para a blocagem.

A análise estatística foi realizada utilizando-se o programa estatístico Sistema de Análise de Variância de Dados Balanceados (SISVAR), de acordo com Ferreira (2000).

O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + b_j + e_{ij}$$

em que:

Y_{ij} = valor da parcela que recebeu o tratamento i no bloco j ;

μ = constante associada a todas observações;

t_i = efeito do tipo de suplementação (i), com $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$;

b_j = efeito do peso inicial dos animais (j), com $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$;

e_{ij} = o erro experimental associado a Y_{ij} que, por hipótese, apresenta distribuição normal de média zero e variância δ^2 .

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Disponibilidade e composição bromatológica da forragem

A Figura 4.1 ilustra a disponibilidade total de matéria seca (DTMS) em cada piquete, ao término do período experimental.

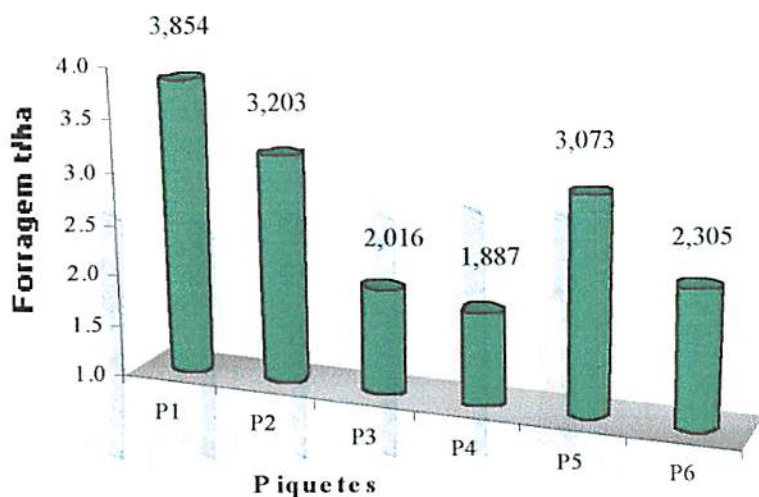


FIGURA 4.1 Disponibilidade total de matéria seca (DTMS) em cada piquete, ao término do período experimental.

Pressupostamente, o início do período experimental apresentou disponibilidade em sua totalidade, sofrendo alterações de perdas com o decorrer do tempo (O'Donovan et al., 2002). Daí a importância de caracterizar como enfoque principal o último período, representando melhor o período total.

Euclides et al. (1990) observaram que pastos vedados em abril apresentaram, durante o período de utilização, crescimento reduzido ou nulo. Portanto, sob pastejo, tendem a reduzir sua disponibilidade. Neste raciocínio, a

disponibilidade média de matéria seca foi de 2.723 kg MS/ha ao término do período experimental, o que possibilitou a seleção de forragem pelos bovinos. Isso porque foi acima de 2.000 kg MS/ha que Minson (1990) descreveu como mínimo para que não haja diminuição no tamanho dos ‘bocados’ e os bovinos não tenham dificuldade em satisfazer seu consumo, ou seja, garantir máxima seleção e ingestão de forragem.

A Figura 4.2 apresenta a composição bromatológica da forragem por piquete, ao término do período experimental. Os valores constam na Tabela 13A (Anexos)

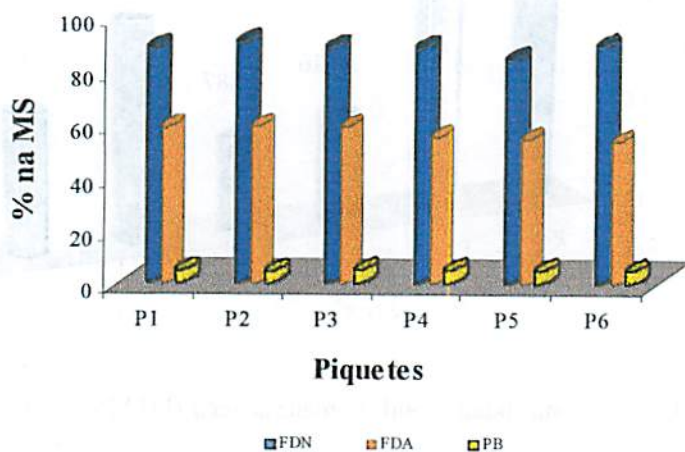


FIGURA 4.2 Composição bromatológica da forragem por piquete, ao término do período experimental.

A composição bromatológica da forragem, caracterizou-se por médios conteúdos de proteína bruta (PB) e altos percentuais de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). O nível de PB pode ser explicado pela manutenção de qualidade da forragem, quando precedida com

QUADRO 10 - Produções médias de grãos, coeficientes de regressão linear (b) com seus respectivos erros(s(b)), variâncias dos desvios da regressão (s^2d) e coeficientes de determinação (R^2) das cultivares de feijão e de suas misturas, considerando os cinco ambientes simulados. Lavras, MG, 1982/83.

Cultivares e misturas	Prod. média de grãos		b ± s(b)		s^2d	R^2 (%)
	kg/ha	%	1/	2/	3/	3/
Rico 23	1.424,5 a	101,9	1,29 ± 0,28	13.785,8	87,64**	
Cuva 168-N	1.425,8 a	102,0	0,73 ± 0,23	9.561,4	76,57**	
Moruna	1.442,0 a	103,2	0,84 ± 0,77	105.009,0**	28,58	
23+168-NMoruna	1.560,7 a	111,6	0,60 ± 0,14**	3.268,1	86,71**	
Ricopardo 896	1.462,3 a	104,6	1,86 ± 0,40*	27.939,4	87,98**	
Aroana	1.091,8 b	78,1	0,90 ± 0,24	10.513,6	82,03**	
896 + Aroana	1.348,4 ab	96,4	0,90 ± 0,29	14.994,3	75,97**	
Ricobaio 1014	1.327,0 ab	94,9	0,46 ± 0,51	46.235,4	21,38	
Mulatinho Vagem Roxa	1.401,6 a	100,3	1,37 ± 0,20	7.059,3	94,01**	
1014 + Vagem Roxa	1.493,8 a	106,9	1,03 ± 0,43	32.564,4	65,90*	
Média	1.397,8	100,0	0,99	27.093,1	70,68	
Intervalo de confiança \bar{b} (5%)			0,61-1,39			

As médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

1/ : * e ** indicam valores significativamente diferentes da unidade, aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, através do teste t.

2/ : ** indica significância ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F.

3/ : * e ** indicam significâncias, segundo o teste t, aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

F e t, havendo enorme divergência entre as próprias margens de segurança dos dois testes.

Com relação aos desvios da regressão referidos no Quadro 10, verifica-se que apenas a cultivar Moruna apresentou variância dos desvios da linearidade altamente significativa. Para as demais cultivares e misturas não houve efeitos significativos para as suas respostas não lineares. Como era previsto, as cultivares com os maiores desvios da regressão mostraram os menores coeficientes de determinação.

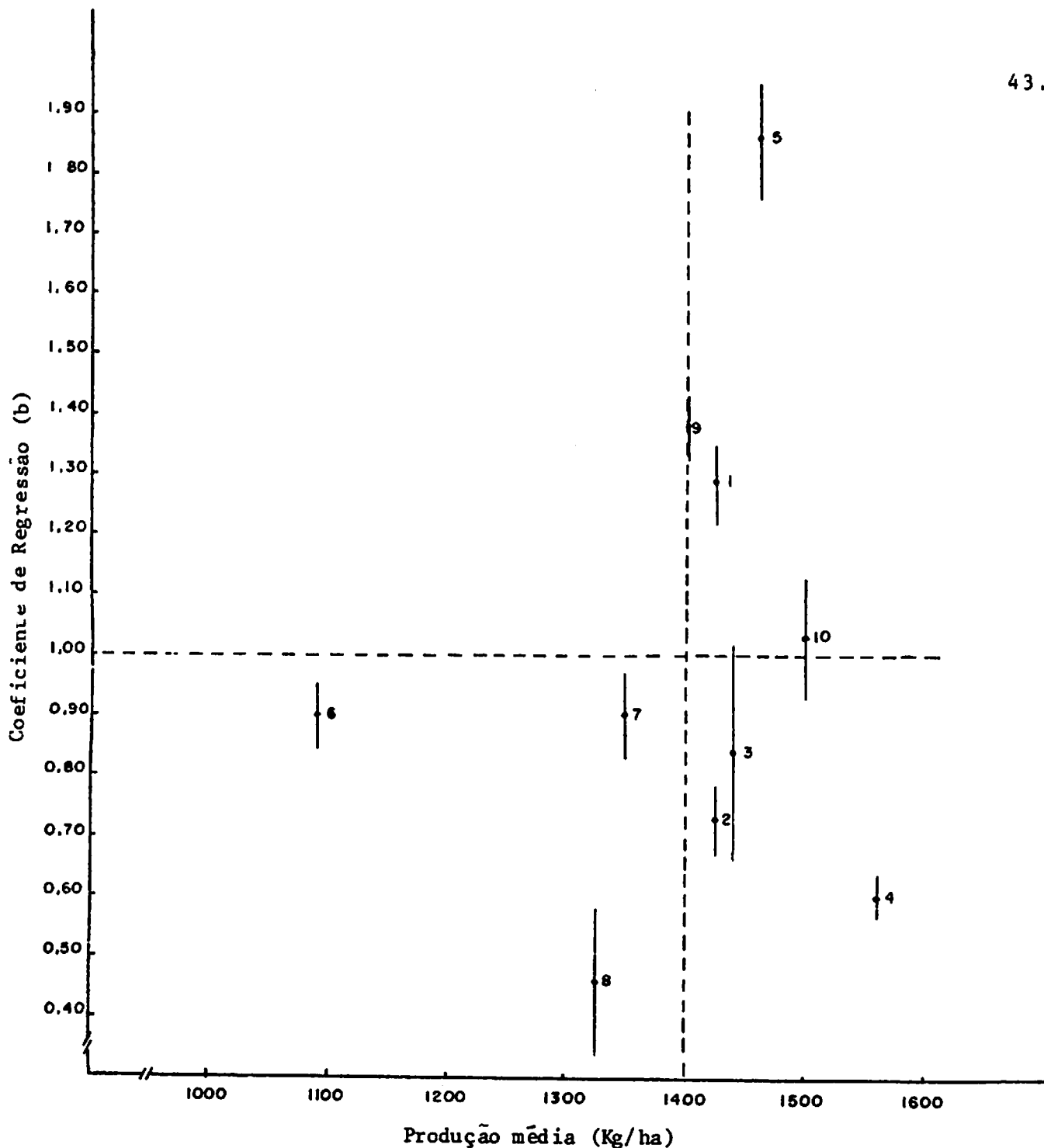
Observa-se ainda, no Quadro 10, que a cultivar Ricobaio 1014 não revelou respostas significativas para os efeitos lineares e, tampouco, para os desvios da linearidade. No entanto, pode compreender-se esse resultado, uma vez que o coeficiente de regressão dessa cultivar foi extremamente baixo, não permitindo que se detectasse resposta linear à melhoria do ambiente. Na realidade, sua variância dos desvios da regressão esteve muito próxima ao limite de significância de 5%.

De acordo com os dados obtidos, apenas as cultivares Ricopardo 896 e Moruna apresentaram respostas linear e não linear significativas, respectivamente. De maneira geral, pode afirmar-se que os diversos trabalhos de pesquisa que obtiveram as cultivares utilizadas nesse estudo, foram eficientes na seleção daquelas que apresentam respostas favoráveis e comportamentos previsíveis a níveis crescentes de fósforo no solo.

4.4. Discussão Geral

As Figuras de 1 a 4 ilustram os comportamentos diferenciais das cultivares estudadas e de suas misturas, nos cinco ambientes simulados.

Dentre as cultivares incluídas nesse estudo, a Ricopardo 896 apresentou o maior potencial produtivo, 4,6% mais do que a média geral, melhor adaptação sob condições de alto fósforo (b significativamente maior do que 1,0 pelo teste t a 5%), com respostas acentuadas aos aumentos dos níveis desse elemento. Deve, portanto, ser indicada para regiões que utilizam uma avançada tecnologia de produção. Pelo intervalo de confiança (Quadro 10), a cultivar Ricobaio 1014 forneceu coeficiente de regressão inferior ao valor de b médio, indicando baixa resposta à melhoria do ambiente, sendo adaptada a ambientes de baixo fósforo. Isso permite sua indicação para as condições menos favoráveis, onde se utilizam técnicas rudimentares de produção. Aliás, basta examinar o Quadro 7, para verificar uma tendência dessa cultivar em produzir relativamente bem nos ambientes de baixo fósforo e mal naqueles de alto fósforo, ao contrário da Ricopardo 896 que se situou entre as cultivares mais produtivas nos ambientes mais ricos em fósforo, tendo comportamento prejudicado quando submetida a ambientes desfavoráveis. A boa capacidade de produção da cultivar Ricopardo 896 e a sua resposta à melhoria do ambiente também foram observadas por PESSANHA et alii (53), em ambientes alterados artificialmente pela aplicação de diferentes níveis de adubação NPK.



Os números identificam as cultivares e misturas : 1= Rico 23; 2= Cuva 168-N ; 3= Moruna; 4= 23 + 168-N + Moruna; 5= Ricopardo 896; 6= Aroana; 7= 896 + Aroana; 8= Ricobaio 1014; 9= Mulatinho Vagem Roxa; 10= 1014 + Vagem Roxa.

$\bar{b} \pm t_{0,05} \cdot s(b)$, onde $t_{0,05} = 2,353$ (GL = 3)

FIGURA 1 - Relação entre produções médias de grãos e coeficientes de regressão linear com seus respectivos intervalos de confiança das cultivares de feijão e de suas misturas, em 5 ambientes simulados. Lavras, MG, 1982/83.

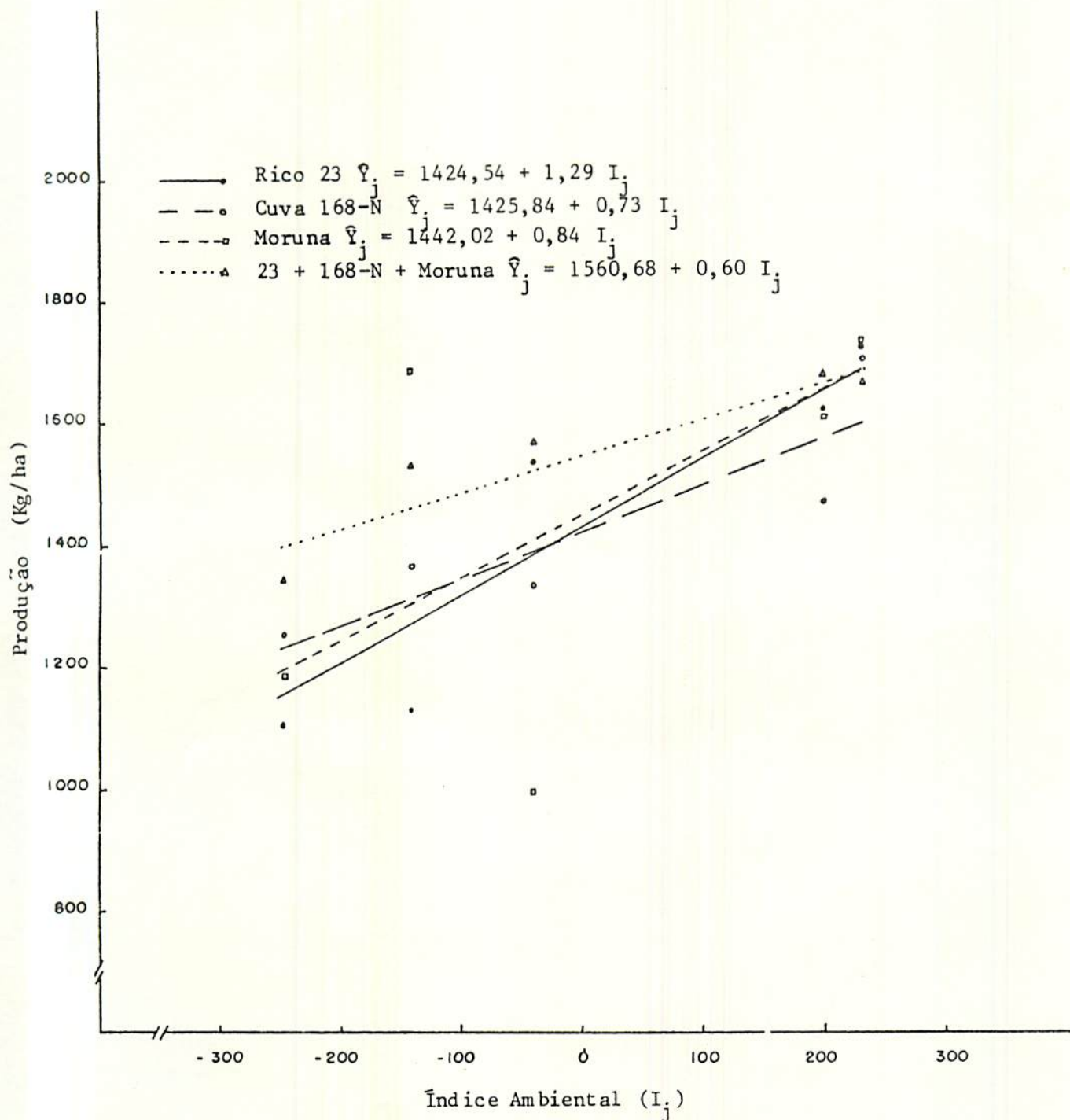


FIGURA 2 - Regressão linear e respectivos desvios da produção de grãos das cultivares Rico 23, Cuva 168-N e Moruna e de sua mistura, em 5 ambientes simulados. Lavras, MG, 1982/83.



[The text in this section is extremely faint and illegible due to low contrast and noise. It appears to be a large block of text, possibly a list or a series of paragraphs, but the individual words and sentences cannot be discerned.]

[This section contains the bottom portion of the document, which is also very faint and illegible. It may contain a signature, a date, or a concluding paragraph, but the content is not readable.]

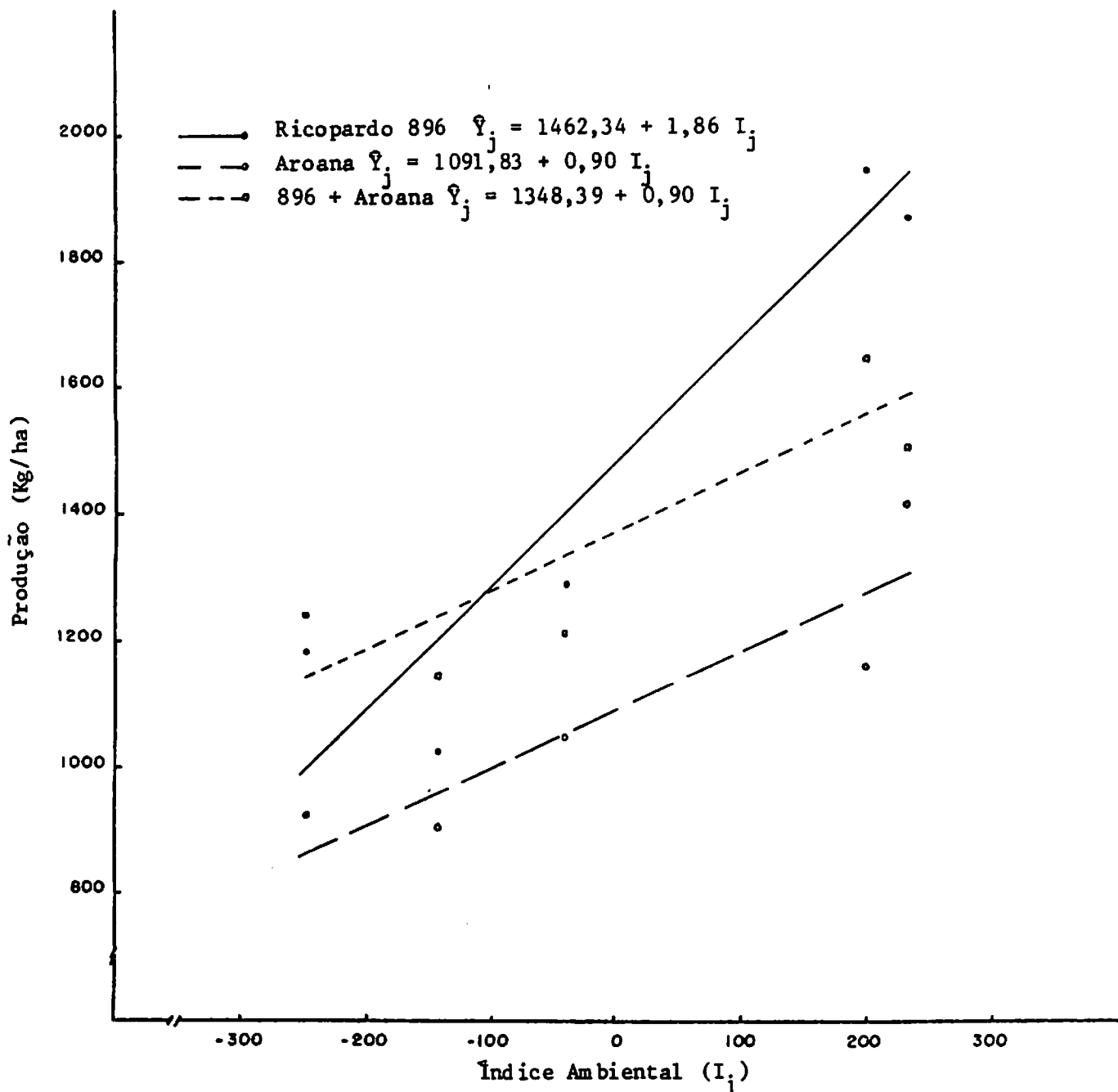


FIGURA 3 - Regressão linear e respectivos desvios da produção de grãos das cultivares Ricopardo 896 e Aroana e de sua mistura, em 5 ambientes simulados. Lavras, MG, 1982/83.

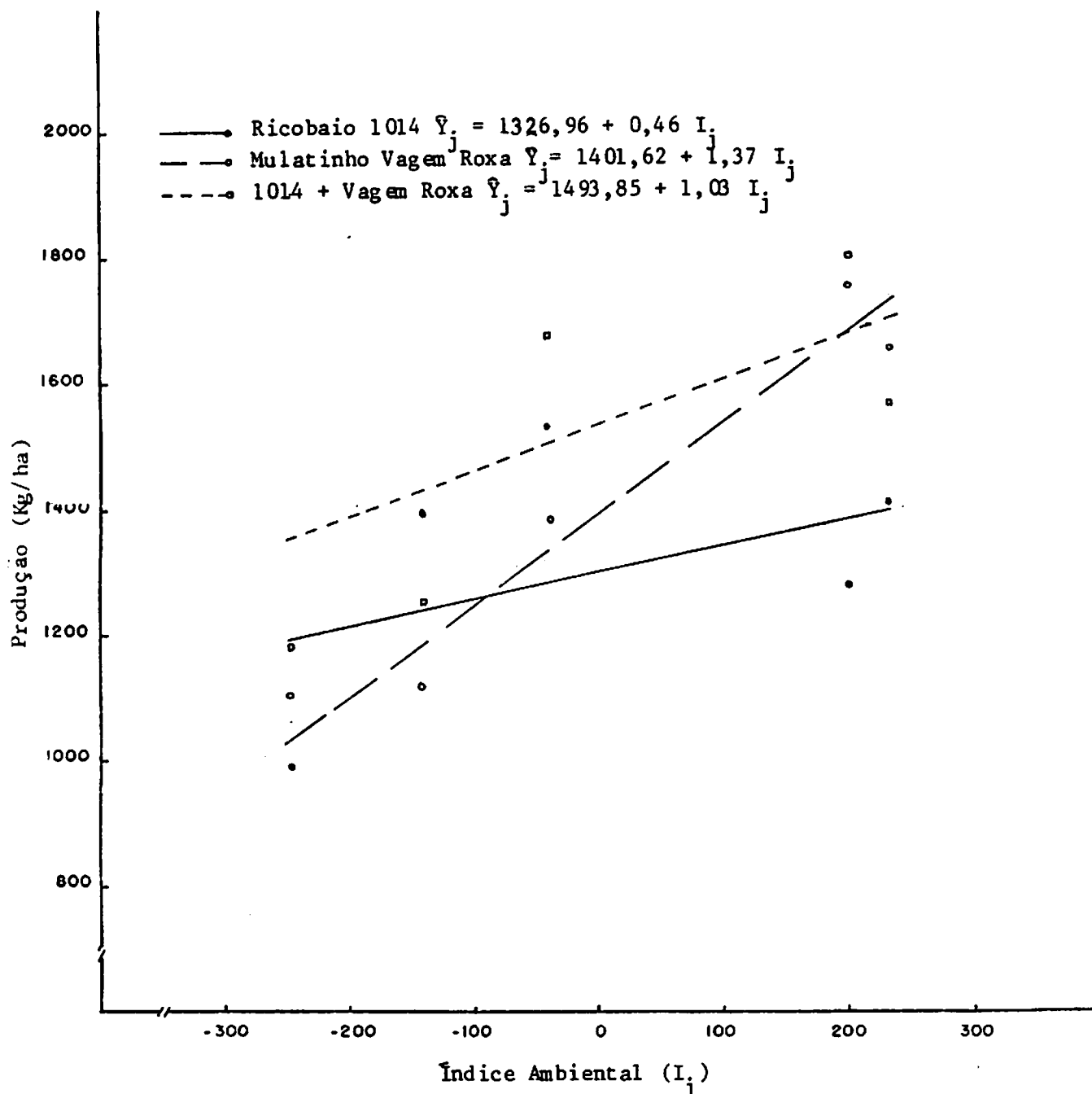


FIGURA 4 - Regressão linear e respectivos desvios das cultivares Ricobaio 1014 e Mulatinho Vagem Roxa e de sua mistura, para a produção de grãos, em 5 ambientes simulados. Lavras, MG, 1982/83.

As cultivares Rico 23 com $b=1,29$ e Mulatinho Vagem Roxa com $b=1,37$, mostraram tendência para responderem de maneira mais acentuada ao uso de adubos fosfatados e maior adaptação em níveis mais altos de fósforo. Por outro lado, a cultivar Cuva 168-N com $b=0,73$, possui menor capacidade de resposta às adubações fosfatadas, apresentando uma tendência de comportamento mais satisfatório em baixo nível de fósforo.

Coefficientes de regressão próximos da unidade foram obtidos para as cultivares Moruna e Aroana, indicando que elas respondem medianamente às aplicações crescentes de fósforo. Todavia, a cultivar Moruna, com um rendimento de 3,2% maior do que a média geral, mostrou-se a princípio bem adaptada a todos os ambientes, enquanto a cultivar Aroana adaptou-se mal a todos os ambientes, em função da sua baixa capacidade de produção, 21,9% inferior à média geral.

As misturas de feijões preto e mulatinho representaram os tratamentos mais produtivos, com um potencial de produção superior à média geral, em 11,6 e 6,9%, respectivamente. A mistura de feijões pardo produziu 3,6% menos que a média geral, denotando que tenha sido ligeiramente prejudicada pelo seu componente menos produtivo. A mistura 23 + 168-N + Moruna respondeu pouco às melhorias ambientais (b significativamente menor do que 1,0 pelo teste t a 1%), adaptando-se melhor aos ambientes mais pobres em fósforo. Esse comportamento é descrito também no Quadro 7, onde existe uma tendência dessa mistura em permanecer entre os tratamentos mais produtivos nos piores ambientes, fornecendo rendimentos inferiores a alguns tratamentos nos melhores ambientes. Observa-se, ainda,

que seu desempenho não sofreu maiores danos em condições desfavoráveis. Os coeficientes de regressão das outras misturas ficaram próximos da unidade, podendo ser consideradas adaptadas a todos os ambientes, com respostas progressivas a doses crescentes de fósforo.

Com relação aos resultados referentes à estabilidade, todas as cultivares, à exceção da Moruna, apresentaram variâncias dos desvios da regressão não significativas, indicando alta estabilidade de comportamento. A cultivar Moruna, por sua vez, mostrou um comportamento instável em face do estímulo ambiental. A resposta imprevisível dessa cultivar à melhoria das condições ambientais pode ser visualizada no Quadro 7. Dessa maneira, a sua recomendação deve ser feita com cautela, pois seu rendimento pode variar em ambientes de produtividade semelhante.

As variâncias dos desvios da linearidade (s^2d) (Quadro 10) não estão de acordo com os resultados encontrados para algumas das cultivares também estudadas por PESSANHA et alii (53), em ambientes simulados com níveis de adubação NPK. Entre elas, as cultivares Ricopardo 896 e Ricobaio 1014 foram consideradas como instáveis, por apresentarem valores de s^2d significativos. O comportamento da Ricopardo 896 foi explicado em virtude da sua grande sensibilidade à temperatura, sendo, portanto, muito influenciada pelo ambiente. Contudo, deve considerar-se que os valores de s^2d , para cada cultivar, são valores relativos, dependentes das demais cultivares que participaram dos ensaios. Assim, a avaliação da estabilidade fenotípica das cultivares deve ser discutida em termos comparativos, dentro do conjunto de cultiva-

res em estudo. De fato, PESSANHA et alii (53) observaram comportamentos diferentes para as cultivares Ricopardo 896 e Ricobaio 1014, quando ensaiadas juntamente com outras cultivares.

Com referência à estabilidade das misturas, todas elas apresentaram também um comportamento estável. Isso demonstra a capacidade das mesclas de mostrarem uma resposta altamente previsível ao estímulo ambiental.

A variância dos desvios da regressão da mistura de feijões preto foi menor do que os valores de s^2_d de qualquer um dos seus componentes em cultivo exclusivo, indicando que não sofreu influência do seu componente instável. Esse resultado permite demonstrar que a mistura 23 + 168-N + Moruna apresentou um comportamento mais estável, em relação aos seus componentes em "stand" puro. A maior estabilidade de produção das misturas de cultivares em relação a uma cultivar apenas, tanto em feijão como em outras culturas autógamas, tem sido também demonstrada em vários outros trabalhos (2, 17, 23, 27, 32, 33, 58, 59, 62).

Visto que uma mistura de cultivares é composta por diferentes genótipos, cada um adaptado a uma amplitude diferente de ambientes, a maior estabilidade das misturas, quando comparadas com as cultivares, pode ser explicada através do fenômeno da homeostase. Segundo LERNER (40), a homeostasia pode ser definida como a capacidade de autoregulação ou tamponamento de uma população composta por vários genótipos, frente às condições variáveis do ambiente, conduzindo a uma maior estabilidade da população.

Os valores de s^2_d das outras misturas (14.994,3 e 32.564,4) foram aproximadamente iguais aos das médias dos s^2_d dos seus

respectivos componentes (19.226,5 e 26.647,3).

Indubitavelmente, uma das grandes vantagens apontadas para as populações heterogêneas é reduzir a incidência de doenças (1, 9, 19, 67, 72, 75). O presente estudo não permitiu avaliar essa vantagem atribuída às misturas, porque o ataque de enfermidades foi leve. Provavelmente, se esse ataque fosse mais severo, os resultados referentes à adaptação e estabilidade fenotípica das cultivares e misturas poderiam ser diferentes. Deste modo, faz-se necessário repetir os estudos aqui relatados em condições de maior ocorrência de moléstias.

Em determinadas regiões produtoras de feijão no Brasil, o lançamento por parte dos órgãos de pesquisa agropecuária de misturas de cultivares, possivelmente teria aceitação no meio rural, pois existem evidências de que elas já são utilizadas pelos agricultores (64,79).

Entretanto, a identificação das cultivares para constituir uma mescla varietal que proporcione certo equilíbrio entre seus componentes, é um problema ainda não solucionado. As características agronômicas e morfológicas e a constituição genotípica das cultivares, bem como as práticas culturais adotadas, influenciam acentuadamente o comportamento das misturas, como demonstram os diversos experimentos realizados sobre o mecanismo da competição intergenotípica em misturas de cultivares de feijão (13, 14, 15, 27, 52, 53).

Portanto, para que se possa manter uma proporção mais ou menos constante dos componentes na mistura, é necessário que se

proceda anualmente à reconstituição desses componentes. Nesse caso, seria recomendada aos agricultores a aquisição periódica de novas sementes. Uma vez lançadas no mercado, as misturas varietais trariam benefícios não somente aos agricultores, como também aos produtores de sementes.

Ao se formar uma mistura, os componentes devem possuir, entre outras, ao menos duas características em comum: ciclo vegetativo, para não alterar a colheita, e tipo de semente, ou seja, cor e brilho semelhantes. Porém, cada componente da mistura deve carregar diferentes genes para resistência às raças fisiológicas dos patógenos causadores de doenças. Se possível, devem misturar-se apenas cultivares que forneçam produções "transgressivas" positivas, conforme observado por CARDOSO e VIEIRA (14) no feijão e mesmo em outras culturas (8, 33, 58). Segundo TRENBATH (69), o termo "produção transgressiva positiva" pode ser usado quando a produção média da mistura for maior do que as produções médias de cada um dos seus componentes.

Outro aspecto que merece algumas considerações é o que se refere às proporções dos componentes nas misturas. Assim como nos demais ensaios com misturas de cultivares de feijão, elas foram formadas pelo mesmo número de sementes de cada componente. Seria essa a melhor maneira de compor as misturas? O que aconteceria se os componentes entrassem na mistura em proporções diferentes? O equilíbrio desejado entre seus componentes poderia ser alcançado?

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente estudo permitem concluir :

a) Níveis de adubação fosfatada podem ser considerados como ambientes diferentes no estudo da estabilidade fenotípica em cultivares de feijão.

b) Houve evidências de que as misturas de cultivares de feijão podem produzir mais do que a média dos seus componentes em cultivo exclusivo. Sob condições de baixo nível de fósforo, as misturas mostraram tendência para maior eficiência na absorção e/ou utilização do nutriente.

c) As misturas de feijões preto e mulatinho apresentaram os maiores potenciais de produção. Entre as cultivares, a Ricardo 896 destacou-se como a mais produtiva.

d) A mistura 23 + 168-N + Moruna apresentou maior estabilidade de comportamento, em relação aos seus componentes em cultivo de "stand" puro.

e) A cultivar Moruna apresentou baixa estabilidade de comportamento, mostrando uma resposta imprevisível ao estímulo ambiental.

f) A cultivar Ricopardo 896 mostrou melhor adaptação a ambientes mais favoráveis, respondendo acentuadamente às aplicações de fertilizantes fosfatados.

g) A cultivar Ricobaio 1014 e a mistura 23 + 168-N + Moruna responderam pouco à melhoria do ambiente, adaptando-se melhor sob condições de baixo fósforo.

h) A produção de grãos relacionou-se de forma predominantemente linear frente às variações ambientais.

i) Existem diferenças entre as cultivares e misturas quanto às respostas linear e não linear com a variação das condições ambientais.

j) Os comportamentos linear e não linear das cultivares estudadas demonstraram que as diversas pesquisas que produziram tais cultivares, foram eficientes na identificação daqueles genótipos com ampla adaptação e com respostas favoráveis e previsíveis a tratamentos crescentes com fósforo.

k) O estudo da estabilidade fenotípica permite indicar, com precisão, as cultivares mais adaptadas a ambientes específicos, bem como aquelas com ampla adaptação a uma maior amplitude de condições ambientais.

6. RESUMO

Foram instalados e conduzidos no período das "águas" do ano agrícola 1982/83 em Lavras, MG, cinco experimentos com o objetivo principal de avaliar a adaptação e a estabilidade fenotípica para a produção de grãos das cultivares de feijão Rico 23 , Cuva 168-N , Moruna , Ricopardo 896 , Aroana , Ricobaio 1014 e Mulatinho Vagem Roxa , em relação aos ambientes alterados artificialmente pela aplicação de diferentes níveis de fósforo no solo. Incluíram-se ainda três misturas, em partes iguais, das cultivares pertencentes ao mesmo grupo comercial, com o intuito de compará-lhes o comportamento com o das cultivares .

Foram utilizados cinco níveis de adubação fosfatada : 0 ; 66,6; 200; 600 e 1800 kg de P_2O_5 /ha, aplicados a lanço por ocasião do plantio, obtendo-se dessa forma cinco ambientes simulados , cada qual constituindo um ensaio. Para cada ambiente ou ensaio foi empregado o delineamento experimental em blocos casualizados, com 10 tratamentos e 3 repetições.

A estimativa da adaptabilidade e estabilidade fenotípica seguiu o método proposto por EBERHART e RUSSELL (22), considerando-se cada nível de adubação fosfatada como um ambiente diferente. O método de EBERHART e RUSSELL (22) baseia-se na análise de regressão linear simples, onde o índice ambiental, dado pela diferença entre a produção média de cada ambiente com a produção média de todos os ambientes, é considerado a variável independente, enquanto a produção de cada cultivar ou mistura em cada ambiente ou ensaio é a variável dependente da regressão. A produção média de cada ambiente foi descrita pela média da produção de todas as cultivares e misturas.

Os parâmetros considerados como medidas de adaptação e estabilidade fenotípica das cultivares e misturas foram respectivamente, os coeficientes de regressão linear (b) e seus respectivos desvios (s^2d), além das suas produções médias.

A análise de variância da estabilidade mostrou que as produções médias de grãos das cultivares e misturas responderam às variações ambientais de forma predominantemente linear.

Verificou-se que os níveis de adubação fosfatada influenciaram o comportamento das cultivares e misturas. As misturas de feijões preto e mulatinho apresentaram as mais altas produções, enquanto a Ricopardo 896 destacou-se como a cultivar com o maior potencial produtivo. A cultivar Ricobaio 1014 e a mistura 23 + 168-N + Moruna responderam pouco à melhoria do ambiente, produzindo melhor sob condições de baixo fósforo. A cultivar Ricopardo 896 mostrou maior adaptação a ambientes favoráveis, com respostas acentuadas às aplicações de fertilizantes fosfatados. A

cultivar Moruna apresentou comportamento imprevisível em relação ao estímulo ambiental.

Houve indicações de que as misturas de cultivares foram mais produtivas do que a média dos seus componentes em cultivo exclusivo. Constatou-se, também, que a mistura 23 + 168-N + Moruna apresentou maior estabilidade de comportamento do que os seus componentes em "stand" puro.

A inclusão do estudo da estabilidade fenotípica nos ensaios de competição de cultivares pode contribuir para que se possam fazer recomendações mais seguras das referidas cultivares.

7. SUMMARY

Five experiments were carried out at Lavras, MG, in order to estimate the phenotype stability and adaptation of grain yield of dry beans cultivars Rico 23, Cuva 168-N, Moruna, Ricardo 896, Aroana, Ricobaio 1014 and Mulatinho Vagem Roxa, grown in five different environments simulated by 5 levels of phosphorus : 0; 66,6; 200; 600 e 1800 kg P₂O₅/ha. Three mixtures, in equal parts, of the cultivars belonging to the same commercial group were also included in the experiments. The design of each experiment was randomized block with 10 treatments and 3 replications.

Phenotype stability and adaptation were estimate according to EBERHART and RUSSELL (22) method which is based on simple linear regression where the environmental index (difference between mean yield of each environment and mean yield of all environments together) is the independent variable whereas yield of each cultivar or mixture in each environment is the dependent

variable.

The parameters used to estimate phenotype stability and adaptation were linear regression coefficient (b) and deviation from regression (s^2d).

Analyse of variance for stability indicated that mean grain yield of cultivars and mixtures responded, following a linear pattern, to different environments.

Mixtures of cultivars 23 + 168-N + Moruna and 1014 + Vagem Roxa gave the highest yield whereas cultivar Ricopardo 896 had the highest yield potential. Cultivar Ricobaio 1014 and the mixture 23 + 168-N + Moruna had a small response to increasing in P_2O_5 levels, giving higher yield with low level of P_2O_5 . Cultivar Ricopardo 896 showed high adaptation to favorable environments, with a positive response to P_2O_5 levels. Cultivar Moruna showed instability in relation to the simulated environments.

There was a tendency for the mixtures of being more productive than the mean of its respective components. The mixture 23 + 168-N + Moruna gave higher stability than its components .

The study of phenotype stability can contribute for more reliable recommendation about the cultivars.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ADAMS, M.W.; ELLINGBOE, A.H. e ROSSMAN, E.C. Biological uniformity and disease epidemics. Bioscience, Wisconsin, 21:1067-1070, 1971.
2. ALLARD, R.W. Relationship between genetic diversity and consistency of performance in different environments. Crop Science, Madison, 1:127-133, 1961.
3. _____. Princípios do melhoramento genético das plantas. São Paulo, Edgard Blücher, 1971. 381 p.
4. _____ e BRADSHAW, A.D. Implications of genotypes - environmental interactions in applied plant breeding. Crop Science, Madison, 4:503-508, 1964.
5. BHULLAR, G.S.; GILL, K.S. e KHEHRA, A.S. Stability analysis over various filial generations in bread wheat. Theor. Appl. Genet., Berlin, 51:41-44, 1977.

6. BILBRO, J.D. e RAY, L.L. Environmental stability and adaptation of several cotton cultivars. Crop Science, Madison , 16:821-824, 1976.
7. BONATO, E.R. Estabilidade fenotípica da produção de grãos de dez cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) nas condições do Rio Grande do Sul. Piracicaba, ESALQ/USP , 1978. 75p. (Tese M.S.).
8. BRIM, C.A. e SCHUTZ, W.M. Inter-genotypic competition in soybeans. II- Predicted and observed performance of multiline mixtures. Crop Science, Madison, 8:735-739, 1968.
9. BROWNING, J.A. e FREY, K.J. Multiline cultivars as a means of disease control. Annu. Rev. Phytopathology, Palo Alto , 7:355-382, 1969.
10. EUCIO ALANIS, L. Environmental and genotype - environmental components of variability. I. Inbred lines. Heredity , Edinburgh, 21:387-397, 1966.
11. CAMACHO, L.H. Estabilidad y adaptabilidad de lineas homocigotas de frijol *Phaseolus vulgaris* L. y su implicacion en la seleccion por rendimento. Agronomia Tropical, Bogotá , 18:211-225, 1968.
12. CANDAL NETO, J.F. e VIEIRA, C. Comportamento de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) no sul do Estado do Espírito Santo. Revista Ceres, Viçosa, 26:189-204, 1979.
13. CARDOSO, A.A. e VIEIRA, C. Progressos nos estudos sobre misturas varietais de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Revista Ceres, Viçosa, 18(100):465-477, 1971.

14. CARDOSO, A.A. e VIEIRA, C. Comportamento de misturas de variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Fitotecnia Latinoamericana, São José, Costa Rica, 8(1):77-84, 1972.
15. _____ e _____. Comportamento de duas misturas de seis variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Revista Ceres, Viçosa, 23(126):142-149, 1976.
16. CIAT (CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL). Programa de sistemas de producción de frijol. Cali, Colombia, 1975. 40p.
17. CLAY, R.E. e ALLARD, R.W. A comparison of the performance of homogeneous and heterogeneous barley populations. Crop Science, Madison, 8:407-412, 1969.
18. COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 3^a aproximação. Belo Horizonte, EPAMIG, 1978. 79p.
19. COMMITTEE ON GENETIC VULNERABILITY OF MAJOR CROPS. Genetic vulnerability of major crops. Washington, National Academy of Sciences, 1972. 307p.
20. COMSTOCK, R.E. e MOLL, R.H. Genotype - environment interactions. In: Statistical genetics and plant breeding. Washington, National Academic of Sciences, 1963. p.164-196.
21. EASTON, H.S. e CLEMENTS, R.J. The interaction of wheat genotypes with a specific factor of the environment. Journal Agric. Science, London, 80:43-52, 1973.
22. EBERHART, S.A. e RUSSELL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. Crop Science, Madison, 6:36-40, 1966.

23. ERSKINE, W. Adaptation and competition in mixtures of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). Euphytica, Wageningen , 26:193-202, 1977.
24. FINLAY, K.W. e WILKINSON, G.N. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. Aust. J. Agric. Res., Victoria, 14:742-754, 1963.
25. FRANÇA-DANTAS, M.S. Contribuição para o aproveitamento de populações regionais em programa de melhoramento genético do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Piracicaba, ESALQ/USP, 1976. 72p. (Tese M.S.).
26. FREY, K.J. e MALDONADO, U. Relative productivity of homogeneous and heterogeneous oat cultivars in optimum and sub-optimum environments. Crop Science, Madison, 7:532-535 , 1967.
27. GUAZZELLI, R.J. Competição intergenotípica em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.): estimação da capacidade competitiva. Piracicaba, ESALQ/USP, 1975. 62p. (Tese M.S.).
28. HAMBLIM, J. Effect of environment, seed size and competitive ability on yield and survival of *Phaseolus vulgaris* L. genotypes in mixtures. Euphytica, Wageningen, 24:435-445, 1975.
29. _____. Plant breeding interpretations of the effects of bulk breeding in four populations of beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Euphytica, Wageningen, 26:157-168, 1977.
30. HICKS, C.R. Fundamental concepts in the design of experiments. 2 ed. New York, Rinehart and Winston, Holt, 1973 .

31. HORNER, T.W. e FREY, K.J. Methods for determining natural areas for oat varietal recommendations. Agronomy Journal, Madison, 49:313-315, 1957.
32. JENSEN, N.F. Intra-varietal diversification in oat breeding. Agronomy Journal, Madison, 44:30-34, 1952.
33. _____. Multiline superiority in cereals. Crop Science, Madison, 5:566-568, 1965.
34. JOWETT, D. Yield stability parameters for sorghum in East Africa. Crop Science, Madison, 12:314-317, 1972.
35. JUNQUEIRA NETO, A.; SEDIYAMA, T.; SEDIYAMA, C.S. e REZENDE, P.M. de. Análise de adaptabilidade e estabilidade de dezesseis cultivares de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em seis municípios do sul de Minas Gerais. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1^a, Goiânia, 1982. Anais. Goiânia, EMBRAPA-CNPAP, 1982. p.47-48.
36. KARWASRA, R.R.; YADAV, H.R. e PARODA, R.S. Prediction of phenotypic performance through genotype-environment interaction studies in yellow sweet clover (*Melilotus parviflora* Desf.). Euphytica, Wageningen, 24:261-267, 1975.
37. KNIGHT, R. The measurement and interpretation of genotype environment interactions. Euphytica, Wageningen, 19:225-235, 1970.
38. LAING, D.R. Adaptability and stability of performance in common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Cali, Colombia, CIAT, 1978. 19p. (Mimeografado).

39. LAUDE, H.H. e SWANSON, A.F. Natural selection in varietal mixtures of winter wheat. Jour. Amer. Soc. Agron., Wisconsin, 34:270-274, 1942.
40. LERNER, I.M. Genetic homeostasis. London, Oliver and Boyd, 1954. 134p.
41. LIANG, G.H.; HEYNE, E.G. e WALTER, T.L. Estimatives of variety x environmental interactions in yield tests of three small grains and their significance on the breeding programs. Crop Science, Madison, 6:135-139, 1966.
42. LUTHRA, O.P. e SING, R.K. A comparison of different stability models in wheat. Theor. Appl. Genetics, Berlin, 45 : 145-149, 1974.
43. MARIOTTI, J.A.; OYARZABAL, E.S.; OSA, J.M.; BULACIO, A.N.R. e ALMADA, H. Analises de estabilidad y adaptabilidad de genotipos de caña de azucar. I. Interacciones dentro de una localidad experimental. Rev. Agron. N.O. Argent. , San Miguel de Tucuman, XIII(1-4):105-127, 1976.
44. MARSHALL, D.R. e BROWN, A.H.D. Stability of performance of mixtures and multilines. Euphytica, Wageningen, 22:405 - 412, 1973.
45. MENOSSO, O.G. e HERNANDEZ-BRAVO, G. Estudio sobre relaciones de competencia en cuatro tipos de plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Cali, Colombia, CIAT, 1975 . 13p. (Mimeografado).
46. MIRANDA, C.S. Competencia entre três variedades de frijol . Agrociência, Chapingo, 4:123-131, 1969.

47. MONTEIRO, M.S.R. Comportamento heterótico e estabilidade fenotípica em híbridos de beringela (*Solanum melongena* L.). Piracicaba, ESALQ/USP, 1975. 81p. (Tese M.S.).
48. MONTERO R., R.A. Adaptabilidade e estabilidade de comportamento de doze cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) na Zona da Mata, Minas Gerais. Viçosa, U.F.V., 1978. 54p. (Tese M.S.).
49. _____; VIEIRA, C.; SILVA, C.C. da; TUPINAMBÁ, E.A. e CARDOSO, A.A. Comportamento de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) na Zona da Mata de Minas Gerais. Revista Ceres, Viçosa, 26:495-512, 1979.
50. MOURA, P.A.M. Aspectos econômicos da cultura do feijão. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 8(90):3-6, 1982.
51. OLIVEIRA, A.C. Comparação de alguns métodos de determinação da estabilidade em plantas cultivadas. Brasília, Un. B., 1976. 64p. (Tese M.S.).
52. PESSANHA, G.G. Estudos sobre misturas de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Viçosa, U.F.V., 1980. 96 p. (Tese D.S.).
53. _____; VIEIRA, C.; SILVA, C.C. da; CARDOSO, A.A.; SILVA, J.C. e SEDIYAMA, C.S. Adaptabilidade e estabilidade de comportamento de variedades e misturas de variedades de feijão na Zona da Mata de Minas Gerais. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 16(5):683-691, 1981.
54. PIMENTEL GOMES, F. Curso de estatística experimental. 7 ed. Piracicaba, Livraria Nobel S.A., 1977. 430 p.

55. PIRES, C.E.L.S. Estabilidade fenotípica de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp) nos Estados de Pernambuco e Rio Grande do Norte. Piracicaba, ESALQ/USP, 1981. 72p. (Tese M.S.).
56. PLAISTED, R.L. e PETERSON, L.C. A technique for evaluating the ability of selections to yield consistently in different locations or seasons. American Potato Journal, Maine, 36:381-385, 1959.
57. POMPEU, A.S. e IGUE, T. Comportamento de linhagens de feijoeiro à níveis diferentes de adubação. Bragantia, Campinas, 27:LXXI-LXXV (nota nº 18), 1968.
58. PROBST, A.H. Performance of variety blends in soybeans. Agronomy Journal, Madison, 49:148-150, 1957.
59. RASMUSSEN, D.C. Yield and stability of yield of barley populations. Crop Science, Madison, 8:600-602, 1968.
60. SANTOS, J.B. dos. Estabilidade fenotípica de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) nas condições do Sul de Minas Gerais. Piracicaba, ESALQ/USP, 1980. 110p. (Tese M.S.).
61. SANTOS, J.B.; VELLO, N.A. e RAMALHO, M.A.P. Stability of grain yield and of its basic components in beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Rev. Brasil. Genet., 4:761-772, 1982.
62. SCHUTZ, W.M. e BRIM, C.A. Inter-genotypic competition in soybeans. III. An evaluation of stability in multiline mixtures. Crop Science, Madison, 11:684-689, 1971.

63. SCHUTZ, W.M.; BRIM, C.A. e USANIS, S.A. Inter-genotypic competition in plant populations. I. Feedback systems with stable equilibria in populations of autogamous homozygous lines. Crop Science, Madison, 8:61-66, 1968.
64. SILVA, C.C. da. Situação e problemas da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em quatro municípios da microrregião homogênea 192 (Zona da Mata, Minas Gerais). Viçosa, U.F.V., 1982. 76p. (Tese M.S.).
65. SILVA, H.T. da. Caracterização morfológica, agrônômica e fenológica de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) comumente plantadas em diversas regiões do Brasil. Goiânia, EMBRAPA/CNPAF, 1981. 51p. (Circular Técnica nº 15).
66. STEEL, R.G.D. e TORRIE, J.H. Principles and procedures of statistics. New York, Mc Graw Hill Book Company, INC, 1960. 481p.
67. SUNESON, C.A. Genetic diversity. A protection against plant diseases and insects. Agronomy Journal, Madison, 52:319-321, 1960.
68. TAI, G.C.C. Genotypic stability analysis and its application to potato regional trials. Crop Science, Madison, 11:184-190, 1971.
69. TRENBATH, B.R. Biomass productivity of mixtures. Advan. Agron., New York, 26:177-210, 1974.
70. TUCKER, C.I. e WEBSTER, B.D. Relation of seed yield and fitness in *Phaseolus lunatus* L. Crop Science, Madison, 10:314-315, 1970.

71. TUPINAMBÁ, E.A. Análise da adaptação de doze cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) a nove municípios da Zona da Mata, Minas Gerais. Viçosa, UFV, 1976. 34 p. (Tese M.S.).
72. VAN DER PLANK, J.E. Disease resistance in plants. New York, Academic Press, 1968. 206p.
73. VIEIRA, C. O feijoeiro comum. Cultura, doenças e melhora - mento. Viçosa, UREMG, Imprensa Universitária, 1967 . 220p.
74. _____. Efeitos da densidade de plantio sobre a cultura do feijoeiro. Revista Ceres, Viçosa, 15:44-53, 1968.
75. _____. Resistência horizontal às doenças e diversidade genética no melhoramento do feijoeiro no Brasil. Revista Ceres, Viçosa, 19:261-279, 1972.
76. _____. Estudos sobre variedades de feijão em Minas Gerais. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 4(46):25-30, 1978.
77. _____; AIDAR, H. e VIEIRA, R.F. Populações de plantas de milho e feijão, no sistema de cultura consorciada, utilizadas na Zona da Mata de Minas Gerais. Revista Ceres , Viçosa, 22:286-290, 1975.
78. _____ e WILKINSON, R.E. The importance of field resistance and genetical diversity in bean breeding programs in South-Central Brazil. Annual Report of the Bean Improvement Cooperative, Michigan-USA, 15:94-97, 1972.

79. WALDER, U.L.M.S.; VIEIRA, C.; SILVA, C.M. da e DUARTE, A.O .
de. Algumas informações sobre as sementes de feijão utilizadas na Zona da Mata de Minas Gerais. Revista Ceres ,
Viçosa, 24:94-99, 1977.
80. YATES, F. e COCHRAN, M.G. The analysis of group of experiments. Journal Agric. Science, London, 28:556-580, 1938.