


PAULO DE FIGUEIREDO VIEIRA

UFV	BIBLIOTECA	BBT	ISBN	RG000027264
	CLASSIFICAÇÃO T 636.084 / V658e			
TÍTULO Efeito do formadeído na protecao de protei				
				
94820		BBT		

PAULO DE FIGUEIREDO VIEIRA  
 EFEITO DO FORMALDEÍDO NA PROTEÇÃO DE PROTEÍNAS  
 E LIPÍDIOS EM RAÇÕES PARA RUMINANTES

BIBLIOTECA CENTRAL - UCV -
94.820
04.08.80

T  
 636.084  
 V658e  
 1980  
 24.1

Tese Apresentada à Univer-  
 sidade Federal de Viçosa, como  
 parte das Exigências do Curso  
 de Zootecnia, para Obtenção do  
 Grau de "Doctor Scientiae".

DOAÇÃO

VIÇOSA - MINAS GERAIS

1980

EFEITO DO FORMALDEÍDO NA PROTEÇÃO DE PROTEÍNAS  
E LIPÍDIOS EM RAÇÕES PARA RUMINANTES

A meus pais, Francisco e Goreido,

e minha irmã e meus irmãos, pelo

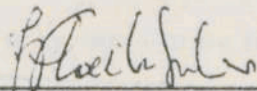
exemplo de trabalho e dedicação à família,

por

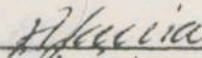
Minha Gratidão.

PAULO DE FIGUEIREDO VIEIRA

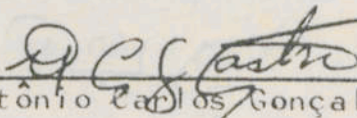
APROVADA:



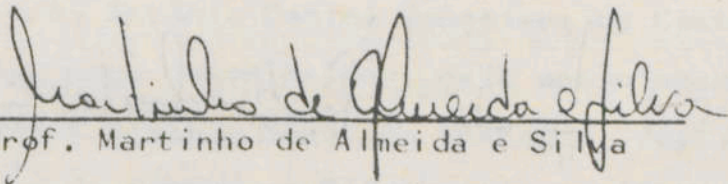
Prof. José Fernando Coelho da Silva  
(Orientador)



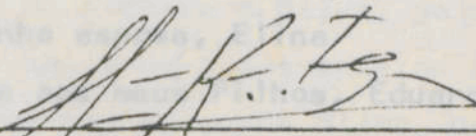
Prof. José Americo Garcia



Prof. Antônio Carlos Gonçalves Castro



Prof. Martinho de Almeida e Silva



Prof. Honacio Santiago Rostagno

Ofereço.



i

A meus pais, Francisca e Geraldo,  
a minha irmã e a meus irmãos, pelo  
exemplo de trabalho e dedicação à família,

Minha Gratidão.

#### AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" - UNESP - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias "Campus" de Jaboticabal, pela oportunidade concedida.

À Universidade Federal de Viçosa, especialmente ao Departamento de Zootecnia e ao Conselho de Pós-Graduação, pela acolhida e apoio durante a realização deste Curso.

À Financiadora de Estudos e Projetos através do Convênio FINEP/UFV/Zootecnia, pelo financiamento parcial do trabalho.

À CAPES - PICO, pela concessão de bolsa de estudo.

Ao professor José Fernando Coelho da Silva, pela segura orientação deste trabalho e pelos ensinamentos proporcionados.

Aos professores Antônio Carlos Gonçalves da Castro e José Américo Garcia, meus conselheiros, pelo apoio prestado.

Aos professores Horácio Santiago Rostagno, José Alberta Gonide e Martinho da Almeida e Silva, pelas valiosas sugestões e ajuda no planejamento dos ensaios experimentais.

Ao professor Dirceu Jorge da Silva, pelo apoio e condições oferecidas.

A minha esposa, Elina

e aos meus filhos, Eduardo e

Leandro, pelo carinho, compreensão

e a razão de existirem,

Ofereço.

Ao professor Ricardo Frederico Euclides e ao Eng.º Agr.º Nelson José Laurindo Dionelo, pela inestimável colaboração durante a fase de análise dos dados.

Aos professores Hélcio Vaz de Mello e Marly Lopes Taffel Coelho, pelo companheirismo e constante apoio.

Aos colegas Aníbal Margon, Humberto Bartolliini Narainaz, José de Afencor Azevedo Regende, José Carlos Pereira, Julio César Setti, Luiz Inácio Sobrinho e Melvino Salvador, pela valiosa ajuda durante a fase de coleta de dados.

### AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" - UNESP - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias "Campus" de Jaboticabal, pela oportunidade concedida.

À Universidade Federal de Viçosa, especialmente ao Departamento de Zootecnia e ao Conselho de Pós-Graduação, pela acolhida e apoio durante a realização deste Curso.

À Financiadora de Estudos e Projetos através do Convênio FINEP/UFV/Zootecnia, pelo financiamento parcial do trabalho.

À CAPES - PICD, pela concessão de bolsa de estudo.

Ao professor José Fernando Coelho da Silva, pela segura orientação deste trabalho e pelos ensinamentos proporcionados.

Aos professores Antônio Carlos Gonçalves de Castro e José Américo Garcia, meus conselheiros, pelo apoio prestado.

Aos professores Horácio Santiago Rostagno, José Alberto Gomide e Martinho de Almeida e Silva, pelas valiosas sugestões e ajuda no planejamento dos ensaios experimentais.

Ao professor Dirceu Jorge da Silva, pelo apoio e condições oferecidas.



Ao professor Ricardo Frederico Euclides e ao Eng.<sup>o</sup> Agr.<sup>o</sup> Nelson José Laurindo Dionelo, pela inestimável colaboração durante a fase de análise dos dados.

Aos professores Hélcio Vaz de Mello e Marly Lopes Tafari Coelho, pelo companheirismo e constante apoio.

Aos colegas Aníbal Margon, Humberto Bartollini Martinez, José de Alencar Azevedo Resende, José Carlos Pereira, Julio César Setti, Luiz Inácio Sobrinho e Malvino Salvador, pela valiosa ajuda durante a fase de coleta de dados.

Aos funcionários Geraldo Ferreira da Silva, José Antônio da Silva, José Geraldo da Silva e João Cupertino da Silva, pela presteza dos seus serviços e colaboração durante a realização dos trabalhos de campo.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal, Aloísio de Castro Cardoso, Fernando Afonso Mendes, José Antônio Gouveia e Vera Lúcia da Silva, pelo convívio e ajuda nas análises de laboratório.

Aos Acadêmicos José Mauro da Silva Diogo e Paulo Sávio Lopes, pela colaboração.

Às secretárias dos Departamentos de Zootecnia da F.C.A.V.J. e da U.F.V., em especial às Sr.<sup>as</sup> Maria Claudina do Amaral Gessi e Jandira Mattos e Pinto, pelos esmerados serviços de datilografia durante o preparo deste trabalho.

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação da U.F.V., pelo convívio e amizade.

Aos colegas do Departamento de Zootecnia da F.C.A.V.J., pelo constante apoio e facilidades proporcionadas durante o meu afastamento.

Aos professores da U.F.V., pelos ensinamentos e convívio.

Aos membros da Comissão Coordenadora do Curso de

Pós-Graduação em Zootecnia, professores José Brandão Fonseca, Joaquim Campos, João Camilo Milagres e José Alberto Gomide, pela seriedade, distinção e humanidade no tratamento das questões.

E, finalmente, a todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

#### BIOGRAFIA DO AUTOR

PAULO DE FIGUEIREDO VIEIRA, filho de Geraldo Manso Vieira e de Francisca de Figueiredo Vieira, nascido em Alfenas, Minas Gerais, aos 24 de dezembro de 1941.

Em 1964, ingressou na Escola Superior de Agronomia e Veterinária da Universidade Federal do Paraná, em Curitiba, onde, em 1967, obteve o grau de Engenheiro Agrônomo.

Em 1968, foi contratado pelo Ministério da Agricultura - E.P.E., para trabalhar em pesquisas zootécnicas.

Em 1974, foi admitido, por concurso público, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, para exercer as funções de docente no Departamento de Zootecnia.

Em 1975, obteve o grau de Mestre, na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"-U.S.P. - Piracicaba.

Em 1977, iniciou seus estudos no Curso de Doutorado em Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, na área de Nutrição de Ruminantes, concluindo-o em 08 de julho de 1980, com defesa de tese.



## BIOGRAFIA DO AUTOR

PAULO DE FIGUEIREDO VIEIRA, filho de Geraldo Manso Vieira e de Francisca de Figueiredo Vieira, nascido em Alfenas, Minas Gerais, aos 24 de dezembro de 1941. .... xiv

EXTRATO Em 1964, ingressou na Escola Superior de Agronomia e Veterinária da Universidade Federal do Paraná, em Curitiba, onde, em 1967, obteve o grau de Engenheiro Agrônomo.

Em 1968, foi contratado pelo Ministério da Agricultura - E.P.E., para trabalhar em pesquisas zootécnicas.

Em 1974, foi admitido, por concurso público, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, para exercer as funções de docente no Departamento de Zootecnia.

Em 1975, obteve o grau de Mestre, na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"-U.S.P. - Piracicaba.

Em 1977, iniciou seus estudos no Curso de Doutorado em Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, na área de Nutrição de Ruminantes, concluindo-o em 08 de julho de 1980, com defesa de tese.

2.1.3. Fermentação *in vitro* ..... 12

2.1.3.1. Coleta e Análise das Amostras ..... 13

Página

2.1.2. Análise Estatística ..... 14

2.2. Experimento II ..... 15

2.2.1. Tratamentos e Análise Estatística .. 15

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO ..... 17

3.1. Liberação de Amônia pelos Grãos de Soja Moí-  
dos ..... 17

3.2. Liberação de Amônia pelas Rações Contendo  
Farelo de Soja Cru e Tostado ..... 21

CONTEÚDO

Página

LISTA DE QUADROS ..... ix

LISTA DE FIGURAS ..... xiv

EXTRATO ..... xv

CAPÍTULO I ..... 1

1. INTRODUÇÃO GERAL ..... 1

2. REVISÃO DA LITETATURA ..... 4

2.1. Produção de Amônia no Rúmen ..... 4

2.2. Uso do Formaldeído na Proteção de Proteínas  
Contra a Degradação no Rúmen ..... 5

CAPÍTULO II - Efeito do Formaldeído sobre a Libera-  
ção de Amônia in vitro, pelos Grãos de Soja  
Moídos e pelas Rações com Farelo de Soja . 8

1. INTRODUÇÃO ..... 8

2. MATERIAL E MÉTODOS ..... 10

2.1. Experimento I ..... 12

2.1.1. Aplicação do Formaldeído e Preparo  
das Amostras ..... 12

2.1.2. Fermentação in vitro ..... 12

2.1.3. Coleta e Análise das Amostras ..... 13

2.1.4. Teores Médios de Matéria Seca Digestível,  
Proteína Digestível, Energia Digestível e



2.1.4. Análise Estatística .....	14
2.2. Experimento II .....	15
2.2.1. Tratamentos e Análise Estatística ..	15
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	17
3.1. Liberação de Amônia pelos Grãos de Soja Moí- dos .....	17
3.2. Liberação de Amônia pelas Rações Contendo Farelo de Soja Cru e Tostado .....	21
4. RESUMO E CONCLUSÕES .....	25
CAPÍTULO III - Digestibilidade, em Ovinos, de Alguns Nutrientes de Rações Contendo Grãos de Soja Moídos, Tratados ou não com Formaldeído .....	27
1. INTRODUÇÃO .....	27
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	29
2.1. Animais e Tratamentos .....	29
2.2. Rações .....	30
2.3. Período de Adaptação e Coleta .....	30
2.4. Análises das Amostras .....	32
2.5. Análise Estatística .....	33
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	34
3.1. Coeficientes de Digestibilidade .....	34
3.2. Consumo Diário de Matéria Seca, Proteína Bruta e Energia Bruta .....	37
3.3. Consumo de Matéria Seca e Proteína Bruta, por Unidade de Tamanho Metabólico, e Balan- ço de Nitrogênio .....	40
3.4. Teores Médios de Matéria Seca Digestível, Proteína Digestível, Energia Digestível e	

2.1.4. Análise Estatística .....	14
2.2. Experimento II .....	15
2.2.1. Tratamentos e Análise Estatística ..	15
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	17
3.1. Liberação de Amônia pelos Grãos de Soja Moí- dos .....	17
3.2. Liberação de Amônia pelas Rações Contendo Farelo de Soja Cru e Tostado .....	21
4. RESUMO E CONCLUSÕES .....	25
CAPÍTULO III - Digestibilidade, em Ovinos, de Alguns Nutrientes de Rações Contendo Grãos de Soja Moídos, Tratados ou não com Formaldeído .....	27
1. INTRODUÇÃO .....	27
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	29
2.1. Animais e Tratamentos .....	29
2.2. Rações .....	30
2.3. Período de Adaptação e Coleta .....	30
2.4. Análises das Amostras .....	32
2.5. Análise Estatística .....	33
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	34
3.1. Coeficientes de Digestibilidade .....	34
3.2. Consumo Diário de Matéria Seca, Proteína Bruta e Energia Bruta .....	37
3.3. Consumo de Matéria Seca e Proteína Bruta, por Unidade de Tamanho Metabólico, e Balan- ço de Nitrogênio .....	40
3.4. Teores Médios de Matéria Seca Digestível, Proteína Digestível, Energia Digestível e	



Nutrientes Digestíveis Totais das Rações ..	43
4. RESUMO E CONCLUSÕES .....	46
CAPÍTULO IV - Influência do Formaldeído e da Adição do Óleo de Soja sobre a Digestibili- dade de Nutrientes em Rações com Fa- relo de Soja, para Bezerros Fistula- dos no Abomaso .....	48
1. INTRODUÇÃO .....	48
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	50
2.1. Animais e Manejo .....	50
2.2. Rações .....	53
2.3. Coleta de Amostras .....	57
2.4. Análises Químicas .....	59
2.5. Análise Estatística .....	61
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	62
3.1. Matéria Seca .....	62
3.2. Matéria Orgânica .....	65
3.3. Extrato Etéreo .....	67
3.4. Celulose .....	69
3.5. Energia .....	71
3.6. Proteína .....	73
4. RESUMO E CONCLUSÕES .....	77
CAPÍTULO V .....	79
1. CONCLUSÕES GERAIS .....	79
2. LITERATURA CITADA .....	81
APÊNDICES .....	87

QUADRO

Página

6 Teores de Matéria Seca, Proteína Bruta e Energia Bruta do Volumoso e dos Concentrados Consumidos pelos Ovinos, Durante as Duas Fases Experimentais .....

31

7 Coeficientes de Digestibilidade da Matéria Seca, Proteína Bruta do Volumoso e Concentrado, Obtidos no Ensaio com Ovinos .....

LISTA DE QUADROS

QUADRO

Página

8 Dados de Análise Estatística para Coeficien-

1 Proporção dos Ingredientes na Mistura de Concentrados, para o Teste de Liberação de Amônia (NH<sub>3</sub>-N) in vitro com Farelo de Soja Cru e Tostado .....

36

2 Teores Médios de NH<sub>3</sub>-N/100 ml de Líquido de Rúmen Liberados Durante a Fermentação in vitro dos Grãos de Soja Moídos .....

15

3 Análise de Variância das Taxas de Liberação de Amônia, no Ensaio de Fermentação in vitro, para os Grãos de Soja Moídos .....

18

4 Liberação Média de Nitrogênio Amoniacal (mg de NH<sub>3</sub>-N/100 ml), Durante a Fermentação in vitro, no Período de 12 Horas, pelos Farelos de Soja Cru e Tostado .....

19

5 Análise de Variância das Taxas de Liberação de Amônia, no Ensaio de Fermentação in vitro, para as Rações com Farelo de Soja Cru e Tostado, .....

23

Digestível (ED) e Nutrientes Digestíveis Totais (NDT) das Rações .....

64



## QUADRO

## Página

6	Teores de Matéria Seca, Proteína Bruta e Energia Bruta do Volumoso e dos Concentrados Consumidos pelos Ovinos, Durante as Duas Fases Experimentais .....	31
7	Coefficientes de Digestibilidade da Matéria Seca, Proteína Bruta e Energia Bruta do Volumoso e Concentrado, Obtidos no Ensaio com Ovinos .....	35
8	Dados de Análise Estatística para Coeficientes de Digestibilidade (CD) da Matéria Seca, Proteína e Energia .....	36
9	Consumo Diário de Matéria Seca, Proteína Bruta e Energia Bruta pelos Ovinos, por meios dos Diferentes Tratamentos, Durante as Duas Fases Experimentais .....	38
10	Dados de Análise Estatística para Consumo de Matéria Seca, Proteína e Energia .....	39
11	Consumo Diário de Matéria Seca e Proteína Bruta por Unidade de Tamanho Metabólico (U.T.M.) e Balanço de Nitrogênio (BN), nas Duas Fases Experimentais .....	41
12	Dados de Análise Estatística para Balanço de Nitrogênio (BN), Consumo por Unidade de Tamanho Metabólico de Matéria Seca, Proteína e Energia .....	42
13	Quantidades Médias de Matéria Seca Digestível (MSD), Proteína Digestível (PD), Energia Digestível (ED) e Nutrientes Digestíveis Totais (NDT) das Rações .....	44

14	Proporções dos Ingredientes para cada uma das Rações Experimentais .....	54
15	Teores de Matéria Seca, Proteína Bruta, Extrato Etéreo e Energia Bruta dos Ingredientes das Rações .....	55
16	Teores de Matéria Seca (MS), Proteína, Energia, Extrato Etéreo, Celulose, Matéria Orgânica e Matéria Mineral das Rações Experimentais .....	56
17	Quantidades Médias de Matéria Seca Ingeridas pelos Bezerros, Presentes no Abomaso, Excretadas nas Fezes, Digeridas antes do Abomaso e no Intestino, Respectivos Coeficientes de Digestibilidade e Ingestão Voluntária das Diferentes Rações .....	63
18	Quantidades Médias de Matéria Orgânica Ingeridas pelos Bezerros, Presentes no Abomaso, Excretadas nas Fezes, Digeridas antes do Abomaso e no Intestino, Respectivos Coeficientes de Digestibilidade, das Diferentes Rações .....	66
19	Quantidades Médias de Extrato Etéreo Ingeridas pelos Bezerros, Presentes no Abomaso, Excretadas nas Fezes, Digeridas antes do Abomaso e no Intestino, Respectivos Coeficientes de Digestibilidade, das Diferentes Rações .....	68
20	Quantidades Médias de Celulose Ingeridas pelos Bezerros, Presentes no Abomaso, Excre-	



	tadas nas Fezes, Digeridas Antes do Abomaso e no Intestino, Respectivos Coeficientes de Digestibilidade das Diferentes Rações .....	70
21	Quantidades Médias de Energia Ingeridas pelos Bezerros, Presentes no Abomaso, Excretadas nas Fezes, Digeridas antes do Abomaso e no Intestino, Respectivos Coeficientes de Digestibilidade, das Diferentes Rações .....	72
22	Quantidades Médias de Proteína Ingeridas pelos Bezerros, Presentes no Abomaso, Excretadas nas Fezes, Digeridas antes do Abomaso e no Intestino, Balanço de Nitrogênio e Respectivos Coeficientes de Digestibilidade das Diferentes Rações .....	74
A1	Análise Estatística dos Dados para Coeficientes de Digestibilidade da Matéria Seca, Proteína, Energia, Matéria Orgânica, Celulose e Extrato Etéreo. (CAPÍTULO IV) .....	94
A2	Análise Estatística dos Dados de Digestão antes do Abomaso, para Matéria Seca, Proteína, Energia, Matéria Orgânica, Celulose e Extrato Etéreo. (CAPÍTULO IV).....	95
A3	Análise Estatística dos Dados de Digestão no Intestino, para Matéria Seca, Proteína, Energia, Matéria Orgânica, Celulose e Extrato Etéreo. (CAPÍTULO IV) .....	96
A4	Comparação de Médias para as Interações dos Níveis de Formaldeído e Níveis de Óleo, no Ensaio com Bezerros Fistulados no Abomaso,	

		Página
	para a Digestão da Celulose no Intestino (CAPÍTULO IV) .....	97
A5	Comparação de Médias para as Interações dos Níveis de Formaldeído e Níveis de Óleo, no Ensaio com Bezerros Fistulados no Abomaso, para a Digestão da Celulose antes do Abomaso (CAPÍTULO IV) .....	97
A6	Porcentagem de Recuperação de Cromo nas Fezes, no Ensaio com Bezerros Fistulados no Abomaso (CAPÍTULO IV) .....	98
	nação do excesso de gases .....	11
2	Um dos animais com a fistula no abomaso ....	51
3	Animais nas gaiolas, com as caixas para a coleta de fezes .....	52
4	Animal na Gaiola, equipado com funil de Borracha para coleta de urina .....	58



## LISTA DE FIGURAS

FIGURA	Página
1 "Erlenmeyers" com dispositivos para borbu- lhamento de CO <sub>2</sub> , coleta de amostra e elimi- nação do excesso de gases .....	11
2 Um dos animais com a fístula no abomaso ....	51
3 Animais nas gaiolas, com as caixas para a coleta de fezes .....	52
4 Animal na Gaiola, equipado com funil de Bor- racha para coleta de urina .....	58

de nitrogênio. Nos experimentos (I e II) de fermentação in vitro, foram utilizadas 432 amostras coletadas a intervalos de 1 a 2 h., em 12 h. de incubação em líquido de rumen de novilho 1/2 sangue Holandês x Zebu. As amostras foram analisadas quanto ao teor de amônia verificando-se menores teores quando os grãos de soja moídos foram tratados com formaldeído. Estes variaram de 17,3 a 23,6 mg-N/100 ml de líquido, contra 19,4 a 23,6 para os grãos moídos não tratados. O for-

E X T R A T O

ARQUIV VIEIRA, Paulo de Figueiredo, D.S., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 1980. Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídios em rações para ruminantes. Professor Orientador: José Fernando Coelho da Silva. Professores Conselheiros: Antônio Carlos Gonçalves Castro e José Américo Garcia.

teção de proteínas contra a degradação no rumen. O experimento com ovinos foi conduzido objetivando va-

o presente trabalho foi conduzido nas dependências do Departamento de Zootecnia - Centro de Ciências Agrárias - U.F.V. -, com o objetivo de estudar os efeitos do formaldeído sobre a proteção de proteínas em ração para ruminantes. Foram programados dois (2) experimentos de fermentação in vitro, estudando-se as taxas de liberação de amônia pelos grãos de soja moídos e farelos de soja cru e tostado, com e sem adição de formaldeído, um (1) experimento para estudar a digestibilidade da matéria seca, proteína, energia dos grãos de soja moídos e balanço de nitrogênio com ovinos e um (1) experimento com bezerros fistulados no abomaso, para estudar as digestibilidades e as digestões, no estômago e no intestino, da matéria seca, proteína, energia, matéria orgânica, celulose e extrato etéreo do farelo de soja e o balanço de tomanho estábólico foram verificados quando se aumentou a proporção de concentra na ração (60%) tratada com



de nitrogênio. Nos experimentos (I e II) de fermentação in vitro, foram utilizadas 432 amostras coletadas a intervalos de 1 e 2 h., em 12 h. de incubação em líquido de rúmen de novilho 1/2 sangue Holandês x Zebu. As amostras foram analisadas quanto ao teor de amônia verificando-se menores teores quando os grãos de soja moídos foram tratados com formaldeído. Eles variaram de 17,3 a 18,6 mg de  $\text{NH}_3\text{-N}/100$  ml de líquido, contra 19,4 a 42,6 para os grãos moídos não tratados. O formaldeído adicionado ao farelo de soja cru causou uma diminuição nas taxas de liberação de amônia, o que não ocorreu no farelo tostado, sugerindo que o aquecimento do farelo durante o processamento industrial, já constitui uma forma de proteção de proteína contra a degradação no rúmen.

O experimento com ovinos foi conduzido objetivando verificar o efeito do formaldeído sobre a digestibilidade da matéria seca, proteína e energia, e o balanço de nitrogênio, quando os animais receberam ração contendo grãos de soja moídos, tratados ou não com formaldeído, utilizando-se duas relações volumoso:concentrado 40:60% e 60:40%. A adição do formaldeído não influenciou os coeficientes de digestibilidade da matéria seca e energia bruta quando o nível do volumoso (silagem de milho) foi de 60%; no entanto houve uma tendência de aumentos quando se reduziu a proporção de volumoso para 40%. O coeficiente de digestibilidade de proteína foi reduzido em 50% quando se tratou a soja com formaldeído; no entanto, o balanço de nitrogênio dos animais apresentou uma tendência em ser superior, independentemente da relação volumoso:concentrado. Os maiores consumos de proteína por unidade de tamanho metabólico foram verificados quando se aumentou a proporção de concentrado na ração (60%) tratada com



formaldeído, enquanto que para a matéria seca houve uma diminuição no consumo.

No experimento com bezerros fistulados no abomaso, procurou-se estudar os efeitos do tratamento ou não com formaldeído (0 e 4%), e de três (3) níveis de óleo de soja (0; 4 e 8%) adicionados ao farelo de soja cru sobre a digestibilidade aparente, digestão antes do abomaso e no intestino, em rações à base de feno de capim-gordura, fubá de milho e farelo de soja. As digestibilidades aparentes da matéria seca, proteína, energia, matéria orgânica e celulose foram menores quando o farelo de soja e o óleo foram tratados com formaldeído, no entanto não houve efeito sobre a digestibilidade do extrato etéreo. A adição de 4 e 8% de óleo diminuiu a digestibilidade da celulose, porém o efeito depressor na digestibilidade da matéria orgânica foi verificado apenas com a adição de 8%. Houve aumento na digestibilidade do extrato etéreo à medida que se aumentou o nível de óleo na ração. As quantidades de matéria seca, proteína, matéria orgânica e energia presentes no abomaso, foram maiores quando as rações eram tratadas com formaldeído, e o inverso ocorrendo para as quantidades de extrato etéreo e celulose. À semelhança do que ocorreu no ensaio com ovinos, a diminuição da digestibilidade da proteína foi da ordem de 50% quando se adicionou formaldeído, e o balanço médio de nitrogênio foi positivo para todos os animais, embora menores para aqueles que receberam as rações com formaldeído.

O formaldeído adicionado às rações para ruminantes mostrou-se eficiente na proteção da proteína contra a degradação ruminal, uma vez que diminuiu a liberação de amônia na fermentação in vitro e causou um aumento nas quantidades de proteína a nível de intestino dos bezerros.



... rúmen. A degradação da celulose, por exemplo, somente é possível graças à ação de enzimas celulase, produzidas pelos microrganismos. Assim, estes mecanismos fisiológicos podem resultar em certas vantagens e desvantagens na prática de alimentação dos ruminantes.

A quantidade de proteína da dieta que é degradada por microrganismos do rúmen está na dependência de vários fatores entre os quais destaca-se a solubilidade da proteína.

## CAPÍTULO I

### I. INTRODUÇÃO GERAL

... ATTER et alii (1977) revelaram que cerca de 28 a 40% da zeína do milho e 39 a 60% da proteína da soja são degradadas no rúmen, enquanto para a caseína, esta degradação é quase to-

A utilização de alimentos concentrados para bovinos em crescimento e engorda não é prática muito comum nas áreas tropicais e subtropicais. No entanto, em algumas regiões próximas aos grandes centros consumidores, onde a exploração animal é feita pelo sistema de exploração intensiva aliada a um suprimento limitado de alimentos energéticos e protéicos, torna-se necessária a suplementação alimentar do gado à base de subprodutos industriais.

À medida que novos conhecimentos tecnológicos são aplicados na agropecuária, facilita a orientação sobre a formulação de suplementos, seu emprego, racionalização e economicidade na produção de carne bovina em nosso País. Com a crescente demanda de carne bovina, a preços compensadores, há um incentivo maior na adoção de práticas atualizadas de nutrição animal.

A utilização dos alimentos pelos ruminantes ocorre, em parte, devido a certos processos de conversão de nutrientes, pela atividade simbiótica de microrganismos existentes na população de microrganismos do rúmen.



no rúmen. A degradação da celulose, por exemplo, somente é possível graças à ação da enzima celulase, produzida pelos microrganismos. Assim, estes mecanismos fisiológicos podem resultar em certas vantagens e desvantagens na prática de alimentação dos ruminantes.

A quantidade de proteína da dieta que é degradada pelos microrganismos do rúmen está na dependência de vários fatores entre os quais destaca-se a solubilidade da proteína. SATTER et alii (1977) revelaram que cerca de 28 a 40% da zeína do milho e 39 a 60% da proteína da soja são degradadas no rúmen, enquanto para a caseína, esta degradação é quase total (90%). As causas responsáveis pelos diferentes graus de transformação que sofrem as proteínas da dieta para proteína microbiana, ainda são pouco conhecidas.

A absorção e a deficiência de aminoácidos para os ruminantes dependem das quantidades de proteína na dieta, de aminoácidos que escapam à degradação ruminal e das quantidades de proteína microbiana sintetizada (RICHARDSON & HATFIELD, 1978).

Os estudos de CHALUPA (1975) indicaram que ocorreu uma maior liberação de aminoácidos, para serem absorvidos no intestino delgado de ruminantes, quando a proteína da ração foi protegida contra a degradação ruminal.

Vários métodos para a proteção de proteína dietética contra a degradação ruminal têm sido estudados e entre eles o uso de formaldeído tem apresentado efeitos favoráveis, embora existam dúvidas quanto a efeitos prejudiciais, relacionados com os coeficientes de digestibilidade da proteína, celulose e possíveis efeitos bactericidas que causariam uma redução na população de microrganismos do rúmen.



Por outro lado, alguns pesquisadores destacam a importância dos lipídios nas rações para ruminantes, como fonte energética altamente concentrada, fornecedores de ácidos graxos essenciais e como fatores limitantes de consumo e da digestibilidade de celulose e matéria seca.

Os trabalhos de CZERKAWSKI et alii (1966), com ovinos, e os de FIGROID (1971), com bovinos, relataram que uma quantidade de gordura nas rações de ruminantes, superior a 5%, aumenta a excreção de lipídios nas fezes e diminui a digestibilidade da matéria seca e o consumo alimentar. No entanto, a ingestão de alimento com 8 e 12% de óleo, pelos ovinos, não foi significativamente inferior à de alimento sem óleo adicional (HERNANDEZ, 1976).

Assim, com o objetivo de se verificar a eficiência do formaldeído sobre a proteção da proteína da soja ou do seu farelo, seus efeitos sobre a digestibilidade de alguns nutrientes e os possíveis efeitos do nível de óleo de soja nas rações para ruminantes, foi feita uma série de experimentos in vitro e in vivo, utilizando ovinos e bovinos.

(1973) indicaram que a retenção de nitrogênio pelos novilhos aumentou, quando a concentração de amônia no líquido ruminal foi mantida acima de 3 mg de  $\text{NH}_3\text{-N}/100\text{ ml}$  de fluido. MILLER (1973) afirmou que uma elevada quantidade de microrganismos no rúmen foi verificada quando a concentração de amônia foi aproximadamente de 28 mg de  $\text{NH}_3\text{-N}/100\text{ ml}$  de líquido ruminal.

Alguns resultados in vitro indicam concentrações inferiores às aquelas verificadas in vivo, como sendo de ordem de 1-8 mg de  $\text{NH}_3\text{-N}/100\text{ ml}$  de líquido de rúmen, ocorrendo uma produção máxima de proteína microbiana quando o nível foi de

5 mg de NH<sub>3</sub>-N/100 ml (SATTER & SLYTER, 1974).

Em condições experimentais, BARTLEY et alii (1976) e DAVIDOVICH et alii (1977), utilizando bovinos adultos e fistulados no rúmen, conseguiram variar os níveis de amônia do rúmen, por meio de modificações da dieta numa faixa entre 6,18 e 93,54 mg de NH<sub>3</sub>-N/100 ml de líquido, sem causar prejuízos à saúde dos animais. Vale ressaltar que a maioria dos estudos revela

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

quando o nível de amônia no líquido ruminal atinge valores da ordem de

### 2.1. Produção de Amônia no Rúmen

O conteúdo de nitrogênio amoniacal, no líquido do rúmen de O aparecimento de amônia no rúmen pode ser resultante de compostos nitrogenados não protéicos, da degradação de proteínas dietéticas e da proteína microbiana proveniente da atividade dos microrganismos.

A concentração ótima de amônia no fluido ruminal ainda não está bem estabelecida, no entanto ela depende de vários fatores relacionados com a dieta do animal (NRC, 1976).

Os estudos in vivo realizados por SLYTER et alii (1973) indicaram que a retenção de nitrogênio pelos novilhos aumentou, quando a concentração de amônia no líquido ruminal foi mantida acima de 2 mg de NH<sub>3</sub>-N/100 ml de fluido. MILLER (1973) afirmou que uma elevada quantidade de microrganismo no rúmen foi verificada quando a concentração de amônia foi aproximadamente de 28 mg de NH<sub>3</sub>-N/100 ml de líquido ruminal.

Alguns resultados in vitro indicam concentrações inferiores àquelas verificadas in vivo, como sendo da ordem de 1-8 mg de NH<sub>3</sub>-N/100 ml de líquido de rúmen, ocorrendo uma produção máxima de proteína microbiana quando o nível foi de (REIS & TURKS, 1969; FAICHNEY, 1971; WRIGHT, 1971; MACRAE et alii, 1972 e HENSLEY et alii 4 1973).



5 mg de  $\text{NH}_3\text{-N}/100$  ml (SATTER & SLYTER, 1974).

Em condições experimentais, BARTLEY et alii (1976) e DAVIDOVICH et alii (1977), utilizando bovinos adultos e fistulados no rúmen, conseguiram variar os níveis de amônia do rúmen, por meio de modificações da dieta numa faixa entre 6,18 e 93,54 mg de  $\text{NH}_3\text{-N}/100$  ml de líquido, sem causar prejuízos à saúde dos animais. Vale ressaltar que a maioria dos estudos revelam ocorrer intoxicação nos animais, quando o nível de amônia no líquido ruminal atinge valores da ordem de 80 mg de  $\text{NH}_3\text{-N}/100$  ml.

O conteúdo de nitrogênio amoniacal, no líquido de rúmen de bezerros e vacas sob regime de pastejo, exclusivo, foi da ordem de 6,1 e 16,6 mg de N/100 g de água, respectivamente, (SMITH & McALLAN, 1970).

## 2.2. Uso do Formaldeído na Proteção de Proteínas Contra a Degradação no Rúmen

O formaldeído tem sido intensamente estudado nos últimos dez anos, como aditivo às rações para ruminantes, na proteção da proteína contra a degradação ruminal.

As proteínas de alta qualidade, ricas em aminoácidos essenciais ou cujo valor biológico é superior à proteína microbiana, podem ser degradadas no rúmen com produção de amônia e síntese de nova proteína de qualidade inferior, acarretando prejuízos no desempenho do animal.

O tratamento de caseína com formaldeído, geralmente, tem causado um acréscimo na retenção de nitrogênio pelo organismo animal, maior produção de lã e crescimento muscular (REIS & TUNKS, 1969; FAICHNEY, 1971; WRIGHT, 1971; MacRAE et alii, 1972 e HEMSLEY et alii, 1973).



A adição de formaldeído às rações de ovinos causou um aumento nos coeficientes de digestibilidade da matéria seca e energia, embora não significativamente superior à testemunha, e uma redução na digestibilidade da proteína (SHELL et alii, 1978).

Os novilhos alimentados com rações que continham formaldeído apresentaram ganhos diários da ordem de 1,10 kg, significativamente superiores a 0,92 kg, apresentados por aqueles que receberam uma dieta basal isenta de formaldeído (McCARTOR & SMITH, 1978).

As digestibilidades aparentes da matéria seca e da proteína, em ensaio realizado com ovinos, foram da ordem de 86,3 e 84,9%; 83,4 e 81,1%, para rações contendo farelo de soja tratado e não tratado com formaldeído, respectivamente (WACHIRA et alii, 1974).

Os estudos de FAICHNEY & DAVIES (1973), utilizando bezerros alimentados com ração contendo farelo de amendoim, apresentaram coeficientes de digestibilidade para matéria seca, da ordem de 73 e 74%, matéria orgânica, 74 e 75%, e proteína, 67 e 75%, respectivamente, para os farelos tratado e não tratado com formaldeído.

As digestibilidades da matéria orgânica e da proteína, determinada com ovinos fistulados no rúmen e abomaso e que receberam dieta com caseína tratada com formaldeído, foram 72,4 e 70,7%, respectivamente, e 72,8 e 77,2% para as dietas não tratadas com formaldeído (FAICHNEY & WESTON, 1971).

O uso do formaldeído, no tratamento da caseína em rações para vacas leiteiras, tem mostrado resultados favoráveis na proteção contra a degradação ruminal, mas aumentos na produção de leite não foram observados (BRODERICK & LANE, 1978).



O percentual de retenção de nitrogênio pelos ovinos que receberam ração contendo caseína tratada com formaldeído foi da ordem de 36%; superior aos que receberam ração não tratada, cerca de 17%. A adição do formaldeído aumentou o fluxo de amônia para o intestino bem como a absorção aparente de aminoácidos (MacRAE *et alii*, 1972).

Os estudos de CUITUN *et alii* (1975), realizados com novilhos alimentados com ração que continha caseína e óleo de açafraão tratados com formaldeído, apresentaram coeficientes de digestibilidade da ordem de 75,2; 65,8; 74,2 e 64,4% para a matéria seca, proteína, energia e lipídios, respectivamente, superiores àqueles que receberam a mesma ração sem formaldeído que foram, na mesma ordem: 68,1; 49,8; 64,3 e 47,5%.

#### I. INTRODUÇÃO

THOMSON & CAMMELL (1979) não encontraram efeito do formaldeído adicionado à dieta de ovinos, sobre a digestibilidade da matéria orgânica e da celulose, sendo verificado diminuição apenas na digestibilidade da proteína.

Outros pesquisadores, como FRAENKEL-CONRAT *et alii* (1945); SCOTT *et alii* (1970); COCK *et alii* (1972); REIS & TUNKS (1973); SCHMIDT *et alii* (1973, 1974); GARCIA (1975) e ACKERSON *et alii* (1976) afirmaram que o formaldeído causa uma maior estabilidade à molécula protéica, sendo eficiente no tratamento de proteínas, para evitar as transformações causadas pelos microrganismos no rúmen.

Alguns pesquisadores têm procurado proteger a proteína contra a degradação no rúmen, usando o aquecimento (cotação) e/ou formaldeído nos farelos destinados à alimentação dos ruminantes.

Os níveis de amônia no rúmen de bovinos fistulados e que receberam dietas contendo caseína tratada e não tratada com formaldeído foram da ordem de 31,3 e 57,6 mg/100 ml, respectivamente, nas amostras coletadas a intervalos de 2 horas, durante 12 horas (FAICINEY & WESTON, 1971). Também, FAICINEY & DAVIES (1973) encontraram maior taxa de liberação de amônia para as amostras de farelo de cevada tratado com formaldeído do que para as amostras não tratadas, em experimento realizado *in vitro*, após 24 horas de fermentação.

CAPÍTULO II

Efeito do Formaldeído sobre a Liberação de Amônia  
Amônia in vitro, pelos Grãos de Soja Moídos  
e pelas Rações com Farelo de Soja

e que houve uma maior taxa de passagem de nitrogênio e aminoácidos para o duodeno. 1. INTRODUÇÃO

Os estudos de MACHIDA *et al.* (1974), realizados *in vitro*. A maioria da proteína da dieta é hidrolisada no rúmen para peptídios e aminoácidos, devido a ação das enzimas microbianas.

As proteínas de elevada solubilidade e, geralmente, de alta qualidade são degradadas pelos microrganismos do rúmen para amônia, e uma grande quantidade de aminoácidos que deveria ser absorvida é transformada em uréia (McDONALD, 1952). E, assim, uma perda considerável de amônia através das paredes do rúmen pode resultar em uma baixa utilização da proteína dietética.

Alguns pesquisadores têm procurado proteger a proteína contra a degradação no rúmen, usando o aquecimento (tostagem) e/ou formaldeído nos farelos destinados à alimentação dos ruminantes.



Os níveis de amônia no rúmen de ovinos fistulados e que receberam dietas contendo caseína tratada e não tratada com formaldeído foram da ordem de 31,3 e 59,6 mg/100 ml, respectivamente, nas amostras coletadas a intervalos de 2 horas, durante 12 horas (FAICHNEY & WESTON, 1971). Também, FAICHNEY & DAVIES (1973) encontraram menor taxa de liberação de amônia para as amostras de farelo de amendoim tratado com formaldeído do que para as amostras de farelo não tratado, em experimento realizado in vitro, após 24 horas de fermentação.

WILLIAMS & SMITH (1976) afirmaram que os níveis de amônia no rúmen de bezerros foram mais baixos quando os animais receberam dieta com a caseína tratada com formaldeído, e que houve uma maior taxa de passagem de nitrogênio e aminoácidos para o duodeno.

Os estudos de WACHIRA et alii (1974), realizados in vitro, com digesta ruminal de bovinos, revelaram maiores níveis de amônia, após 3 horas de incubação, para o farelo de soja não tratado com formaldeído (14,2 mg de  $\text{NH}_3\text{-N}$ /100 ml) do que para o farelo tratado, cujo valor foi da ordem de 9,13 mg de  $\text{NH}_3\text{-N}$ /100 ml de líquido de rúmen. Não foram encontrados trabalhos desta natureza sobre grãos de soja integral.

Com o objetivo de se verificar a eficiência do formaldeído e da tostagem, para diminuir a liberação de amônia pela fermentação in vitro dos grãos de soja moídos e dos farelos de soja crus e tostados, foram programados dois experimentos. Mediu-se a concentração de nitrogênio amoniacal no meio de cultura, a intervalos constantes, após o início da fermentação in vitro; dos respectivos materiais tratados ou não com formaldeído.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Nutrição Animal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa.

Foram utilizados os grãos de soja integral, moídos, (Experimento I) e os farelos de soja crus e tostados, (Experimento II), tratados ou não com formaldeído a 4% ( $\text{CH}_2\text{O}$ ), para o estudo de liberação de amônia na fermentação in vitro. Às fontes protéicas do experimento II, foram adicionados 60 a 79% de fubá de milho e 9 a 18% de óleo de soja, antes do tratamento com formaldeído.

Os materiais de cada um dos experimentos foram incubados em "Erlenmeyers" com líquido de rúmen e saliva artificial (McDOUGALL, 1948), na proporção de 1:1 (v:v), durante 12 horas, em banho-maria a  $39^\circ\text{C}$ , com agitação e borbulhamento de  $\text{CO}_2$  constantes. A adaptação da aparelhagem para as condições locais pode ser vista na Figura 1.



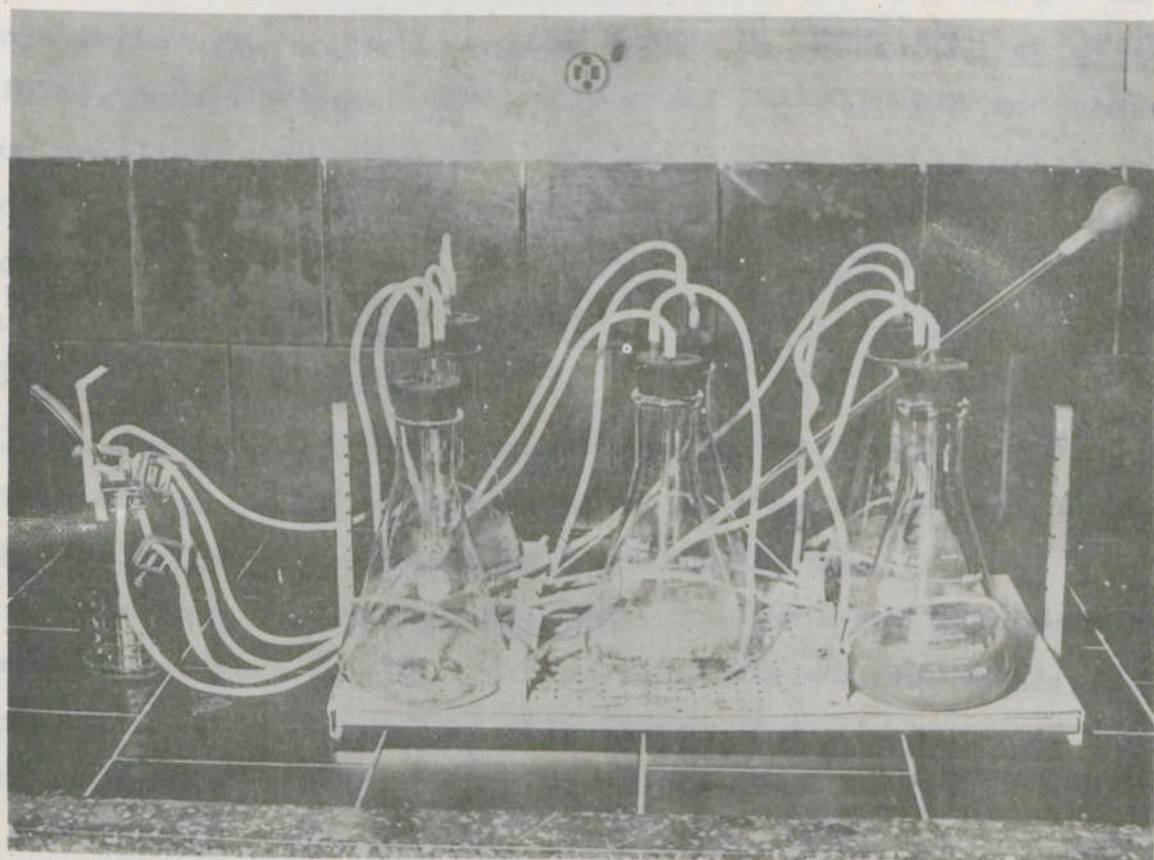


FIGURA I - "Erlenmeyers" com dispositivos para borbulhamento de  $\text{CO}_2$ , coleta de amostra e eliminação do excesso de gases.



durante três (3) dias. 2.1. Experimento I líquido, após filtração em condor de pano fino, foi imediatamente utilizado para

### 2.1.1. Aplicação do Formaldeído e Preparo das Amostras

Os grãos de soja foram moídos em moinho com peneira cuja malha era de 4 mm de diâmetro, pesados 30 kg e adicionado o formaldeído (40%), na proporção de 10,0 ml/100 g de soja triturada, segundo recomendação de ACKERSON et alii (1976). Após homogeneização, a mistura foi colocada em tambor metálico, com adição de água até a completa saturação, formando uma fina (filme) camada de água sobre o material. Sob estas condições, a soja triturada foi deixada em repouso durante 15 horas, após este tempo, foi espalhada em piso de cimento para secagem ao sol.

O material tratado seco ao sol apresentou 86,84% de matéria seca (MS), valor semelhante ao teor de matéria seca da soja original triturada, que foi de 86,36%.

Do material assim preparado, foi retirada uma amostra pesando em torno de 500 g, moída em moinho do tipo Willey, em peneira de malhas com 2 mm de diâmetro. Daquela amostra, foram retiradas alíquotas para a fermentação in vitro.

### 2.1.3. Coleta e Análise das Amostras

#### 2.1.2. Fermentação in vitro

No estudo da liberação de nitrogênio amoniacal ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ), foi utilizado o líquido do rúmen de um novilho 1/2 sangue Holandês x Zebu, fistulado no rúmen, alimentado por um período de 21 dias, com dieta constituída de silagem de milho e mistura concentrada contendo 70% de fubá de milho e 30% de grãos de soja moídos e tratados com formaldeído.

As coletas do líquido de rúmen (700 ml) foram feitas



durante três (3) dias consecutivos. O líquido, após filtragem em coador de pano ralo, foi imediatamente utilizado para a fermentação in vitro. A fermentação foi feita em "Erlenmeyers" de 500 ml, nos quais foram colocados 100 ml de líquido de rúmen, 100 ml de saliva artificial (McDOUGALL, 1948) e cerca de 3 g de cada amostra do material tratado ou não com formaldeído. Havia também um tratamento em branco, como descrito abaixo:

1. Branco - 100 ml de líquido de rúmen + 100 ml de destilado e quantidade salivária artificial; na amostra.
2. Sem Formaldeído - Branco + amostra dos grãos de soja moídos, não tratados com formaldeído;
3. Com Formaldeído - Branco + amostra dos grãos de soja moídos, tratados com formaldeído.

Os tratamentos foram sorteados, ao acaso, para cada "Erlenmayer", com duas repetições e três ensaios, de modo a se obterem seis (6) amostras para cada hora de fermentação, durante 12 horas, perfazendo um total de 216 amostras.

### 2.1.3. Coleta e Análise das Amostras

As amostras do conteúdo de cada "Erlenmayer" foram coletadas a intervalos de 60 minutos, em tubos de centrífuga, com capacidade para 11,0 ml, contendo 1,0 ml de  $HgCl_2$  para inibir a fermentação. A seguir, o material foi centrifugado a 3.000 rpm durante 15 minutos, e o sobrenadante transferido para tubos com tampa rosquiável, colocados sob refrigeração a 4°C.

Após a realização dos três ensaios, procedeu-se à dosagem de amônia nas amostras, pela modificação da técnica de FENNER (1965). Foram pipetadas 2,0 ml de cada frasco e destilados em aparelho do tipo micro-Kjeldhal com 5,0 ml de KOH 2 N, sendo o aparelho regulado para destilar a um fluxo de 2,0 ml/minuto. O destilado foi recebido em 10,0 ml de ácido bórico a 2% até um volume total de 50,0 ml. O tempo de destilação para cada amostra foi em torno de 20 minutos. O destilado foi titulado com HCl 0,005N;  $f = 0,9413$ , para se estimar a quantidade de  $\text{NH}_3\text{-N}$  presente na amostra.

#### 2.1.4. Análise Estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e os dados foram analisados de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ijlm} = u + T_i + A_j + C_l + TA_{ij} + TC_{il} + AC_{jl} + E_m(ijl)$$

onde:

$u$  = média geral.

$T_i$  = efeito de tratamento;  $i = 1, 2$  e  $3$ .

$A_j$  = efeito do tempo de fermentação (amostra);  
 $j = 1, 2, \dots$  e  $12$ .

$C_l$  = efeito de ensaios;  $l = 1, 2$  e  $3$ .

$TA_{ij}$  = efeito da interação tratamento x tempo de fermentação.

$TC_{il}$  = efeito de tratamento x ensaios.

$AC_{jl}$  = efeito do tempo de amostragem x ensaios.

$E_m(ijl)$  = resíduo.



## 2.2. Experimento II

### 2.2.1. Tratamentos e Análise Estatística

Neste experimento os materiais utilizados foram o farelo de soja cru e farelo de soja tostado, com adição de diferentes níveis de óleo de soja (0; 8,9 e 17,8%), tratados ou não com formaldeído e misturados ao fubá de milho, de modo a formar misturas com 100 g de peso, conforme dados do Quadro I.

QUADRO I - Proporção dos Ingredientes na Mistura de Concentrados, para o Teste de Liberação de Amônia ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ) in vitro com Farelo de Soja Cru e Tostado

Tratamentos*	Fubá de milho (g)	Farelo de soja (g)	Óleo de soja (g)
0	78,9	21,1	0
0F	78,9	21,1	0
4	70,0	21,1	8,9
4F	70,0	21,1	8,9
8	61,1	21,1	17,8
8F	61,1	21,1	17,8

\* 0, 4 e 8 níveis de óleo na mistura e F, tratamento com formaldeído.

O grau de moagem do material e a fermentação in vitro foram semelhantes ao descrito no experimento I, variando-se apenas o tamanho da amostra para a fermentação, que foi em torno de 5,0 g, o intervalo de coleta, que passou a ser fei-

to a cada 2 horas e, na técnica da aplicação do formaldeído, foi dispensada a adição de água.

Foram feitos três (3) ensaios para cada tipo de farelo, e cada ensaio foi feito com um tratamento em "branco" (100 ml de saliva artificial e 100 ml de líquido de rúmen).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial  $2 \times 2 \times 3 \times 6$ , com três (3) ensaios, sendo dois (2) níveis de formol, dois (2) tipos de farelo, três (3) níveis de óleo, seis (6) tempos de fermentação, conforme SNEDECOR (1967). Os dados foram analisados de acordo com o modelo que segue:

$$Y_{ijklm} = u + F_i + S_j + O_k + T_l + FS_{ij} + FO_{ik} + FT_{il} + SO_{jk} + ST_{jl} + OT_{kl} + E_{ijklm}$$

onde:

- $u$  = média geral.
- $F_i$  = efeito de formol;  $i = 1$  e  $2$ .
- $S_j$  = efeito de farelo de soja;  $j = 1$  e  $2$ .
- $O_k$  = efeito de óleo;  $k = 1, 2$  e  $3$ .
- $T_l$  = efeito do tempo de fermentação;  $l = 1, 2, \dots, 6$ .
- $FS_{ij}$  = efeito da interação formol x farelo de soja.
- $FO_{ik}$  = efeito da interação formol x óleo.
- $FT_{il}$  = efeito da interação formol x tempo de fermentação.
- $SO_{jk}$  = efeito da interação farelo de soja x óleo.
- $ST_{jl}$  = efeito da interação farelo de soja x tempo de fermentação.
- $OT_{kl}$  = efeito da interação óleo x tempo de fermentação.
- $E_{ijklm}$  = resíduo.



com 5 mg de NH<sub>3</sub>-N/100 ml de líquido de rúmen (SATTER & ROFFLER, 1975), 28 mg de NH<sub>3</sub>-N/100 ml (MILLER, 1973); e 51 mg de NH<sub>3</sub>-N/100 ml (DAVIDOVICH et al, 1977).

QUADRO 2 - Teores Médios de NH<sub>3</sub>-N/100 ml de Líquido de Rúmen Liberados Durante a Fermentação in vitro dos Grãos de Soja

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Liberação de Amônia pelos Grãos de Soja Moídos

A liberação média de amônia, expressa em mg de NH<sub>3</sub>-N/100 ml de líquido de rúmen, variou entre 17,3 a 18,6 na soja tratada com formaldeído; 18,3 a 23,1 para o branco e 19,4 a 42,6 na soja que não sofreu tratamento com formaldeído. Os resultados relativos às 12 horas de fermentação encontram-se no Quadro 2 e os da análise de variância, no Quadro 3.

A liberação de nitrogênio amoniacal, no material sem formaldeído, foi significativamente superior (P < 0,05) ao material com formaldeído e ao branco, sendo que estes não apresentaram diferenças (P > 0,05) entre si.

A concentração ótima de amônia no rúmen ainda não está bem conhecida, ela depende principalmente do nível de alimentação, solubilidade da proteína ingerida, disponibilidade de carboidratos e minerais para os microrganismos e da frequência de alimentação (NRC, 1976). Contudo os melhores resultados em termos de síntese de proteína microbiana, população de microrganismos no rúmen, retenção de nitrogênio, produção de leite e ganho de peso pelos bovinos, foram consegui-

dos com 5 mg de  $\text{NH}_3\text{-N}/100$  ml de líquido de rúmen (SATTER & ROFFLER, 1975), 28 mg de  $\text{NH}_3\text{-N}/100$  ml (MILLER, 1973); e 51 mg de  $\text{NH}_3\text{-N}/100$  ml (DAVIDOVICH et alii, 1977).

QUADRO 2 - Teores Médios de  $\text{NH}_3\text{-N}/100$  ml de Líquido de Rúmen Liberados Durante a Fermentação in vitro dos Grãos de Soja Moídos

Horas de Fermentação	Tratamentos		
	Branco	Com Formaldeído	Sem Formaldeído
	mg de $\text{NH}_3\text{-N}/100$ ml		
1	18,3	17,3	19,4
2	18,6	17,3	20,4
3	18,6	17,7	23,0
4	18,6	18,0	24,4
5	19,3	18,0	25,4
6	19,3	18,0	27,0
7	19,6	18,0	27,2
8	19,7	18,0	33,3
9	20,4	18,1	33,8
10	21,5	18,6	35,7
11	23,1	18,6	39,3
12	23,1	18,6	42,6

Nota-se que a concentração de  $\text{NH}_3\text{-N}$  no tratamento sem formaldeído aumentou progressivamente, em função do tempo de fermentação, o que indica a existência da hidrólise proteínica da soja, cujo valor, após 12 horas de fermentação in vitro, foi aproximadamente o dobro daquele obtido após 2 horas de fermentação. Para o tratamento com formaldeído a liberação de amônia foi menor em comparação com o tratamento sem formaldeído durante as 12 horas de fermentação. Os acréscimos na produção de amônia foram lineares para os três tratamentos, em função do tempo de fermentação, representados pelas equações  $Y_1 = 17,3 + 0,434 X$ ;  $Y_2 = 17,3 + 0,114 X$ ;  $Y_3 = 15,993 + 2,045 X$ ;  $R^2 = 0,85$ ,  $0,95$ , onde  $Y_1$ ,  $Y_2$  e  $Y_3$  são as produções de amônia para os



QUADRO 3 - Análise de Variância das Taxas de Liberação de Amônia, no Ensaio de Fermentação in vitro, para os Grãos de Soja Moídos

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios
Amostra (A)	11	182,26*
Tratamento (T)	2	2.615,14*
Ensaio (C)	2	616,23*
A x T	22	86,94*
A x C	22	11,10*
T x C	4	130,53*
Resíduo	152	3,11

\*  $P < 0,05$

Nota-se que a concentração de  $\text{NH}_3\text{-N}$  no tratamento sem formaldeído aumentou progressivamente, em função do tempo de fermentação, o que indica a existência da hidrólise da proteína da soja cujo valor, após 12 horas de fermentação in vitro, foi aproximadamente o dobro daquele obtido após 2 horas de fermentação. E para o tratamento com formaldeído a liberação de amônia assumiu um comportamento mais estável durante as 12 horas de fermentação.

Os acréscimos na produção de amônia foram lineares para os três tratamentos, em função do tempo de fermentação, representados pelas equações  $Y_1 = 17,187 + 0,434 X$ ;  $R^2 = 0,85$ ,  $Y_2 = 17,271 + 0,114 X$ ;  $R^2 = 0,87$  e  $Y_3 = 15,993 + 2,045 X$ ;  $R^2 = 0,96$ , onde  $Y_1$ ,  $Y_2$  e  $Y_3$  são as produções de amônia para os



tratamentos "branco", com formaldeído e sem formaldeído, respectivamente,  $X$  é o tempo de fermentação (amostra) e  $R^2$  é o coeficiente de determinação. Estes efeitos lineares podem ocorrer em ensaios de fermentação in vitro, por causa do acúmulo de amônia e variações na composição do líquido de rúmen no decorrer do tempo. A análise de regressão foi feita utilizando-se os dados médios dos três ensaios (corridas), desprezando-se o efeito da interação ensaio x tempo de fermentação, em decorrência das variações existentes entre ensaios.

Os níveis de nitrogênio amoniacal detectados em todos os tratamentos encontram-se, ora abaixo (branco e com formaldeído), ora acima (sem formaldeído) daqueles referidos por MILLER (1973), como sendo ótimo para a atividade microbiana, os teores da ordem de 28 mg de  $NH_3-N/100$  ml de fluido. Por outro lado, parece que o formaldeído pode reduzir a atividade microbiana, uma vez que as quantidades de  $NH_3-N$  nas amostras com formaldeído foram ligeiramente inferiores ao branco, assumindo um comportamento estável durante as 12 horas de fermentação, o que pode ser atribuído a um pequeno efeito bactericida do formaldeído, sobre os microrganismos existentes no rúmen.

Ao se comparar o material tratado com formaldeído e o não tratado, fica evidenciado o efeito da diminuição da solubilidade e degradação ruminal da proteína, por causa da menor taxa de liberação de amônia pelo material com formaldeído. Estes dados são semelhantes àqueles encontrados por FERGUSON et alii (1967); HUDSON et alii (1969) e PETER et alii (1971).



### 3.2. Liberação de Amônia pelas Rações Contendo Farelos de Soja Cru e Tostado

Os valores médios da liberação de nitrogênio amoniacal, pelas rações com farelo de soja cru, após 12 horas de fermentação, foram da ordem de 16,7; 17,6 e 17,5, para as rações com 0, 4 e 8% de óleo de soja, respectivamente. Para as rações tratadas com formaldeído (0F; 4F e 8F), as taxas de liberação foram da ordem de 7,5; 9,5 e 11,0 mg de  $\text{NH}_3\text{-N}/100$  ml de líquido de rúmen, respectivamente. Enquanto que, para as rações com o farelo de soja tostado, os resultados, na mesma ordem, foram 14,5; 14,6 e 13,8, sem adição de formaldeído e 12,4; 14,1 e 13,5 para o farelo de soja com formaldeído, cujos dados estão expressos no Quadro 4, bem como os dados da análise de variância, no Quadro 5.

O farelo de soja cru, tratado com formaldeído, apresentou menores taxas de liberação de amônia ( $P < 0,05$ ) quando comparadas às quantidades liberadas pelo farelo não tratado. Por outro lado, o mesmo efeito não foi observado quanto ao farelo de soja tostado ( $P > 0,05$ ). Isto sugere que o aquecimento (torrefação) aplicado ao farelo de soja, no processo industrial, é um método eficiente para a proteção da proteína contra a degradação no rúmen, de acordo com os resultados de SHERROD & TILLMAN (1962/1964) e OWENS (1978), que afirmaram haver menor solubilidade para a proteína dos farelos de soja e de algodão, quando submetidos ao aquecimento, antes de serem oferecidos aos ruminantes.

Os resultados para o farelo de soja cru são semelhantes àqueles obtidos com os grãos de soja moídos (Experimento I) e aos encontrados por FERGUSON et alii (1967); HUDSON et alii (1969) e PETER et alii (1971), cujas taxas de libe-

ração de amônia para o farelo de soja tratado com formaldeído foram inferiores ao não tratado.

QUADRO 4 - Liberação Média de Nitrogênio Amoniacoal (mg de  $\text{NH}_3\text{-N}/100 \text{ ml}$ ), Durante a Fermentação in vitro, no Período de 12 Horas, pelos Farelos de Soja Cru e Tostado

Tratamentos	Horas de Fermentação					
	2	4	6	8	10	12
Farelo de Soja Cru						
0	12,8	12,8	11,5	13,9	15,4	16,7
0F	11,0	10,4	9,1	9,8	7,6	7,5
4	13,0	12,2	12,6	14,1	15,9	17,6
4F	11,9	11,7	11,1	10,1	9,8	9,5
8	13,3	13,7	13,1	15,1	16,1	17,5
8F	11,9	12,3	11,0	10,3	11,2	11,0
Farelo de Soja Tostado						
0	11,5	12,3	12,1	11,7	12,6	14,5
0F	9,7	12,6	13,0	13,2	13,2	12,4
4	11,8	13,1	11,9	11,7	12,6	14,6
4F	9,3	13,2	12,4	13,2	13,3	14,1
8	12,6	13,4	12,7	12,6	12,7	13,8
8F	9,6	12,8	12,7	12,7	13,6	13,5



QUADRO 5 - Análise de Variância das Taxas de Liberação de Amônia, no Ensaio de Fermentação in vitro, para as Rações com Farelo de Soja Cru e Tostado

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios
Níveis de Formol	1	216,32**
Níveis de Óleo	2	17,05**
Tempos de Fermentação (TF)	5	17,56**
Farelo de Soja	1	3,31
Formol x Óleo	2	0,89
Formol x TF	5	18,12**
Formol x Farelo de Soja	1	181,05**
Óleo x TF	10	0,57
Óleo x Farelo de Soja	2	7,25
Tempo x Farelo de Soja	5	8,62*
Resíduo	181	2,58

\*  $P < 0,05$

\*\*  $P < 0,01$

A adição do óleo de soja (4 e 8%) ao farelo de soja cru causou um aumento ( $P < 0,01$ ) nas quantidades de amônia liberadas na ausência do formaldeído, não se verificando tal efeito para os demais tratamentos estudados.

A influência do tempo de fermentação, durante 12 horas, foi mais evidente para o farelo de soja cru. No decorrer da fermentação, a quantidade média de amônia liberada nos três (3) ensaios, pelo farelo cru sem formaldeído, aumentou linearmente, segundo a equação  $Y_1 = 11,106 + 0,451X$ ;  $R^2 = 0,79$ ,

enquanto que, para o farelo com formaldeído, houve um decréscimo linear na liberação de amônia, conforme a equação  $Y_2 = 13,193 - 0,308X$ ;  $R^2 = 0,36$ ; onde  $Y_1$  e  $Y_2$  são as quantidades de amônia liberadas,  $X$  é o tempo de fermentação e  $R^2$  é o coeficiente de determinação.

A diminuição das quantidades de amônia liberadas pelo farelo de soja cru, tratado com formaldeído, durante a fermentação, pode ser atribuída a um efeito do formaldeído sobre os microrganismos do meio, diminuindo as suas atividades.

No farelo de soja tostado, os acréscimos também foram lineares no decorrer do tempo de fermentação, havendo uma tendência em serem menores na ausência do formaldeído, segundo a equação  $Y_3 = 11,560 + 0,155X$ ;  $R^2 = 0,42$ , quando comparados ao farelo com formaldeído, representados pela equação  $Y_4 = 10,353 + 0,297X$ ;  $R^2 = 0,58$ , onde  $Y_3$  e  $Y_4$  são as quantidades de amônia liberadas,  $X$  é o tempo de fermentação e  $R^2$  é o coeficiente de determinação.

Estas equações de regressão foram determinadas em função dos valores médios das taxas de liberação de amônia nos três níveis de óleo, visto a interação óleo x tempo de fermentação não ter apresentado diferenças significativas ( $P > 0,05$ ).



As quantidades de nitrogênio amoniacal encontradas nas amostras dos grãos de soja moídos com e sem adição de formaldeído, após 12 horas de fermentação, foram respectivamente 18,6 e 42,6 mg de  $\text{NH}_3\text{-N}/100$  ml de líquido de rúmen, havendo diferenças estatísticas significativas entre elas ( $P < 0,05$ ).

#### 4. RESUMO E CONCLUSÕES

Foram utilizadas 432 amostras coletadas de materiais fermentados in vitro, para análise dos teores de nitrogênio amoniacal ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ). Os materiais submetidos à fermentação em "Erlenmeyers", durante 12 horas em banho-maria, a  $39^\circ\text{C}$ , sob borbulhamento de  $\text{CO}_2$  e agitação constante, foram: a) grãos de soja moídos, tratados ou não com formaldeído (experimento I); e b) rações contendo farelos de soja comerciais, cru e tostado, com três níveis de óleo de soja, tratados ou não com formaldeído (experimento II).

A fermentação foi feita em "Erlenmeyers" com capacidade para 500 ml, aos quais foram adicionados líquido de rúmen de bovino, saliva artificial e 3,0 a 5,0 g de amostra dos materiais a serem fermentados.

No experimento I, as amostras foram coletadas a intervalos de 60 minutos, centrifugadas a 3.000 rpm e armazenadas sob refrigeração a  $4^\circ\text{C}$ , para posterior análise do teor de nitrogênio amoniacal. O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos, duas repetições em três ensaios de 12 tempos de fermentação (amostras) por ensaio, tratamento e repetição.

As quantidades de nitrogênio amoniacal encontradas nas amostras dos grãos de soja moídos com e sem adição de formaldeído, após 12 horas de fermentação, foram respectivamente 18,6 e 42,6 mg de  $\text{NH}_3\text{-N}/100$  ml de líquido de rúmen, havendo diferenças estatísticas significativas entre elas ( $P < 0,05$ ).

As amostragens no experimento II foram feitas a intervalos de duas horas e os demais processamentos foram semelhantes ao experimento I. A análise estatística foi feita segundo um esquema fatorial  $2 \times 2 \times 3 \times 6$ , com três (3) ensaios.

Os teores de amônia liberados durante o processo de fermentação com farelo tostado e com formaldeído não foram inferiores ( $P > 0,05$ ) àqueles sem formaldeído.

Os resultados obtidos nestes dois experimentos permitem as seguintes conclusões:

1. o formaldeído a 40%, aplicado aos grãos de soja moídos e ao farelo de soja cru, na proporção de 4%, mostrou-se eficiente na proteção da proteína contra a degradação ruminal;

2. a aplicação do formaldeído diminuiu a liberação de amônia, o que, possivelmente, deveu-se à diminuição da taxa de hidrólise da proteína, a nível de rúmen;

3. o possível efeito bactericida do formaldeído parece não causar grandes prejuízos aos microrganismos do rúmen, uma vez que as quantidades de amônia liberadas durante 12 horas de fermentação, para todos os tratamentos com formaldeído, apresentaram um comportamento estável;

4. o aquecimento do farelo de soja, no processamento industrial, oferece proteção à proteína com uma eficiência semelhante ao formaldeído, uma vez que a adição desse ao farelo de soja tostado não influenciou a produção de amônia.



FAICHNEY (1973), trabalhando com ovinos, encontraram maiores coeficientes de digestibilidade para matéria orgânica, proteína e energia quando os animais foram alimentados com rações concentradas, tratadas com formaldeído. No entanto, quando rações semelhantes foram oferecidas a bovinos, houve uma diminuição nos coeficientes de digestibilidade de alguns nutrientes, ressaltando-se o efeito sobre a digestibilidade de proteína.

### CAPÍTULO III

#### Digestibilidade, em Ovinos, de Alguns Nutrientes de Rações Contendo Grãos de Soja Moídos, Tratados ou não com Formaldeído

#### 1. INTRODUÇÃO

O presente experimento foi realizado com o objetivo principal de estudar o processo de fermentação dos alimentos no rúmen, podendo ser considerado como prejudicial à utilização eficiente de alguns nutrientes, tais como, proteínas de alta qualidade, carboidratos solúveis e algumas vitaminas. Crescente tem sido o interesse em se estudarem os meios para manter a integridade destes nutrientes, para um aproveitamento mais adequado no intestino dos ruminantes.

A medida que os conhecimentos vão se aprimorando neste sentido, grandes dificuldades têm surgido quanto à associação de métodos eficientes de proteção contra a degradação ruminal, sem que haja interferência no aproveitamento de nutrientes contidos nos alimentos.

Existem discussões quanto aos efeitos do formaldeído sobre a digestibilidade dos nutrientes, em que FAICHNEY et

alii (1973), trabalhando com ovinos, encontraram maiores coeficientes de digestibilidade para matéria orgânica, proteína e energia quando os animais foram alimentados com rações concentradas, tratadas com formaldeído. No entanto, quando rações semelhantes foram oferecidas a bovinos, houve uma diminuição nos coeficientes de digestibilidade de alguns nutrientes, ressaltando-se o efeito sobre a digestibilidade da proteína nas rações contendo formaldeído (DINIUS et alii, 1974). Entre outros vários fatores relatados por CHURCH (1974), as proporções volumoso:concentrado podem ser a causa das alterações na digestibilidade e/ou no aproveitamento de alguns nutrientes das rações, pelos ruminantes.

O presente experimento foi realizado com o objetivo principal de verificar a digestibilidade da matéria seca, proteína e energia, em rações à base de silagem de milho, fubá de milho e grãos de soja moídos, tratados ou não com formaldeído. Objetivou, também, verificar as possíveis alterações sobre os parâmetros considerados, pela variação das proporções volumoso:concentrado, em dois níveis.

Os tratamentos A e B tinham duas relações, volumoso:concentrado, com base na matéria seca, previamente estabelecida em 60:40 (Fase I) e 20:80 na (Fase II). Os ensaios foram conduzidos no Laboratório de Animais - Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa.

Antes de se iniciar o experimento, os animais receberam vermífugo por via subcutânea e tiveram, em cochos separados, água e sal mineral à vontade, durante a permanência



nas gaiolas de metabolismo.

## 2.2. Rações

A silagem de milho foi retirada de silos com capacidade aproximada para 90 toneladas. A adição de formaldeído aos grãos de soja moídos foi feita segundo a descrição apresentada para o experimento I (CAPÍTULO II); e a mistura do fubá de milho com os grãos de soja moídos foi feita manual-

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Animais e Tratamentos

Foram utilizados 12 ovinos capões, com seis (6) dentes ( $\pm$  3 anos de idade), peso vivo médio de 46,3 kg, abrigados em gaiolas de metabolismo com dispositivo para coleta de urina.

Estudaram-se os seguintes tratamentos, em um ensaio convencional de digestibilidade aparente: A - Volumoso (silagem de milho); B - Volumoso + concentrado (70% de fubá de milho e 30% de grãos de soja moídos e C - Volumoso + concentrado, onde os grãos de soja moídos foram tratados com formaldeído, a 40% (10 ml de  $\text{CH}_2\text{O}/100$  g de grãos moídos). Os tratamentos B e C tinham duas relações, volumoso:concentrado, com base na matéria seca, previamente estabelecida em 60:40 (Fase I) e 40:60 na (Fase II). Os ensaios foram conduzidos no Laboratório de Animais - Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa.

Antes de se iniciar o experimento, os animais receberam vermífugo por via subcutânea e tiveram, em cochos separados, água e sal mineral à vontade, durante a permanência

nas gaiolas de metabolismo.

## 2.2. Rações

A silagem de milho foi retirada de silos com capacidade aproximada para 90 toneladas. A adição de formaldeído aos grãos de soja moídos foi feita segundo a descrição apresentada para o experimento I (CAPÍTULO II), e a mistura do fubá de milho com os grãos de soja moídos foi feita manualmente, obtendo-se dois tipos de concentrados, com e sem adição de formaldeído. O volumoso e concentrados foram fornecidos aos animais, separadamente, em duas refeições diárias (8 e 16 horas), cujas composições em matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e energia bruta (EB) encontram-se no Quadro 6.

## 2.3. Período de Adaptação e Coleta

Os animais passaram por um período (14 dias) de adaptação às gaiolas, ambiente experimental e alimentação. Durante este período de adaptação às condições locais, os ovinos receberam somente silagem de milho, à vontade, e procedeu-se ao controle de ingestão de volumoso, durante 10 dias, para a determinação do consumo voluntário individual. Ao 14.<sup>o</sup> dia, os animais foram pesados e deles sorteados quatro (4) para cada tratamento, segundo o peso vivo. Seguindo-se a este período, os ovinos passaram a receber os respectivos tratamentos, durante sete (7) dias. As bolsas coletoras de fezes foram adaptadas aos animais três (3) dias antes de iniciar o período de coleta, que durou 7 dias, o qual se deu ao 22.<sup>o</sup> (vigésimo segundo) dia do ensaio de alimentação.



QUADRO 6 - Teores de Matéria Seca, Proteína Bruta e Energia Bruta do Volumoso e dos Concentrados Consumidos pelos Ovinos, Durante as Duas Fases Experimentais

Ingredientes	Composição			EB (Kcal/kg de MS)
	MS (%)	PB (%)		
Volumoso	- Fase I	28,15	5,0	4.549
	- Fase II	25,02	4,6	4.315
Concentrado sem CH <sub>2</sub> O	- Fase I	86,24	17,6	4.891
	- Fase II	87,02	18,2	4.791
Concentrado com CH <sub>2</sub> O	- Fase I	86,36	18,2	4.858
	- Fase II	87,72	19,1	4.600

O alimento volumoso foi fornecido com base nas exigências em Nutrientes Digestíveis Totais (NDT) para manutenção. As quantidades de volumoso e de concentrado foram calculadas com base na matéria seca e consumo voluntário de volumoso.

Da silagem fornecida, durante o período de coleta de fezes e urina, foram obtidas amostras diárias em torno de 10% do peso total, acumuladas em sacos plásticos para formarem amostras compostas por período de sete (7) dias e por animal. Das rações concentradas, tratadas ou não com formaldeído, foram feitas amostragens diárias em torno de 50 gramas, para constituírem amostras compostas por período de coleta.

As fezes excretadas diariamente foram pesadas e homogeneizadas. Delas foram retiradas alíquotas correspondentes a 5% do peso total, e a amostragem da urina foi feita retirando-se 5% do volume total eliminado diariamente.

A urina foi acidulada com ácido clorídrico (1+1), colocando-se 20,0 ml nos recipientes coletores, no início de cada dia. As alíquotas de fezes e urina foram reunidas diariamente, de maneira a formarem amostras compostas por animal e por período de coleta.

As amostras compostas de silagem, fezes e urina foram armazenadas sob congelamento a  $-15^{\circ}\text{C}$ , para posteriores análises.

#### 2.4. Análises das Amostras

Das amostras de silagem e fezes descongeladas retiraram-se alíquotas com peso em torno de 200 g, que foram submetidas a pré-secagem em estufa com circulação de ar, a  $50-55^{\circ}\text{C}$ , e a seguir, trituradas em moinho do tipo Willey, em peneira com malhas de 2 mm de diâmetro e acondicionadas em vidros



hermeticamente fechados.

Nas amostras de silagem, concentrado e fezes, foram feitas as determinações de matéria seca e energia bruta, segundo a técnica descrita por HARRIS (1970). Os teores de nitrogênio na urina, nas amostras de silagem pré-secas e nas amostras de concentrados, foram determinadas em aparelho do tipo micro-Kjeldahl, segundo normas da A.O.A.C. (1970). Os teores de proteína bruta dos alimentos e das fezes foram calculados, multiplicando-se os teores de nitrogênio total pelo fator 6,25.

## 2.5. Análise Estatística

A análise dos dados foi feita em blocos completos casualizados, com três (3) tratamentos, quatro (4) repetições e duas (2) fases, de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = u + B_i + T_j + F_k + TF_{jk} + E_{ijk}$$

onde:

$u$  = média geral.

$B_i$  = efeito de blocos;  $i = 1, 2, 3$  e  $4$ .

$T_j$  = efeito de tratamento (formaldeído);  $j = 1, 2$  e  $3$ .

$F_k$  = efeito da proporção de volumoso:concentrado (Fases);  $k = 1$  e  $2$ .

$TF_{jk}$  = efeito da interação tratamento x fase (T x F).

$E_{ijk}$  = resíduo.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Coefficientes de Digestibilidade

Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e energia bruta do volumoso e dos concentrados estão expressos no Quadro 7 e os dados de análise de variância, no Quadro 8.

Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca e energia bruta para o volumoso não foram diferentes estatisticamente ( $P > 0,05$ ) entre as duas fases, enquanto que, para a proteína, o coeficiente de digestibilidade (relação volumoso:concentrado 60:40) foi superior ( $P < 0,05$ ) ao da fase II (relação volumoso:concentrado 40:60).

Para os concentrados, os maiores coeficientes de digestibilidade, para todos os parâmetros estudados ( $P < 0,05$ ), foram obtidos quando se diminuiu a quantidade de volumoso na refeição diária (Fase II).

A adição de formaldeído aos grãos de soja moídos causou uma redução no coeficiente de digestibilidade da proteína ( $P < 0,05$ ), da ordem de 50% em relação ao concentrado sem formaldeído.



QUADRO 7 - Coeficientes de Digestibilidade da Matéria Seca, Proteína Bruta e Energia Bruta do Volumoso e Concentrado, Obtidos no Ensaio com Ovinos

Tratamentos	Coeficientes de Digestibilidade (%)			
	MS	PB	EB	EB
Volumoso				
- Fase I	55,45Aa	34,05Aa	57,14Aa	
- Fase II	53,83Ba	22,08Cb	55,72Ba	
Concentrado sem CH <sub>2</sub> O				
- Fase I	58,68Aa	65,54Ba	63,27Aa	
- Fase II	82,74Ab	75,60Ba	81,13Ab	
Concentrado com CH <sub>2</sub> O				
- Fase I	62,17Aa	34,30Aa	60,13Aa	
- Fase II	74,74Aa	37,71Aa	71,75Aa	

A, B, C e a, b - As letras maiúsculas representam diferenças estatísticas dentro da fase e as minúsculas, entre fase. Os dados seguidos de uma mesma letra não diferem estatisticamente ( $P > 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

QUADRO 8 - Dados de Análise Estatística para Coeficientes de Digestibilidade (CD) da Matéria Seca, Proteína e Energia

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios		
		Matéria Seca	Proteína	Energia
Blocos	3	9,62	34,69	10,92
Tratamentos (T)	2	605,58*	4.032,74*	504,38*
Fases (F)	1	817,72*	3,16	525,19*
T x F	2	330,70*	237,10	193,57*
Resíduo	15	80,16	49,95	60,01
Médias	-	64,60	44,99	64,86
Coeficiente de Variação (%)	-	13,8	15,7	11,9

\*  $P < 0,05$

\*\*  $P < 0,01$



Estes resultados concordam com aqueles obtidos por SHELL et alii (1978) e THOMSON & CAMMEL (1979), que encontraram menores coeficientes de digestibilidade para a proteína das rações tratadas com formaldeído, embora, sob as mesmas condições, o primeiro autor tenha obtido um aumento na digestibilidade da matéria seca, o que não foi verificado no presente estudo.

Os efeitos do formaldeído, causando uma diminuição nos coeficientes de digestibilidade da proteína para ovinos, são semelhantes àqueles encontrados por outros pesquisadores, como FAICHNEY & WESTON (1971); FAICHNEY & DAVIES (1973) e DINIUS et alii (1974). No entanto, estes resultados não concordam com os obtidos por FAICHNEY et alii (1973) e WACHIRA et alii (1974). Os coeficientes de digestibilidade encontrados para a matéria seca, proteína e energia discordaram daqueles obtidos por CUITUN et alii (1975); embora, estes pesquisadores tenham trabalhado com bovinos alimentados com rações contendo caseína tratada e não tratada com formaldeído.

Os efeitos da interação tratamento x fase, para o tratamento sem formaldeído, causando aumentos nas digestibilidades da matéria seca, proteína e energia quando se aumentou a proporção de concentrado (Fase II), podem ser em decorrência da maior digestibilidade do concentrado em relação ao volumoso, melhorando o processo de digestão.

### 3.2. Consumo Diário de Matéria Seca, Proteína Bruta e Energia Bruta

O consumo diário de matéria seca, proteína bruta e energia bruta, pelos ovinos, durante as fases experimentais nos diferentes tratamentos, são apresentados no Quadro 9, e os dados de análise estatística, no Quadro 10.

QUADRO 9 - Consumo Diário de Matéria Seca, Proteína Bruta e Energia Bruta pelos Ovinos, por Meio dos Diferentes Tratamentos, Durante as Duas Fases Experimentais

Tratamentos	Consumo Diário		
	MS (g)	PB (g)	EB (Kcal)
Volumoso	- Fase I	614,98Ba	2.803Ba
	- Fase II	615,35Aa	2.654Aa
Volumoso + concentrado sem CH <sub>2</sub> O	- Fase I	691,15ABa	3.203Aa
	- Fase II	650,55Aa	2.943Aa
Volumoso + concentrado com CH <sub>2</sub> O	- Fase I	766,25Aa	3.389Aa
	- Fase II	651,75AB	2.866AB

A, B, e a, b - As letras maiúsculas representam diferenças estatísticas dentro da fase e as minúsculas, entre fases. Os dados seguidos de mesma letra não diferem estatisticamente ( $P > 0,05$ ) pelo teste de Tukey.



QUADRO 10 - Dados de Análise Estatística para Consumo de Matéria Seca, Proteína e Energia

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios		
		Matéria Seca	Proteína	Energia
Blocos	3	36.688,81*	223,40*	732.106,31*
Tratamentos (T)	2	17.815,96*	6.991,40*	374.813,06*
Fases (F)	1	15.959,89*	388,01	578.771,94*
T x F	2	6.778,80	145,43*	73.571,94
Resíduo	15	2.325,05	8,54	44.331,46
Médias	-	665,00	64,82	2.976,20
Coeficiente de Variação (%)	-	7,2	4,5	7,1

\*  $P < 0,05$

Os menores consumos de nutrientes foram verificados quando os animais ingeriram somente a silagem de milho ( $P < 0,05$ ), em ambas as fases experimentais, o que evidentemente se deve ao baixo teor de nutrientes na silagem, em relação ao concentrado.

Quando se variou a relação volumoso:concentrado diminuiu a ingestão de matéria seca com o aumento do concentrado na ração. A maior ingestão ( $P < 0,05$ ) ocorreu quando a relação volumoso:concentrado foi mantida em 60:40. Paralelamente, maiores ingestões foram observadas quando o concentrado foi tratado com formaldeído. No entanto, para a proteína, as maiores ( $P < 0,05$ ) quantidades foram ingeridas quando aquela relação foi 40:60, embora tenha havido uma tendência para maiores quantidades ingeridas, quando o concentrado tinha formaldeído. Fato também normal, dado a maior proporção de concentrado na mistura.

Quanto à energia bruta, houve menor ingestão ( $P < 0,05$ ) quando se aumentou a quantidade de concentrado, tratado ou não com formaldeído (40:60), na ração dos ovinos.

### 3.3. Consumo de Matéria Seca e Proteína Bruta, por Unidade de Tamanho Metabólico, e Balanço de Nitrogênio

Pela análise dos dados expressos nos Quadros 11 e 12, verifica-se que o maior consumo de matéria seca ocorreu quando foi oferecida a ração composta de silagem de milho e concentrado com formaldeído ( $P < 0,05$ ), na relação 60:40, enquanto que, para a proteína, os maiores valores foram obtidos ( $P < 0,05$ ) quando a relação foi 40:60; sendo os valores 4,88 e 5,0 g para os animais recebendo rações sem e com for-



QUADRO II - Consumo Diário de Matéria Seca e Proteína Bruta por Unidade de Tamanho Metabólico (UTM) e Balanço de Nitrogênio (BN), nas Duas Fases Experimentais

Tratamentos	Consumo Diário por UTM		
	MS (g)	PB (g)	BN (g)/dia
Volumoso	- Fase I	1,84Ba	-0,15Ba
	- Fase II	1,75Ba	0,01Ba
Volumoso + concentrado sem CH <sub>2</sub> O	- Fase I	4,12Aa	1,64Aa
	- Fase II	4,88Ab	3,60Ab
Volumoso + concentrado com CH <sub>2</sub> O	- Fase I	4,23Aa	2,01Aa
	- Fase II	5,00Ab	3,26Ab

A, B e a, b - As letras maiúsculas representam diferenças estatísticas dentro da fase e as minúsculas, entre fases. Os valores seguidos de mesma letra não diferem estatisticamente ( $P > 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

QUADRO 12 - Dados da Análise Estatística para Balanço de Nitrogênio (BN), Consumo por Unidade de Tamanho Metabólico de Matéria Seca, Proteína e Energia

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios			
		BN	Matéria Seca	Proteína	Energia
Blocos	3	2,62*	10,50	0,03	299,50
Tratamentos (T)	2	19,39*	45,39*	20,41*	479,75
Fases (F)	1	7,55*	7,07	1,37*	1.535,04*
T x F	2	1,64	30,10	0,49*	185,41
Resíduo	15	0,67	8,34	0,02	144,65
Médias	-	1,73	36,93	3,64	167,97
Coefficiente de Variação (%)	-	47,3	7,8	3,9	7,1

\* P < 0,05

\*\* P < 0,01



maldeído, respectivamente.

Os maiores valores ( $P < 0,05$ ) de retenção de nitrogênio também foram obtidos quando os animais receberam a ração com 40% de volumoso e 60% de concentrado (40:60). Isto, certamente, ocorreu em virtude da maior ingestão de proteína pelos animais que receberam maior proporção de concentrado.

Quando a relação volumoso:concentrado foi mantida em 60:40, houve uma tendência em aumentar a retenção de nitrogênio, com a adição de formaldeído à ração (2,01 g), embora este valor não tenha sido superior ( $P > 0,05$ ) ao encontrado para os animais que receberam a ração sem formaldeído (1,64 g). No entanto, MacRAE et alii (1972) encontraram 36% de retenção de nitrogênio para os ovinos alimentados com ração contendo caseína com formaldeído e, apenas 17%, para os animais que receberam a mesma ração sem formaldeído.

Os únicos animais que apresentaram balanço de nitrogênio negativo (-150 mg/dia) foram aqueles alimentados exclusivamente com volumoso, durante a fase I, ao passo que, na fase II, a silagem de milho proporcionou nutrientes a nível de manutenção dos animais, causando um balanço de nitrogênio positivo muito baixo (10 mg/dia).

#### 3.4. Teores Médios de Matéria Seca Digestível, Proteína Digestível, Energia Digestível e Nutrientes Digestíveis Totais das Rações

As quantidades de matéria seca, proteína, energia digestíveis e os nutrientes digestíveis totais (NDT), estimados com base nos resultados obtidos com ensaio de digestibilidade aparente, são apresentados no Quadro 13.

QUADRO 13 - Quantidades Médias de Matéria Seca Digestível (MSD), Proteína Digestível (PD), Energia Digestível (ED) e Nutrientes Digestíveis Totais (NDT) das Rações

Itens	Tratamentos					
	Volumoso (silagem de milho)		Volumoso+Concentrado sem Formaldeído		Volumoso+Concentrado com Formaldeído	
	Fase I	Fase II	Fase I	Fase II	Fase I	Fase II
MSD (g)	2386,60	2318,60	2748,30	3309,50	3110,90	3071,50
Proteína digestível (g)	75,31	47,64	294,82	424,98	183,01	226,07
Proteína digestível (% da MSD)	3,15	2,05	10,73	12,84	5,88	7,36
ED (Kcal/kg de MSD)	2.605	2.403	5.629	6.130	5.404	5.545
NDT <sup>(1)</sup> (kg)	0,592	0,546	1,279	1,393	1,228	1,260
NDT (% da MSD)	24,8	23,55	46,55	42,10	39,48	41,03

(1) Valores estimados, admitindo que 4,4 Kcal de ED equivalem a 1,0 g de NDT.



Os melhores valores, para os parâmetros considerados, foram obtidos quando a relação volumoso:concentrado foi estabelecida em 40:60, com a ração sem formaldeído, exceto para NDT, que houve uma tendência em ser maior na relação 60:40.

Os dados revelaram, portanto, que a melhor relação volumoso:concentrado para ovinos é 40:60, quando se usa silagem de milho como volumoso. CONCLUSÕES

Foram utilizados doze (12) ovinos capões, com peso vivo médio 46,3 kg e idade média de 3 anos, para se estudarem os efeitos do tratamento, com formaldeído, dos grãos de soja moídos e a proporção entre volumoso e concentrado na ração, sobre a digestibilidade da matéria seca, proteína e balanço de nitrogênio, em rações à base de silagem de milho, fubá de milho e grãos de soja moídos.

O ensaio foi conduzido em blocos completos, casualizados, com três (3) tratamentos, duas (2) proporções volumoso:concentrado (fases) e quatro (4) repetições.

Os animais foram abrigados em gaiolas de metabolismo e receberam os seguintes tratamentos: A - Volumoso (silagem de milho); B - Volumoso + concentrado (70% de fubá de milho e 30% de grãos de soja moídos) e C - Volumoso + concentrado, cujos grãos de soja moídos foram tratados com formaldeído a 40% (10 ml de  $\text{CH}_2\text{O}/100,0$  g de grãos moídos). As relações volumoso:concentrado foram previamente estabelecidas em 60:40 (Fase I) e 40:60 (Fase II), e as rações foram fornecidas aos animais, com base no consumo de volumoso previamente estabelecido.

Polos resultados obtidos no presente experimento, pode-se concluir que:

1. a digestibilidade da matéria seca e energia bruta do concentrado não foi influenciada pela presença do formaldeído;

2. a relação volumoso:concentrado é um fator importante no consumo de proteína e energia bruta. Os melhores consumos, por unidade de matéria seca, foram verificadas quando a relação foi mantida em 40:60.

#### 4. RESUMO E CONCLUSÕES

Foram utilizados doze (12) ovinos capões, com peso vivo médio 46,3 kg e idade média de 3 anos, para se estudarem os efeitos do tratamento, com formaldeído, dos grãos de soja moídos e a proporção entre volumoso e concentrado na ração, sobre a digestibilidade da matéria seca, proteína e balanço de nitrogênio, em rações à base de silagem de milho, fubá de milho e grãos de soja moídos.

O ensaio foi conduzido em blocos completos, casualizados, com três (3) tratamentos, duas (2) proporções volumoso:concentrado (fases) e quatro (4) repetições. A relação foi

Os animais foram abrigados em gaiolas de metabolismo e receberam os seguintes tratamentos: A - Volumoso (silagem de milho); B - Volumoso + concentrado (70% de fubá de milho e 30% de grãos de soja moídos) e C - Volumoso + concentrado, cujos grãos de soja moídos foram tratados com formaldeído a 40% (10 ml de  $\text{CH}_2\text{O}/100,0$  g de grãos moídos). As relações volumoso:concentrado foram previamente estabelecidas em 60:40 (Fase I) e 40:60 (Fase II), e as rações foram fornecidas aos animais, com base no consumo de volumoso previamente estabelecido.



Pelos resultados obtidos no presente experimento, pode-se concluir que:

1. a digestibilidade da matéria seca e energia bruta do concentrado não foi influenciada pela presença do formaldeído;

2. a relação volumoso:concentrado é um fator importante no consumo de proteína e energia bruta. Os melhores consumos, por unidade de tamanho metabólico, foram verificados quando a relação foi mantida em 40:60.

3. o formaldeído presente na ração causou uma redução da ordem de 50%, no coeficiente de digestibilidade da proteína, independentemente da relação volumoso:concentrado;

4. o aumento da quantidade de concentrado na ração (40:60) elevou os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e energia bruta, na ausência do formaldeído;

5. quando a relação volumoso:concentrado foi de 60:40, ocorreu maior ingestão de matéria seca, enquanto maiores quantidades de proteína foram ingeridas quando aquela relação foi mantida em (40:60);

6. os animais apresentaram melhor balanço de nitrogênio quando se aumentou a proporção de concentrado na ração (40:60);

7. a relação volumoso:concentrado (40:60) foi melhor que a relação 60:40, para alimentação de ovinos, sob as condições em que o experimento foi realizado.

talna, energia e nutrientes (FAICHNEY, A. WESTON, 1971; FAICHNEY & DYER, 1972; FAICHNEY *et alii*, 1974) e lipídios (CUTLER *et alii*, 1973). No entanto, afirmam que a formaldeído reduz os coeficientes de digestibilidade, seja em relação à proteína e à matéria orgânica (FAICHNEY & DYER, 1972; FAICHNEY & DAVIES, 1972); DINIUS *et alii* (1973).

## CAPÍTULO IV

### Influência do Formaldeído e da Adição do Óleo de Soja sobre a Digestibilidade de Nutrientes em Rações com Farelo de Soja, para Bezerros Fistulados no Abomaso

#### I. INTRODUÇÃO

Os trabalhos experimentais têm revelado que o formaldeído oferece proteção à proteína, contra a degradação ruminal, tornando possível o seu emprego, para diminuir a solubilidade e prevenir as perdas que podem ocorrer a nível ruminal. No entanto, alguns efeitos prejudiciais podem surgir paralelamente, limitando seu uso em rações para ruminantes, como por exemplo, a redução de digestibilidade da proteína e menor liberação de amônia a nível do rúmen, evidenciados nos experimentos anteriores.

Alguns resultados de pesquisa evidenciam a viabilidade do emprego do formaldeído, sem causar a diminuição nas taxas de amônia a níveis críticos no rúmen (FERGUSON *et alii*, 1967); HUDSON *et alii*, 1969 e PETER *et alii*, 1971); diminuição dos coeficientes de digestibilidade da matéria seca, pro-



teína, energia e matéria orgânica (FAICHNEY & WESTON, 1971; FAICHNEY & DAVIES, 1973; e WACHIRA et alii, 1974) e lipídios CUITUN et alii (1975). Outros pesquisadores, no entanto, afirmam que o formaldeído influencia os coeficientes de digestibilidade, especialmente da proteína e da matéria orgânica (FAICHNEY & WESTON (1971); FAICHNEY & DAVIES (1973); DINIUS et alii (1974) e SHELL et alii (1978).

WILLIAMS & SMITH (1976) afirmaram que maiores quantidades de caseína escaparam à degradação ruminal (70 a 90%), passando para o duodeno de bezerras, quando ela foi tratada com formaldeído, e que estas quantidades foram reduzidas (10 a 20% da quantidade ingerida) quando os animais receberam as mesmas rações com caseína não tratada.

Alguns pesquisadores destacam os níveis de óleo nas rações dos ruminantes, como sendo um dos fatores limitantes do consumo e da digestibilidade. Os dados de FIGROID (1971) revelaram que tal nível não deve exceder a 5%, nas rações de bovinos. No entanto a adição de lipídios às rações, como uma fonte altamente energética, pode trazer vantagens, principalmente se associado ao tratamento com formaldeído.

A realização deste experimento teve como objetivos principais verificar os efeitos do formaldeído sobre a proteção da proteína contra a degradação no rúmen, sobre as digestibilidades totais e parciais da matéria seca, proteína, energia, matéria orgânica, celulose e extrato etéreo. Verificar, ainda, os efeitos da associação do formaldeído e diferentes níveis de óleo, às rações, sobre os parâmetros considerados.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido nas dependências do Laboratório de Animais - Departamento de Zootecnia - Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa.

### 2.1. Animais e Manejo

Os animais utilizados no presente experimento foram oito (8) bezerros 3/4 Holandês x Zebu, castrados com peso vivo médio em torno de 131 kg, com idade média de cinco (5) meses.

Os bezerros receberam vermífugo e vitaminas ADE por via subcutânea e foram cirurgicamente preparados com uma fistula no abomaso, segundo a técnica de LEÃO (1980). A seguir, foram colocados em gaiolas de metabolismo, recebendo a mesma dieta até a total recuperação da cirurgia, cujos aspectos podem ser vistos nas Figuras 2 e 3.

Durante a fase de recuperação (15 dias), os animais foram soltos em solário, a cada dois dias, durante duas horas, para exercício. Nas incisões das fístulas, foram feitos limpeza e curativos diariamente.





FIGURA 2 - Um dos animais com a fístula no abomaso. Colita de



Após este período, seis (6) dos oito (8) animais foram, em jejum, pesados e distribuídos, por sorteio ao acaso, nos seis (6) tratamentos formados por dois (2) níveis de fermentação (0 e 1%) e três (3) níveis de óleo de soja (0, 4 e 8%), incorporados ao farelo de soja cru.



FIGURA 3 - Animais nas gaiolas, com as caixas para coleta de fezes.

to estercobruco (EEB) e energia bruta (EB), segundo HARRIS (1970), e os resultados estão expressos no Quadro 15. Os teores de fibra, matéria orgânica e matéria mineral das rações experimentais, obtidas pelas análises feitas no Laboratório de Nutrição Animal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa, encontram-se no Quadro 15.



Após este período, seis (6) dos oito (8) animais foram, em jejum, pesados e distribuídos, por sorteio ao acaso, nos seis (6) tratamentos formados por dois (2) níveis de formaldeído (0 e 4%) e três (3) níveis de óleo de soja (0, 4 e 8%), incorporados ao farelo de soja cru.

## 2.2. Rações

As rações foram preparadas à base de feno de capim-gordura (Mellinis minutiflora - Pal. de Beauv), fubá de milho e farelo de soja cru e óleo de soja, tratados ou não com formaldeído. A mistura dos ingredientes foi feita quinzenalmente. O farelo de soja e o óleo foram misturados manualmente com o formaldeído, nos tratamentos correspondentes, deixando-se em repouso durante o mínimo de 12 horas. A seguir, foram misturados ao feno de capim-gordura triturado grosseiramente e ao fubá de milho, em misturador do tipo horizontal, na proporção de 60% de feno e 40% de concentrado, de maneira a constituir as seis (6) rações (tratamentos) a serem estudadas (Quadro 14).

Os ingredientes das rações foram analisados quanto aos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo bruto (EEB) e energia bruta (EB), segundo HARRIS (1970), e os resultados estão expressos no Quadro 15. Os teores médios de matéria seca, proteína bruta, energia bruta, extrato etéreo, celulose, matéria orgânica e matéria mineral das rações experimentais, obtidos pelas análises feitas no Laboratório de Nutrição Animal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa, encontram-se no Quadro 16.

QUADRO 14 - Proporções dos Ingredientes para cada uma das Rações Experimentais

Ingredientes	Rações Experimentais *				
	0	4	4F	8	8F
Feno de Capim-Gordura	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0
Fubá de Milho	31,5	27,5	27,5	23,5	23,5
Farelo de Soja	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
Óleo de Soja	0	4,0	4,0	8,0	8,0
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

\* Nas rações 0F, 4F e 8F, o farelo de soja cru foi tratado com formaldeído, na base de 10 ml de formaldeído (CH<sub>2</sub>O) a 40%, para cada 100 g de farelo de soja.



QUADRO 15 - Teores de Matéria Seca, Proteína Bruta, Extrato Etéreo e Energia Bruta dos Ingredientes das Rações

Ingredientes	MS (%)	PB (% na MS)	EEB (% na MS)	EB (Kcal/kg de MS)
Feno de Capim-Gordura	87,85	3,28	0,6	4.568
Fubá de Milho	88,09	10,25	3,11	4.506
Farelo de Soja	88,45	53,63	1,57	4.823
Óleo de Soja	100,00	-	100,00	9.587

QUADRO 16 - Teores de Matéria Seca (MS), Proteína, Energia, Extrato Etéreo, Celulose, Matéria Orgânica e Matéria Mineral das Rações Experimentais

	Rações Experimentais				
	0	4	4F	8	8F
Matéria Seca (%)	86,43	86,45	87,12	87,39	87,93
Proteína (% da MS)	10,90	9,28	12,28	8,28	11,05
Energia (Kcal/kg de MS)	4.176	4.317	4.351	4.401	4.723
Extrato Etéreo (% da MS)	0,70	1,77	3,16	4,47	6,45
Celulose (% da MS)	29,43	29,93	28,15	28,32	27,61
Matéria Orgânica (% da MS)	94,84	94,46	94,58	94,27	94,32
Matéria Mineral (% da MS)	5,16	5,54	5,42	5,73	5,68



As rações foram fornecidas aos animais em duas refeições diárias (8 e 16 h), antecedidas pelo fornecimento de 5,0 g de óxido crômico ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) em pacotes de papel, para cada animal e em cada refeição.

As quantidades de rações fornecidas aos animais, durante os períodos de coleta de fezes, foram padronizadas em 70 g de matéria seca por unidade de tamanho metabólico, com base no consumo voluntário, pesadas diariamente e divididas em duas porções. Foram retiradas amostras em torno de 2% do peso total da ração diária, para formarem amostras compostas por animal e por período.

Das quantidades de rações rejeitadas, também retiraram-se amostras em torno de 50 g, acumuladas para formarem amostras compostas que foram guardadas em congelador a  $-15^\circ\text{C}$ .

### 2.3. Coleta de Amostras

As gaiolas de metabolismo eram ajustáveis e equipadas com bebedouro automático, cocho para alimento e dispositivo para a coleta de fezes e urina. As fezes foram coletadas em caixas de madeira revestidas com chapadas galvanizadas (Figura 3). A urina foi coletada em baldes plásticos, através de funil de borracha, ajustado no animal por meio de cintas de tecido de algodão (percinta), conforme a Figura 4.

Os animais passaram por um período de 14 dias, para adaptação às rações experimentais, onde se determinou o consumo voluntário, seguido de sete (7) dias de coleta de fezes e urina para determinação da digestibilidade e balanço de nitrogênio. A coleta de digesta do abomaso se fez no dia imediato ao 21.<sup>o</sup> dia, com intervalos de 2 horas, durante 24 horas.



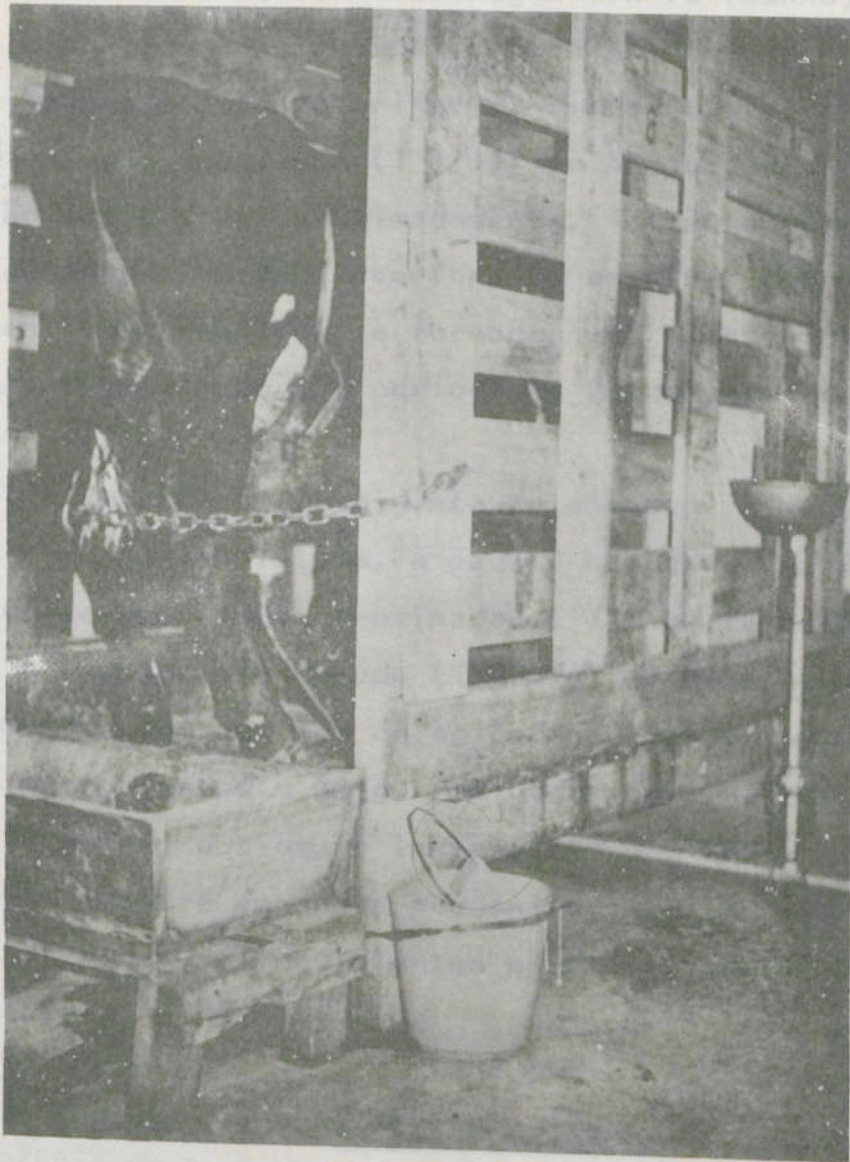


FIGURA 4 - Animal na gaiola, equipado com funil de borracha para coleta de urina.



A amostragem das fezes foi feita duas vezes ao dia retirando-se em torno de 2% de cada porção excretada (manhã e à tarde), após pesagem e cuidadosa homogeneização. Da urina excretada foi feita uma amostragem diária (manhã), retirando-se uma alíquota correspondente a 2% do volume total produzido. Após a coleta da urina, diariamente, foi colocado HCl a 37% em água destilada (1 + 1), na proporção de 1 parte da solução ácida para aproximadamente, 10 partes de urina (1:10 v/v) excretada no dia anterior. As amostras diárias de urina e fezes foram reunidas, e formaram uma amostra composta, para cada animal, ração e período, e foram estocadas em congelador a  $-15^{\circ}\text{C}$ .

A amostragem de digesta do abomaso foi feita retirando-se a tampa da fístula, a cada 2 horas de intervalo, e coletando-se um volume aproximado de 120 ml de cada um dos animais. A seguir, o conteúdo (120 ml) foi homogeneizado constantemente, com auxílio de agitador elétrico, e as amostras foram padronizadas a 62 g, retiradas através de sucção. Estas alíquotas, obtidas a intervalos de 2 horas, foram reunidas numa amostra composta por animal, tratamento e por período de 24 horas, em recipientes plásticos e guardadas sob congelamento a  $-15^{\circ}\text{C}$ .

#### 2.4. Análises Químicas

Das amostras de fezes e digesta do abomaso descongeladas, foram retiradas alíquotas em torno de 300 g, que foram submetidas a pré-secagem, em estufa a  $45-50^{\circ}\text{C}$ , com circulação de ar. A seguir foram trituradas em moinho do tipo Willey, em peneira com malhas de 2,0 mm de diâmetro e estocadas em vidros hermeticamente fechados.



Para a retirada de alíquotas da digesta abomasal e uma amostragem mais segura, foi necessária a homogeneização constante de todo o material inicialmente armazenado.

As amostras de alimento, fezes e digesta do abomaso foram analisadas quanto aos teores de matéria seca, energia bruta e extrato etéreo bruto, pelas técnicas descritas por HARRIS (1970). Cinza e matéria orgânica foram determinadas pela incineração em mufla, a 600°C, de uma quantidade de matéria seca conhecida (HARRIS, 1970). A determinação do nitrogênio total, nas amostras de alimento, urina e amostras pré-secas de fezes e digesta abomasal, foi feita em aparelho micro-Kjeldahl, conforme normas da A.O.A.C. (1970). Os teores de proteína bruta das rações, das fezes e digesta do abomaso, foram estimados multiplicando-se o nitrogênio total pelo fator 6,25. As determinações de celulose foram feitas segundo CRAMPTON & MAYNARD (1938), nas amostras de alimento, fezes e digesta do abomaso.

O óxido crômico, nas amostras de fezes e digesta abomasal, foi determinado por espectrometria de absorção atômica, segundo técnica descrita por WILLIAMS et alii (1962).

As quantidades de matéria seca presentes no abomaso e excretadas nas fezes foram estimadas pelo uso de indicador ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), com base nos teores de cromo ( $\text{Cr}_2$ ) ingeridos e existentes na digesta e nas fezes (mg de  $\text{Cr}_2$ /g de M.S.). A recuperação média do cromo nas fezes foi calculada tomando-se por base o total de fezes excretadas e os teores existentes nas amostras.



## 2.5. Análise Estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro (4) repetições. Os tratamentos consistiram de um fatorial  $2 \times 3$ , sendo dois (2) o tratamento ou não com formaldeído, três (3) os níveis de óleo, conforme o modelo que segue:

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

$$Y_{ijk} = u + F_i + O_j + FO_{ij} + E_{ijk}$$

#### 3.1. Matéria Seca

onde:

$u$  = média geral.

$F_i$  = efeito do tratamento com formaldeído (níveis de formol);  $i = 1$  e  $2$ .

$O_j$  = efeito dos níveis de óleo de soja;  $j = 1, 2$  e  $3$ .

$FO_{ij}$  = efeito da interação níveis de óleo x níveis de formol ( $O \times F$ ).

$E_{ijk}$  = resíduo.

A média do cromo nas fezes foi, em média, 97,54%. De valores individuais médios em cada tratamento encontram-se no Quadro A6.

O coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca foi reduzido ( $P < 0,01$ ) pelo tratamento do farelo de soja com formaldeído. A adição de óleo à ração também acarretou um decréscimo linear na digestibilidade aparente da matéria seca ( $P < 0,01$ ), segundo a equação  $Y = 53,362 - 1,569X$ ;  $R^2 = 0,99$ , em que  $Y$  é o coeficiente de digestibilidade;  $X$  é o nível de óleo e  $R^2$  é o coeficiente de determinação. Estes resultados, sobre o efeito do formaldeído, discordam daqueles encontrados no experimento com ovinos que receberam ra-

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Matéria Seca

As quantidades médias de matéria seca ingeridas, presentes no abomaso, excretadas nas fezes, os coeficientes de digestibilidade aparente, as porcentagens digeridas antes do abomaso e no intestino e a ingestão voluntária média são apresentadas no Quadro 17. Os resultados da análise estatística encontram-se no Quadro A1.

A recuperação média do cromo nas fezes foi, em média, 97,54%. Os valores individuais médios em cada tratamento encontram-se no Quadro A6.

O coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca foi reduzido ( $P < 0,01$ ) pelo tratamento do farelo de soja com formaldeído. A adição de óleo à ração também acarretou um decréscimo linear na digestibilidade aparente da matéria seca ( $P < 0,01$ ), segundo a equação  $Y = 53,362 - 1,569X$ ;  $R^2 = 0,99$ , em que  $Y$  é o coeficiente de digestibilidade;  $X$  é o nível de óleo e  $R^2$  é o coeficiente de determinação. Estes resultados, sobre o efeito do formaldeído, discordam daqueles encontrados no experimento com ovinos que receberam ra-



QUADRO 17 - Quantidades Médias de Matéria Seca Ingeridas pelos Bezerros, Presentes no Abomaso, Excretadas nas Fezes, Digeridas antes do Abomaso e no Intestino, Respec-tivos Coeficientes de Digestibilidade e Ingestão Voluntária, das Diferentes Ra-ções

Matéria Seca	Rações Experimentais							
	0	OF	4	4F	8	8F		
Ingerida (g/24 h)	2.618,6	2.945,4	2.731,6	2.747,6	2.822,2	2.482,2		
Presente no Abomaso (g/24 h)	1.981,5	2.622,0	2.248,1	2.540,3	2.465,2	2.263,9		
Excretada nas Fezes (g/24 h)	1.084,7	1.528,9	1.312,4	1.596,1	1.552,9	1.555,4		
Coefficientes de Digestibilidade (%)	58,54	48,24	51,85	42,23	44,35	37,32		
Matéria Seca Digestível: digerida antes do abomaso (%)	41,38	22,96	35,12	17,71	28,15	23,01		
digerida no intestino (%)	58,62	77,04	64,88	32,29	71,85	79,99		
Ingestão voluntária(g de MS/kg <sup>0,75</sup> )	104,0	93,5	108,9	73,6	85,3	67,2		



ções à base de grãos de soja moídos (CAPÍTULO III). E, também, discordam dos achados por FAICHNEY & WESTON (1971) e WACHIRA *et alii* (1978), que trabalharam, respectivamente, com caseína e farelo de soja tratados com formaldeído, fornecidos para ovinos.

Os efeitos causados pelo formaldeído sobre a digestibilidade da matéria seca são semelhantes àqueles referidos por CZERKAWSKI *et alii* (1966), com ovinos, e por FIGROID (1971), com bovinos; mas o nível de óleo não influenciou o consumo de matéria seca, pelos bezerros, em discordância com HERNANDEZ (1976), o qual afirma que bovinos não toleram muito bem rações cujo nível de óleo exceda a 4%, o mesmo não se verificando com os ovinos, que apresentam bom consumo de rações com níveis de até 20% de óleo.

Os animais alimentados com a ração contendo formaldeído apresentaram menor ( $P < 0,01$ ) digestão de matéria seca, antes do abomaso; no entanto, houve maior digestão ( $P < 0,01$ ) no intestino, verificando-se, assim, um possível efeito do formaldeído sobre os microrganismos, impedindo maior digestão da matéria seca a nível do rúmen. O nível de óleo na ração não alterou significativamente as proporções de matéria seca aparentemente absorvidas no estômago e intestino (Quadros A2 e A3).

O formaldeído causou uma diminuição média da ordem de 21% no consumo voluntário (g de MS/kg<sup>0,75</sup>) das rações. E a adição de 8% de óleo à ração também reduziu o consumo voluntário. Isso parece demonstrar que tanto o nível de óleo (8%) quanto o nível de formaldeído (4%) podem prejudicar o consumo.



### 3.2. Matéria Orgânica

As quantidades médias de matéria orgânica ingeridas, presentes no abomaso, excretadas nas fezes, os coeficientes de digestibilidade e as quantidades digeridas antes do abomaso e no intestino, são apresentadas no Quadro 18 e os resultados da análise estatística estão expressos no Quadro A1.

À semelhança do que ocorreu com a matéria seca, tanto a presença de óleo na ração quanto o tratamento com formaldeído causaram efeito depressor ( $P < 0,01$ ) sobre a digestibilidade aparente da matéria orgânica. O efeito do maior nível de óleo, associado ao formaldeído, resultou em um decréscimo da ordem de 35%, no coeficiente de digestibilidade da matéria orgânica. Estes resultados, sobre os efeitos do formaldeído, não concordam com aqueles obtidos por FAICHNEY E WESTON (1971) e FAICHNEY & DAVIES (1973), que encontraram coeficientes de digestibilidade da ordem de 70%, independentemente da presença ou não do formaldeído, nas rações para ovinos e bovinos. Também, não concordam com os dados obtidos por THOMSON & CAMELL (1979), que não encontraram efeito do formaldeído sobre a digestibilidade da matéria orgânica em dietas para ovinos.

Deve-se ressaltar, ainda, que houve decréscimos lineares nos coeficientes de digestibilidade da matéria orgânica, causados pela adição de óleo, segundo a equação  $Y = 55,010 - 1,560X$ ;  $R^2 = 0,99$ ; onde  $Y$  é o coeficiente de digestibilidade,  $X$  é o nível de óleo e  $R^2$  é o coeficiente de determinação.

A adição do formaldeído diminuiu ( $P < 0,05$ ) a digestão antes do abomaso e aumentou ( $P < 0,05$ ) a digestão no intestino, conseqüentemente, o formaldeído evitou a degradação



QUADRO 18 - Quantidades Médias de Matéria Orgânica Ingeridas pelos Bezerros, Presentes no Abomaso, Excretadas nas Fezes, Digeridas antes do Abomaso e no Intestino, Res-  
pectivos Coeficientes de Digestibilidade, das Diferentes Rações

Matéria Orgânica	Rações Experimentais				
	0	OF	4	4F	8
Ingerida (g/24 h)	2.482,9	2.781,3	2.580,0	2.598,9	2.658,9
Presente no Abomaso (g/24 h)	1.760,2	2.358,6	1.929,0	2.286,6	2.204,1
Excretada nas Fezes (g/24 h)	974,1	1.411,8	1.194,1	1.471,0	1.420,8
Coeficiente de Digestibilidade (%)	60,74	49,42	53,62	43,71	45,96
Matéria Orgânica Digestível:					
digerida antes do abomaso (%)	47,77	31,25	47,49	27,41	37,14
digerida no intestino (%)	52,23	68,75	52,51	72,59	62,85
					34,50
					65,50



da matéria orgânica no rúmen, mas nenhum efeito significativo desta natureza ( $P > 0,05$ ) foi observado com relação à adição de óleo nas rações (Quadros A2 e A3).

### 3.3. Extrato Etéreo

A análise dos dados do Quadro 19 mostra que as quantidades de extrato etéreo presentes no abomaso foram sistematicamente maiores que as quantidades ingeridas, para todos os animais, independentemente do tipo de ração. No entanto, as quantidades excretadas nas fezes foram mais uniformes.

As maiores quantidades de extrato etéreo presentes no abomaso revelam haver síntese de lipídios e secreção de lipídios endógenos no estômago, uma vez que, no abomaso dos animais alimentados com as rações sem óleo, as quantidades de extrato etéreo foram da ordem de 3,5 vezes maiores do que as quantidades ingeridas.

Os coeficientes de digestibilidade foram maiores ( $P < 0,05$ ) para as rações com óleo (Quadro A1). O formaldeído não influenciou ( $P > 0,05$ ) a digestibilidade do extrato etéreo, embora tenha havido uma tendência de superioridade na presença do formaldeído. Estes resultados não concordam com os de CUITUN et alii (1975), que encontraram maiores coeficientes de digestibilidade para as rações com formaldeído.

Os acréscimos nos coeficientes de digestibilidade foram lineares, em função do nível de óleo nas rações, segundo a equação  $Y = 38,044 + 6,249X$ ;  $R^2 = 0,92$ ; em que, Y é o coeficiente de digestibilidade, X é o nível de óleo e  $R^2$  é o coeficiente de determinação. Por outro lado, a adição de óleo causou decréscimos lineares na digestão do extrato etéreo digestível, a nível do intestino, segundo a equação  $Y = 812,035$







- 89,809X;  $R^2 = 0,88$ ; em que Y é a porcentagem de extrato etéreo digestível que foi digerida no intestino, X é o nível de óleo e  $R^2$  é o coeficiente de determinação. Vale ressaltar que estes efeitos parecem ter sido mais pronunciados para os animais que receberam as rações com formaldeído.

### 3.4. Celulose

Os dados do Quadro 20 revelam que as quantidades de celulose ingeridas pelos bezerros não foram influenciadas pela adição de óleo nas rações e pela presença do formaldeído.

As rações contendo farelo de soja tratado com formaldeído apresentaram menores ( $P < 0,01$ ) coeficientes de digestibilidade (Quadro A1), seguidas pelas rações com 4 e 8% de óleo de soja sem formaldeído. Estes resultados não estão de acordo com aqueles encontrados por THOMSON & CAMELL (1979), que verificaram não haver efeito do formaldeído sobre a digestibilidade da celulose, com dietas para ovinos à base de feno de azevém perene (*Lolium perenne*, cv. S 24), tratado ou não com formaldeído.

A adição do óleo de soja e o tratamento do farelo de soja com formaldeído parecem ter prejudicado a atividade das bactérias celulolíticas do rúmen, impedindo maior degradação da celulose antes do abomaso, onde deveria ocorrer a maior taxa de degradação. MacRAE & ARMSTRONG (1969) afirmaram que esta taxa foi da ordem de 91% no rúmen, contra 9% no intestino; BEEVER *et alii* (1972), 77 a 94% no rúmen e de 23 e 6% no intestino e SINGLETON (1972) encontrou taxas de degradação da celulose no rúmen, como sendo da ordem de 91 a 98%, contra 9 e 2% no intestino.



QUADRO 20 - Quantidades Médias de Celulose Ingeridas pelos Bezerros, Presentes no Abomaso, Excretadas nas Fezes, Digeridas antes do Abomaso e no Intestino, Respectivos Coeficientes de Digestibilidade, das Diferentes Rações

Celulose	Rações Experimentais							
	0	OF	4	4F	8	8F		
Ingerida (g/24 h)	770,7	909,4	818,4	772,7	796,5	693,8		
Presente no Abomaso (g/24 h)	466,2	622,4	554,7	669,1	714,6	628,3		
Excretada nas Fezes (g/24 h)	349,9	498,9	460,1	558,4	556,1	577,6		
Coeficientes de Digestibilidade (%)	54,7	45,20	43,43	27,77	28,82	16,45		
Celulose Digestível:								
digerida antes do abomaso (%)	72,40	69,46	74,41	43,36	33,77	61,49		
digerida no intestino (%)	27,60	30,54	25,59	56,64	66,23	38,51		



As digestões da celulose antes do abomaso e no intestino foram influenciadas pelo efeito conjunto de formaldeído e do nível de óleo nas rações. Para as rações sem formaldeído, o maior valor ( $P < 0,05$ ) de digestão antes do abomaso foi obtido com a adição de 4% de óleo (74,41%), embora não superior ( $P > 0,05$ ) à ração sem óleo (72,40%). Entre as rações com formaldeído, o melhor resultado ( $P < 0,05$ ) foi obtido na ausência do óleo de soja (69,46%), não superior ( $P > 0,05$ ) à ração com 8% de óleo. Para a digestão no intestino, os maiores valores foram obtidos com a ração com 8% de óleo sem formaldeído (66,23%), embora não superior à ração com 4% de óleo tratada com formaldeído (56,64%), conforme Quadros A4 e A5.

Por outro lado, da fração digestível da celulose, maiores quantidades digeridas antes do abomaso corresponderam a menores quantidades digeridas no intestino, e vice-versa. Nota-se ainda que, nas rações contendo 4% de óleo com formaldeído e 8% de óleo sem formaldeído, cerca de 2/3 da fração digestível da celulose foi digerida no intestino dos animais.

### 3.5. Energia

Pela análise dos dados dos Quadros 21 e A1, verifica-se que houve maior excreção de energia, nas fezes dos animais que receberam as rações tratadas com formaldeído, e com nível de 8% de óleo sem formaldeído, seguidos, igualmente, por menores ( $P < 0,01$ ) coeficientes de digestibilidade. O tratamento do farelo de soja, com formaldeído, também causou decréscimos significativos ( $P < 0,01$ ) nos coeficientes de digestibilidade da energia. Estes decréscimos foram, em média, da ordem de 21%, que foram lineares em função do nível de óleo,



QUADRO 21 - Quantidades Médias de Energia Ingeridas pelos Bezerros, Presentes no Abomaso, Excretadas nas Fezes, Digeridas antes do Abomaso e no Intestino, Respective Coeficientes de Digestibilidade, das Diferentes Rações

Energia	Rações Experimentais					
	0	OF	4	4F	8	8F
Ingerida (Kcal/24 h)	10.910,1	12.028,0	11.765,3	11.952,3	12.310,5	10.864,1
Presente no Abomaso (Kcal/24 h)	7.661,8	10.454,8	8.648,6	11.421,1	10.374,1	9.558,0
Excretada nas Fezes (Kcal/24 h)	4.724,9	6.674,6	5.780,9	7.007,5	6.680,5	7.122,4
Coefficientes de Digestibilidade (%)	56,72	44,61	50,72	41,07	44,20	33,86
Energia Digestível:						
digerida antes do abomaso (%)	52,28	29,60	52,71	10,36	38,78	29,29
digerida no intestino (%)	47,72	70,40	47,29	89,64	61,22	70,71
Absorção Aparente (Kcal/kg <sup>0,75</sup> )	160,98	123,43	149,33	124,97	130,86	90,43



segundo a equação  $Y = 51,013 - 1,454X$ ;  $R^2 = 0,99$ ; em que  $Y$  é o coeficiente de digestibilidade,  $X$  é o nível de óleo e  $R^2$  é o coeficiente de determinação. Os efeitos do formaldeído sobre a digestibilidade não concordam com os resultados obtidos por CUITUN et alii (1975), para novilhos, aos encontrados em trabalhos anteriores, com ovinos, no CAPÍTULO III e aos de SHELL et alii (1978).

Embora o nível de óleo tenha reduzido a digestibilidade aparente da energia bruta, ele não teve efeito sobre a porcentagem de energia bruta aparentemente digerida antes do abomaso ( $P > 0,05$ ). Por outro lado, a presença do formaldeído reduziu ( $P < 0,01$ ) a digestão da energia bruta no rúmen, sendo esta redução compensada por um aumento na digestão a nível de intestino (Quadros A2 e A3).

A absorção de energia ( $\text{Kcal/kg}^{0,75}$ ) também foi menor quando as rações foram tratadas com formaldeído, diminuindo à medida que se aumentou o nível de óleo nas rações. Os animais alimentados com a ração sem óleo e não tratada com formaldeído, absorveram maior quantidade de energia por unidade de tamanho metabólico.

### 3.6. Proteína

As quantidades de proteína presentes no abomaso superaram as quantidades ingeridas pelos bezerros, exceto para aqueles alimentados com a ração contendo 8% de óleo sem formaldeído (Quadro 22). Houve uma tendência de maiores quantidades de proteína no abomaso dos bezerros que receberam as rações com formaldeído, seguidas, no entanto, por maiores quantidades excretadas nas fezes.



QUADRO 22 - Quantidades Médias de Proteína Ingeridas pelos Bezerros, Presentes no Abomaso, Excretadas nas Fezes, Digeridas antes do Abomaso e no Intestino, Balanço de Nitrogênio e Respetivos Coeficientes de Digestibilidade das Diferentes Rações

Proteína	Rações Experimentais					
	0	OF	4	4F	8	8F
Ingerida (g/24 h)	255,8	287,8	254,7	252,4	257,7	217,4
Presente no Abomaso (g/24 h)	267,7	322,6	258,7	310,1	244,3	248,3
Excretada nas Fezes (g/24 h)	117,8	208,4	121,2	194,5	128,3	170,2
Coeficientes de Digestibilidade (%)	53,76	27,58	52,04	23,24	49,65	21,06
Proteína Digestível:						
digerida antes do abomaso (%)	-9,40	-44,67	-2,55	-103,35	11,23	-78,67
digerida no intestino (%)	109,40	144,67	102,55	203,35	88,77	178,67
Nitrogênio (N) digestível (g/24 h)	22,0	12,7	21,2	9,4	20,5	7,3
N absorvido no intestino (g/24 h)	24,1	18,4	21,7	19,1	18,2	13,1
N absorvido no intestino (mg/kg <sup>0,75</sup> /24 h)	627,0	423,3	543,0	486,3	437,7	322,0
Balanço de nitrogênio (mg/kg <sup>0,75</sup> /24 h)	336,8	172,8	322,5	86,5	239,8	16,5
mg N absorvido/Kcal de energia absorvida	3,89	3,43	3,64	3,89	3,34	3,56



O tratamento das rações com formaldeído causou uma diminuição ( $P < 0,01$ ) da ordem de 50% nos coeficientes de digestibilidade aparente da proteína (Quadros 22 e A1), seguido por menor ( $P < 0,01$ ) digestão no intestino (Quadros A2 e A3). Para este último local de digestão, o maior valor obtido foi para os animais que receberam a ração com 4% de óleo, tratada com formaldeído, cujo aumento foi da ordem de 100%, relacionado com a ração com o mesmo nível de óleo, sem formaldeído. No entanto, a ração que não recebeu suplementação com óleo e nem tratamento com formaldeído foi a que proporcionou maior absorção de nitrogênio no intestino, por unidade de tamanho metabólico.

O balanço de nitrogênio foi reduzido ( $P < 0,01$ ) quando a ração era tratada com formaldeído e decresceu linearmente, em função do nível de óleo na ração ( $P < 0,05$ ), segundo a equação  $Y = 259,103 - 15,828X$ ;  $R^2 = 0,98$ ; em que Y é o balanço de nitrogênio (mg de N/kg<sup>0,75</sup>), X é o nível de óleo e  $R^2$  é o coeficiente de determinação.

Os resultados do balanço de nitrogênio não concordam com os obtidos para ovinos, cuja fonte de proteína da ração era grãos de soja moídos (CAPÍTULO III) e aos encontrados por MacRAE et alii (1972) que trabalharam com a caseína tratada ou não com formaldeído. No entanto, para a proteína, a redução nos coeficientes de digestibilidade, pela adição do formaldeído, concordam com os resultados obtidos com ovinos por FAICHNEY & WESTON (1971); FAICHNEY & DAVIES (1973); DINIUS et alii (1974); SHELL et alii (1978) e THOMSON & CAMMELL (1979); discordam daqueles obtidos por FAICHNEY et alii (1973) e WACHIRA et alii (1974) e os encontrados por CUITUN et alii (1975), em trabalho realizado com bovinos.



Aos menores balanços de nitrogênio corresponderam menores coeficientes de digestibilidade da proteína e da energia. Para as rações sem formaldeído, as maiores absorções de nitrogênio no intestino corresponderam a maiores retenções de nitrogênio. No entanto, este mesmo comportamento não foi verificado para as rações tratadas com formaldeído, o que pode refletir um melhor valor biológico da proteína microbiana em relação a proteína da ração.

Vale ressaltar, ainda, que o tratamento das rações com formaldeído sempre resultou em menor quantidade de energia (Kcal) aparentemente, absorvida por unidade de tamanho metabólico. Conseqüentemente maior relação entre N absorvido (mg): energia absorvida (Kcal), quando a comparação é feita entre as rações com um mesmo nível de óleo, exceto para a ração sem óleo, cuja presença do formaldeído reduziu a relação N absorvido:energia absorvida.

O delineamento foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, cujos tratamentos consistiram de um fatorial  $2 \times 3$ , com dois (2) níveis de formol, três (3) níveis de óleo. O óxido crômico ( $Cr_2O_3$ ) foi usado como indicador para a correção das quantidades de fezes excretadas e do fluxo de digesta no abomaso. Os coeficientes de digestibilidade aparente, a digestão antes do abomaso e no intestino foram determinadas para cada uma das rações.

Os ingredientes das rações foram: feno de capim-pordura (*Melinis minutiflora* - Pal. de Souv.), fubá de milho e farelo de soja cru com adição de três níveis de óleo de soja (0; 4 e 8%) com e sem formaldeído.



#### 4. RESUMO E CONCLUSÕES

O experimento foi realizado com o objetivo de estudar a viabilidade do formaldeído, para a proteção da proteína contra a degradação ruminal e os possíveis efeitos da adição do óleo de soja e do formaldeído, sobre a digestibilidade da matéria seca, proteína, energia, celulose, matéria orgânica e extrato etéreo, em rações para ruminantes.

Foram utilizados seis (6) bezerros 3/4 Holandês x Zebu, fistulados no abomaso em ensaio de digestibilidade. O delineamento foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, cujos tratamentos consistiram de um fatorial  $2 \times 3$ , com dois (2) níveis de formol, três (3) níveis de óleo. O óxido crômico ( $Cr_2O_3$ ) foi usado como indicador para a correção das quantidades de fezes excretadas e do fluxo de digesta no abomaso. Os coeficientes de digestibilidade aparente, a digestão antes do abomaso e no intestino foram determinados para cada uma das rações.

Os ingredientes das rações foram: feno de capim-gordura (*Melinis minutiflora* - Pal. de Beauv), fubá de milho e farelo de soja cru com adição de três níveis de óleo de soja (0; 4 e 8%) com e sem formaldeído.

Pelos resultados obtidos, pode-se concluir que:

1. a adição de formaldeído, em rações para bovinos, causa diminuição nos coeficientes de digestibilidade da matéria seca, proteína, energia, matéria orgânica e celulose;

2. a digestibilidade da matéria seca, energia e matéria orgânica foram prejudicados pela adição de 8% de óleo às rações, enquanto que, para a celulose, estes efeitos foram verificados pela adição de 4 e 8% de óleo de soja;

3. o formaldeído não prejudicou a digestibilidade do extrato etéreo, e a adição de óleo aumentou a digestibilidade;

⇒ 4. o formaldeído foi eficiente para proteger a proteína contra a degradação no rúmen e parece não influenciar a atividade microbiana;

⇒ 5. a adição do formaldeído às rações causa um aumento nas quantidades de proteína a nível do intestino;

6. o formaldeído adicionado às rações causa um aumento nas quantidades disponíveis de matéria seca, matéria orgânica e energia no intestino e uma diminuição nas quantidades de extrato etéreo e celulose, embora, para esta última, exista um efeito de interação formaldeído e nível de óleo;

7. todos os animais apresentaram um balanço positivo de nitrogênio, sendo menores para aqueles que receberam rações com formaldeído;

8. a adição de formaldeído, nas rações sem óleo, melhorou a relação nitrogênio absorvido:energia absorvida.



Nesse sentido, para se alcançarem resultados mais seguros, necessário seria que mais número de trabalhos experimentais fossem realizados.

O formaldeído empregado nas rações dos ruminantes parece causar efeitos prejudiciais sobre o consumo, embora os experimentos tenham sido feitos com ovinos e bovinos em apenas uma faixa de idade, para cada espécie animal.

Os resultados pareceram ser semelhantes aos efeitos de formaldeído e óleo adicionado às rações, quando comparados aos ovinos, sob os seguintes aspectos:

## CAPÍTULO V

### I. CONCLUSÕES GERAIS

Os experimentos relatados nos CAPÍTULOS II, III e IV permitem algumas conclusões gerais quanto aos efeitos do formaldeído na proteção de proteína contra a degradação ruminal e da adição de óleo, em rações para ruminantes.

O formaldeído empregado nas rações, no nível de 4%, foi eficiente, diminuindo a solubilidade e/ou a degradação da proteína do farelo de soja, pelo que se pode deduzir em função da menor taxa de liberação de amônia, em ensaios de fermentação in vitro. Este efeito parece ser maior sobre os grãos de soja integral moídos. Isso, a princípio, coloca o formaldeído em destaque entre os diversos métodos utilizados para proteção da proteína, no entanto, convém salientar os efeitos negativos sobre a digestibilidade de um modo geral. Também, parece oportuno considerar que o nível de formaldeído utilizado possa ser decisivo no processo de utilização do mesmo, para tal fim, uma vez que, ao se utilizarem quantidades inferiores a 4%, pode-se obter uma proteção adequada, sem prejudicar o processo de aproveitamento dos alimentos.

Nesse sentido, para se alcançarem resultados mais seguros, necessário seria que maior número de trabalhos experimentais fossem realizados.

O formaldeído empregado nas rações dos ruminantes parece causar efeitos prejudiciais sobre o consumo, embora os experimentos tenham sido feitos com ovinos e bovinos em apenas uma faixa de idade, para cada espécie animal.

Os bovinos parecem ser mais sensíveis aos efeitos do formaldeído e óleo adicionado às rações, quando comparados aos ovinos, sob os mesmos parâmetros estudados.

As discordâncias ocorridas entre os resultados obtidos no presente estudo e os de outros pesquisadores podem ser atribuídas à grande variedade de componentes das rações, tipos de animais, raças e metodologia, utilizados em outros países.

*Official Methods of Analysis*, 11<sup>th</sup> edition, Washington, 1015 p. 1970.

3. BARTLEY, E.E.; A. DAVIDOVICH; G.W. BARR; G.W. GRIFFEL; A. D. DAYTON; D.W. DEYOE & R.W. BECHTLE. Ammonia toxicity in cattle. I. Rumen and blood changes associated with toxicity and treatment methods. *J. Anim. Sci.* 41:825. 1976.

4. BEEVER, D.E.; J.F. COELHO DA SILVA; J.H.D. PRESCOTT & D. G. ARMSTRONG. The effect in sheep of physical form and stage of growth on the sites of digestion of a dried grass. I. Sites of digestion of organic matter, energy and carbohydrate. *Br. J. Nutr.* 28:347. 1972.

5. BRODERICK, G.A. & G.T. LANE. Lactational, *in vitro*, and chemical evaluation of untreated and formaldehyde-treated casein supplements. *J. Dairy Sci.* 61:932. 1978.

6. CHALUPA, W. Rumen bypass and protection of proteins and amino acids. *J. Dairy Sci.* 58:1198. 1975.



7. CHURCH, B.C. Fisiología digestiva y nutrición de los ruminantes. Vol. 2. Nutrición. Edit. Acribia. Zaragoza. 483 p. 1974.

8. COCK, L.J.; J.S. PAN & T.W. SCOTT. Effect on the Fatty acid compositions of plasma and milk lipids. J. Dairy Res. 39:211. 1972.

9. CRAMPTON, E.W. & MAYNARD, L.A. The relation of cellulose and lignin content to the nutritive value of animal feeds. J. Nutr. 15:281. 1938.

2. LITERATURA CITADA

10. CUITUN, L.L.; W.H. HALE, B. THEURER; P.D. DRYDEN & J.A. ...

1. ACKERSON, BARBARA, A.; R.R. JOHSON & R.L. HENDRICKSON. Effects of treatment of whole fat soybean or soy flour formaldehyde to protect the polyunsaturated fatty acids from biohydrogenation in the rumen. J. Nutr. 106:1383. 1976.

2. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS (A.O.A.C.). Official Methods of Analysis. 11<sup>th</sup> edition. Washington. 1015 p. 1970.

3. BARTLEY, E.E.; A. DAVIDOVICH; G.W. BARR; G.W. GRIFFEL; A. D. DAYTON; C.W. DEYOE & R.M. BECHTLE. Ammonia toxicity in cattle. I. Rumen and blood changes associated with toxicity and treatment methods. J. Anim. Sci. 43:835. 1976.

4. BEEVER, D.E.; J.F. COELHO DA SILVA; J.H.D. PRESCOTT & D. G. ARMSTRONG. The effect in sheep of physical form and stage of growth on the sites of digestion of a dried grass. I. Sites of digestion of organic matter, energy and carbohydrate. Br. J. Nutr. 28:347. 1972.

5. BRODERICK, G.A. & G.T. LANE. Lactational, in vitro, and chemical evaluation of untreated and formaldehyde-treated casein supplements. J. Dairy Sci. 61:932. 1978.

6. CHALUPA, W. Rumen bypass and protection of proteins and amino acids. J. Dairy Sci. 58:1198. 1975.



7. CHURCH, D.C. Fisiologia digestiva y nutrición de los ruminantes. Vol. 2. Nutricion. Edit. Acribia. Zaragoza. 483 p. 1974.
8. COCK, L.J.; J.S. PAN & T.W. SCOTT. Effect on the fatty acid compositions of plasma and milk lipids. J. Dairy Res. 39:211. 1972.
9. CRAMPTON, E.W. & MAYNARD, L.A. The relation of cellulose and lignin content to the nutritive value of animal feeds. J. Nutr. 15:383. 1938.
10. CUITUN, L.L.; W.H. HALE, B. THEURER; F.D. DRYDEN & J.A. MARCHELLO. Protein protected fat for ruminants. I. Digestion and performance in fattening steers. J. Anim. Sci. 40:691. 1975.
11. CZERKAWSKI, J.W.; K.L. BLAXTER & F.W. WAINMAN. The effect of linseed oil and of linseed oil fatty acids incorporated in the diet of the metabolism of sheep. Br. J. Nutr. 20:485. 1966.
12. DAVIDOVICH, A.; E.E. BARTLEY; T.E. CHAPMAN, R.M. BECHTLE; A.D. DAYTON & R.A. FREY. Ammonia toxicity in cattle. II. Changes in corotid and jugular blood components associated with toxicity. J. Anim. Sci. 44:702. 1977.
13. DINIUS, D.A.; R.R. OLTJEN, C.K. LYON; G.O. KOHLER & H.G. WALKER JR. Utilization of a formaldehyde treated casein - safflower oil complex by growing and finishing steers. J. Anim. Sci., 39:124. 1974.
14. FAICHNEY, G.J. The effect of formaldehyde-treated casein on the growth of ruminant lambs. Austr. J. Agr. Res. 22:453. 1971.
15. FAICHNEY, G.J. & H.L. DAVIES. The performance of calves given concentrate diets treated with formaldehyde. Aust. J. Agric. Res. 24:613. 1973.
6. FAICHNEY, G.J.; T.W. SCOTT & J.J. COOK. The utilization by growing lambs of a casein-safflower oil supplement treated with formaldehyde. Aust. J. Biol. Sci. 26:1179. 1973.



17. FAICHNEY, G.J. & R.H. WESTON. Digestion by ruminant lambs of a diet containing formaldehyde-treated casein. Aust. J. Agric. Res. 22:461. 1971.
18. FENNER, H. Methods for determining total volatile bases in rumen fluid by steam distillation. J. Dairy Sci. 48: 249. 1965.
19. FERGUSON, K.A.; J.A. HEMSLEY & P.J. REIS. The effect of protecting dietary protein from microbial degradation in the rumen. Aust. J. Sci. 30:215. 1967.
20. FIGROID, W.C. The effect of energy intake level on the digestibility of high energy rations. Ph.D. Thesis. The University of Arizona, Tucson, 92 p. 1971.
21. FRAENKEL - CONRAT, H.; M. COOPER & H.S. OLCOTT. The reaction of formaldehyde with proteins. J. Am. Chem. Soc. 67: 950. 1945.
22. GARCIA, J.A. Protection of protein to bypass rumen digestion. Review, Un. Arizona, 8 p. 1975.
23. HARRIS, L.E. Compilação de dados analíticos e biológicos para o preparo de tabelas de composição de alimentos para uso nos trópicos da América Latina. I. Procedimento para descrever e analisar amostras de alimentos e registro dos dados na fonte de informações. Trad. do original por Edgard Leoni Caielli. Un. Flórida. (Paginação descontínua). 1970.
24. HEMSLEY, J.A.; P.J. REIS & A.M. DOWNES. Influence of various formaldehyde treatments on the nutritional value of casein for wool growth. Austr. J. Biol. Sci. 26: 961. 1973.
25. HERNANDEZ, A.M. Tissue and plasma lipid profiles of lambs fed protected cottonseed oil. Ph.D. Dissertation. The University of Arizona, Tucson. 107 p. 1976.
26. HUDSON, L.W.; H.A. GLIMP; C.O. LITTLE & P.G. WOOLFOLK. Effect of level and solubility of soybean protein on its utilization by young lambs. J. Anim. Sci., 28:279. 1969.



27. LEÃO, M.I. Implantação de fístula no abomaso de bovinos para estudo de digestão. Rev. Soc. Bras. Zoot. (no prelo). 1980.
28. MacRAE, J.C. & D.G. ARMSTRONG. Studies on intestinal digestion in the sheep. 2. Digestion of some carbohydrate constituents in hay, cereal and hay-cereal-rations. Br. J. Nutr. 23:377. 1969.
29. MacRAE, J.C.; M.J. ULYATT; P.D. PEARCE & J. REDTLASS. Quantitative intestinal digestion of nitrogen in sheep given formaldehyde-treated and untreated casein supplements Br. J. Nutr. 27:39. 1972.
30. McCARTOR, M.M. & G.C. SMITH. Effects of protected lipids on feedlot performance and carcass characteristics of short-fed steers. J. Anim. Sci. 47:270. 1978.
31. McDONALD, I.W. The role of ammonia in ruminal digestion of protein. Biochem. J. 56:81. 1952.
32. McDUGALL, E.I. The composition and out put of sheep's saliva. Biochem. J. 43:99. 1948.
33. MILLER, E.L. Symposium on nitrogen utilization by the ruminant. Evaluation of foods as sources of nitrogen and amino acids. Proc. Nutr. Soc., 32:79. 1973.
34. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). Urea and others non-protein nitrogen compounds in animal nutrition. N.A.S. Washington, D.C. 120 p. 1976.
35. OWENS, F.N. Protein solubility, and ruminant nutrition. Feedstuffs, 3:23. 1978.
36. PETER, A.P.; E.E. HATFIELD, F.N. OWENS & U.S. GARRIGUS. Effects of aldehyde treatments of soybean meal on in vitro ammonia release, solubility and lam performance. J. Nutr. 101:605. 1971.
37. REIS, P.J. & D.A. TUNKS. Evaluation of formaldehyde-treated casein for wool growth and nitrogen retention. Aust. J. Agric. Res. 20:775. 1969.



38. REIS, P.J. & D.A. TUNKS. Influence of formaldehyde-treated casein supplements on the concentration of  $\epsilon$ -N-methyl lysine in sheep plasma. Austr. J. Biol. Sci. 26: 1127. 1973.
39. RICHARDSON, C.R. & E.E. HATFIELD. The limiting amino acids in growing cattle. J. Anim. Sci., 46:740. 1978.
40. SATTER, L.D. & L.L. SLYTER. Effect of ammonia concentration on ruminal microbial protein production in vitro. Br. J. Nutr. 32:199. 1974.
41. SATTER, L.D. & R.E. ROFFLER. Nitrogen requirement and utilization in dairy cattle. J. Dairy Sci., 58:1219. 1975.
42. SATTER, L.D.; L.W. WHITLOW & G.L. BEARDSLEY. Resistance of protein to rumen degradation and its significance to the dairy cow. Proc. Dist. Feed. Res. Council. Conf. 23:63. 1977.
43. SCHMIDT, S.P.; N.A. JORGENSEN & N.J. BENEVENGA. Effects of formaldehyde, glyoxal or hexamethylenetetramine treatment of soybean meal on nitrogen utilization and growth in rats and in vitro rumen ammonia release. J. Anim. Sci., 37:1233. 1973.
44. SCHMIDT, S.P.; N.J. BENEVENGA & N.A. JORGENSEN. Effects of formaldehyde treatment of soybean meal on the performance of growing steers and lambs. J. Anim. Sci. 38:646. 1974.
45. SCOTT, T.W.; L.J. COCK; K.A. FERGUSON; I.W. McDONALD, R. A. BUCHANAN & G.L. HILLS. Production of polyunsaturated milk fat in domestic ruminants. Austr. J. Sci. 32:291. 1970.
46. SHELL, L.A.; F.D. DRYDEN; A. MATA-HERNANDEZ & W.H. HALE. Protein protected fat for ruminants. III digestion and performance of lambs. J. Anim. Sci. 46:1332. 1978.
47. SHERROD, L.B. & A.D. TILLMAN. Effects of varying the processing temperatures upon the nutritive values for sheep of solvent-extracted soybean and cottonseed meals. J. Anim. Sci. 21:901. 1962.



48. SHERROD, L.B. & A.D. TILLMAN. Further studies on the effects of different processing temperatures on the utilization of solvent-extracted cottonseed protein by sheep. J. Anim. Sci., 23:510. 1964.
49. SINGLETON, A.G. The control of fermentation of carbohydrate. Proc. Nutr. Soc.; 31:147. 1972.
50. SLYTER, L.L.; L.D. SATTER; D.A. DINIUS & E.E. WILLIAMS, Jr. Ruminant ammonia concentration on nitrogen metabolism of steers. J. Anim. Sci. 37:356. (A). 1973.
51. SMITH, R.H. & A.B. McALLAN. Nucleic acid metabolism in the ruminant. 2. Formation of microbial nucleic acids in the rumen in relation to the digestion of food nitrogen, and the fate of dietary nucleic acids. Br. J. Nutr. 24:545. 1970.
52. SNEDECOR, G.W. Statistical Methods.<sup>th</sup> The Iowa State College Press, Ames, Iowa, U.S.A. 6<sup>th</sup> Ed. 593 p. 1967.
53. THOMSON, D.J. & S.B. CAMELL. The utilization by lambs of the energy and protein in dried pelleted grass treated with formaldehyde. Anim. Prod. 29:245. 1979.
54. WACHIRA, J.D.; L.D. SATTER; G.P. BROOKE & A.L. POPE. Evaluation of formaldehyde-treated protein for growing lambs and lactating cows. J. Anim. Sci. 39:796. 1974.
55. WILLIAMS, C.H.; D.J. DAVID & O. IISMAA. The determination of chromic oxide in faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. J. Agric. Sci. 59:381. 1962.
56. WILLIAMS, A.P. & R.H. SMITH. Nitrogen metabolism in calves effect of giving different amounts of dietary casein with and without formaldehyde treatment. Br. J. Nutr. 36:119. 1976.
57. WRIGHT, P.L. Body weight gain and wool growth responses to formaldehyde treated casein and sulfur - amino acids. J. Anim. Sci. 33:137. 1971.



## MÉTODOS DE ANÁLISES

A, DETERMINAÇÃO DE AMÔNIA EM LÍQUIDO DE RÔMEN, PELA FERMENTAÇÃO in vitro - ADAPTADO DE FENNER, 1965.

Procedimento

## I. Preparo do Material

1. Coleta e filtração do líquido de rômên em panela de aço.
2. Ao filtrado, adicionar saliva artificial (McDOUGAL, 1948), em proporção 1:1.
3. Transferir 100 ml da mistura para "Erlenmeyers" com capacidade para 500 ml, colocando na incubadora a 35°C.
4. Adicionar as amostras de material a ser analisado, em quantidades tais que representem de 10 mg de nitrogênio total/100 ml da mistura.
5. Os "Erlenmeyers" devem ser imediatamente vedados nas tampas que possuam dispositivos (artificiais) para:
  - a) borbulhamento constante de 60;
  - b) retirada de amostras periódicas;
  - c) eliminação do excesso de gases de fermentação.

## II. Coleta de Amostras

1. Coletar amostras de 10,0 ml em tubos de centrifuga, a intervalos de 2 horas, durante 12 horas de fermentação.
2. Aos tubos receptores das amostras, adicionar-se 1,0 ml de cloreto de mercúrio (1%) a 5%, para paralisar o processo de fermentação.

## MÉTODOS DE ANÁLISES

A, DETERMINAÇÃO DE AMÔNIA EM LÍQUIDO DE RÚMEN, PELA FERMENTAÇÃO in vitro - ADAPTADO DE FENNER, 1965.

Procedimento

## I. Preparo do Material

1. Coleta e filtragem do líquido de rúmen em pano ralo.
2. Ao filtrado, adicionar saliva artificial (McDOUGAL, 1948), em proporção 1:1 (v/v).
3. Transferir 200 ml da mistura para "Erlenmeyers" com capacidade para 500 ml, colocando em banho-maria a 39°C.
4. Adicionar as amostras do material a ser analisado, em quantidades tais que apresentem um teor de 70 mg de nitrogênio total/100 ml da mistura.
5. Os "Erlenmayes" devem ser imediatamente vedados com tampas que possuam dispositivos (orifícios) para:
  - a) borbulhamento constante de CO<sub>2</sub>;
  - b) retirada de amostras periodicamente;
  - c) eliminação de excesso de gases da fermentação.

## II. Coleta de Amostras

1. Coletar amostras de 10,0 ml em tubos de centrifuga, a intervalos de 2 horas, durante 12 horas de fermentação.
2. Aos tubos receptores das amostras, adicionar-se 1,0 ml de cloreto de mercúrio (HgCl<sub>2</sub>) a 5%, para paralisar o processo de fermentação.



3. Centrifugar a 3.000 rpm, durante 15 minutos.
4. Transferir o sobrenadante para tubos com tampas rosquiáveis e guardar sob refrigeração a 4°C, para destilação posterior.

### III. Destilação

1. Pipetar uma alíquota de 2,0 ml de líquido sobrenadante e levar ao aparelho do tipo micro-Kjeldahl.
2. Adicionar 5,0 ml de hidróxido de potássio (KOH) 2N.
3. Adicionar água destilada até um volume aproximado de 20,0 ml.
4. Adaptar recipiente contendo 10,0 ml de ácido bórico a 2%, para receber o destilado.
5. Regular o aparelho para destilar a um fluxo de 2,0 ml/minuto.
6. Destilar até um volume total de aproximadamente 50,0 ml.

### IV. Titulação

1. Titular o destilado com ácido clorídrico (HCL) 0,005 N.

### V. Reagentes e Material

Ácido clorídrico

Ácido bórico

Hidróxido de potássio

Gás carbônico (CO<sub>2</sub>) 85%

Cloreto de mercúrio

- Banho-maria com agitação
- Tubos de centrífuga com capacidade de 10-15 ml.
- Centrífuga para 3.000 rpm
- Tubos com tampa rosquiável, com capacidade para 10,0 ml
- Destilador micro-Kjeldahl
- Pipeta volumétrica para 2 ml
- Pisetas para água destilada
- "Erlenmeyers" com capacidade para 500 ml (fermentação)
- "Erlenmeyers" com capacidade para 100 ml (destilação)
- Garrafa térmica para coleta do líquido de rúmen
- Panos ralos (coador)

## B. DETERMINAÇÃO DO ÓXIDO CRÔMICO ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) EM FEZES POR ABSORÇÃO ATÔMICA - ADAPTADO DE WILLIAMS (1962)

### 1. Reagentes

- \*  $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  (Sulfato de manganês)
- \*  $\text{H}_3\text{PO}_4$  (Ácido fosfórico)
- \*  $\text{KBrO}_3$  (Bromato de potássio)
- $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (Cloreto de cálcio)
- \*  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (Silicato de sódio)
- \*  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  (Bicromato de potássio)

### 2. Preparo dos Reagentes

- \* Sulfato de manganês ( $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) a 10% peso/volume.

Tomar 10 g de sulfato de manganês e diluir em 100 ml de água destilada.

- \* Ácido fosfórico 85%.

A solução combinada de sulfato de manganês + áci-



do fosfórico 85% prepara-se, tomando-se 30 ml de solução de  $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  a 10% em balão volumétrico de 1000 ml, e completa-se o volume com ácido fosfórico 85%.

\* Bromato de potássio ( $\text{KBrO}_3$ ) a 4,5% p/v.  
Tomar 45,0 g de  $\text{KBrO}_3$  em balão volumétrico de 1000 ml e completar o volume com água destilada.

\* Cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) solução a 4000 ppm de Ca.

Tomar 14,702 g de  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  em um balão volumétrico de 1000 ml e completar o volume com água destilada.

\* Silicato de sódio ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) solução a 100 ppm de  $\text{SiO}_3$ .

Tomar 0,3026 g de  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  em um balão volumétrico de 100 ml e completar o volume com água destilada.

\* Bicromato de potássio ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) solução a 1000 ppm de  $\text{Cr}_2$ .

Tomar 2,8285 g de  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  em um balão volumétrico de 1000 ml e completar o volume com água destilada.

### 3. Equipamentos

- \* Chapa de aquecimento com areia
- \* Forno (mufla) com temperatura controlada
- \* Conjunto para filtração
- \* Espectrofotômetro de absorção atômica

Façam-se agitações frequentes do balão durante a filtração.

## 4. Marcha

- \* Pesar, aproximadamente, dois gramas de amostras de fezes pré-seca e moída, em cadinho de porcelana (50 ml) previamente seco e de peso conhecido.
- \* Levar a mufla a  $600^{\circ}\text{C}$ , durante duas (2) horas, e deixar esfriar até a temperatura ambiente, em dessecador.
- \* Adicionar cuidadosamente, sobre as cinzas três ml de uma solução combinada de ácido fosfórico ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) + sulfato de manganês ( $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) e, em seguida, quatro ml de bromato de potássio ( $\text{KBrO}_3$ ) a 4,5%.
- \* Cobrir os cadinhos com "vidros de relógio" e levar a uma chapa de aquecimento (banho de areia), aquecendo-os até que a efervescência termine e resulte numa cor violeta pela oxidação do  $\text{MnSO}_4$  (tempo requerido é de  $\pm 10$  minutos)
- \* Deixar esfriar até a temperatura ambiente.
- \* Com auxílio de um bastão de vidro e uma piseta com água destilada, transferir quantitativamente o material do cadinho para um balão volumétrico de 100 ml. Adicionar 25 ml de uma solução de cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), contendo 4000 ppm de Ca, e completar o volume com água destilada.
- \* Agitar cuidadosamente e filtrar ( $\pm 100$  ml) usando papel de filtro Whatman n.º 40 ou equivalente. Façam-se agitações freqüentes do balão durante a filtração.



\* Fazer a curva padrão, partindo de uma solução de potássio ( $K_2Cr_2O_7$ ) contendo 1000 ppm de cromo ( $Cr_2$ ).

Tomar alíquotas de 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 e 14 ml de solução de  $K_2Cr_2O_7$  1000 ppm de  $Cr_2$ , em balões de 100 ml, a fim de se obter: 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60 e 70 ppm de  $Cr_2$ , adicionando-se ainda:

25 ml de solução 1000 ppm de cálcio;

50 ml de solução a 100 ppm de  $SiO_3$ ;

3 ml da solução combinada de  $MnSO_4 \cdot 4H_2O + H_3PO_4$  85%;

4 ml da solução de  $KBrO_3$  4,5%.

Quadro XI - Análise Estativa dos Dados para Coeficientes de Digestão Ligada da Matéria Bruta, Proteína, Energia, Cálcio, Minerais Orgânicos, Celulose e Extrato Etéreo (CAF7010 IV)

Fontes de Variação	Calc	Proteína	Energia	Minerais Orgânicos	Celulose
Níveis de Óleo (O)	313,27**	57,05	223,73**	313,51**	1.493,2**
Temp. Ambiente	838,57**	113,28	345,61**	827	
Temp. Sombra	0,03	0,76	1,50	0	
Níveis de Fenoal (F)	484,47**	4.645,39	497,15**	823	
C x F	3,38	4,21	3,22	10	
Resíduo	30,46	43,53	35,22	21	
R <sup>2</sup> /Clas	0,09		0,95	0	
Médias	42,05	27,55	45,19	4	

P.S.P.01  
P.C.C.01

QUADRO A1 - Análise Estatística dos Dados para Coeficientes de Digestibilidade da Matéria Seca, Proteína, Energia, Matéria Orgânica, Celulose e Extrato Etéreo (CAPTULO IV)

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios						
		MS	Proteína	Energia	Matéria Orgânica	Celulose	Ex. Etéreo	Bal. Nit.
Níveis de Óleo (O)	2	315,27 <sup>***</sup>	57,02	273,73 <sup>***</sup>	313,81 <sup>***</sup>	1.493,91 <sup>***</sup>	5.433,62 <sup>***</sup>	32.522,78 <sup>***</sup>
Reg. Linear	1	630,51 <sup>***</sup>	113,26	541,61 <sup>***</sup>	627,50 <sup>***</sup>	2.955,24 <sup>***</sup>	9.996,41 <sup>***</sup>	64.135,43 <sup>***</sup>
Reg. Quadr.	1	0,03	0,76	5,56	0,13	2,57	570,82 <sup>***</sup>	910,02
Níveis de Formol (F)	1	484,47 <sup>***</sup>	4.635,38 <sup>***</sup>	687,15 <sup>***</sup>	523,69 <sup>***</sup>	939,00 <sup>***</sup>	209,69	255.960,25 <sup>***</sup>
O x F	2	5,99	4,21	3,22	10,65	15,96	91,56	2.952,37
Resíduo	18	20,46	43,53	35,22	21,71	50,69	50,54	7.799,75
R <sup>2</sup> /Óleo	-	0,99	-	0,99	0,99	0,99	0,92	0,97
Médias		47,05	37,86	45,19	45,76	36,05	63,03	195,79

<sup>\*</sup> P < 0,05

<sup>\*\*\*</sup> P < 0,01



QUADRO A2 - Análise Estatística dos Dados de Digestão antes do Abomaso, para Matéria Seca, Proteína, Energia, Matéria Orgânica, Celulose e Extrato Etéreo (CAPÍTULO IV)

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios					
		Matéria Seca	Proteína	Energia	Matéria Orgânica	Celulose Ext. Etéreo	
Níveis de Óleo (O)	2	100,89	1.190,09	189,96	27,32	1.086,07	1.161.618,0 <sup>***</sup>
Reg. Linear	1	172,30	104,55	190,72	54,39	2.171,32	2.064.810,0 <sup>***</sup>
Reg. Quadr.	1	31,49	2.275,62	189,21	0,25	0,82	258.425,3 <sup>***</sup>
Níveis de Formol (F)	1	1.112,21 <sup>***</sup>	34.998,69 <sup>***</sup>	3.701,15 <sup>***</sup>	1.026,78 <sup>***</sup>	26,25	73.837,0
O x F	2	108,14	1.998,19	546,99	169,89	1.725,03 <sup>***</sup>	31.497,3
Resíduo	18	124,58	1.230,61	232,20	127,40	315,90	22.200,7
R <sup>2</sup> /Óleo		-	-	-	-	0,99	0,89
Médias		25,03	-39,17	35,50	37,59	59,14	-352,79

\* P < 0,05

\*\*\* P < 0,01

QUADRO A3 - Análise Estatística dos Dados de Digestão no Intestino, para Matéria Seca, Proteína, Energia, Matéria Orgânica, Celulose e Extrato Etéreo (CAPÍTULO IV)

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios					
		Matéria Seca	Proteína	Energia	Matéria Orgânica	Celulose	Ext. Etéreo
Níveis de Óleo (O)	2	102,94	1.447,71	189,96	27,32	1.056,07	1.161.619,0 <sup>***</sup>
Reg. Linear	1	173,58	175,59	190,71	54,39	2.171,32	2.064.810,0 <sup>***</sup>
Reg. Quadr.	1	32,31	2.716,51	189,20	0,25	0,82	258.425,1 <sup>***</sup>
Níveis de Formol (F)	1	1.119,03	34.042,98	3.701,15	1.026,78	26,25	73.837,0
O x F	2	109,32	2.465,39	546,99	169,89	1.725,03	31.497,3
Resíduo	18	124,43	1.334,21	232,21	127,40	315,90	22.199,7
R <sup>2</sup> /Óleo	-	-	-	-	-	0,99	0,89

P < 0,05  
P < 0,01

As letras maiúsculas comparam os valores nas linhas e as minúsculas, nas colunas.



QUADRO A4 - Comparação de Médias para as Interações dos Níveis de Formaldeído e Níveis de Óleo, no Ensaio com Bezerros Fistulados no Abomaso, para a Digestão da Celulose no Intestino. (CAPÍTULO IV)

Níveis de Formol	Níveis de Óleo*		
	0%	4%	8%
0%	27,60 Ba	25,58 Bb	66,23 Aa
4%	30,54 Ab	56,64 Aa	38,51 Ab

$\Delta = 26,40$

\* As letras maiúsculas comparam os valores nas linhas e as minúsculas, nas colunas.

QUADRO A5 - Comparação de Médias para as Interações dos Níveis de Formaldeído e Níveis de Óleo, no Ensaio com Bezerros Fistulados no Abomaso, para a Digestão da Celulose antes do Abomaso. (CAPÍTULO IV)

Níveis de Formol	Níveis de Óleo*		
	0%	4%	8%
0%	72,40 Aa	74,41 Aa	33,77 Bb
4%	69,46 Ba	43,36 Ab	61,49 ABa

$\Delta = 26,40$

\* As letras maiúsculas comparam os valores nas linhas e as minúsculas, nas colunas.

QUADRO A6 - Porcentagem de Recuperação de Cromo nas Fezes, no Ensaio com Bezerros Fistulados no Abomaso. (CAPÍTULO IV)

Blocos	Rações Experimentais							
	0	OF	4	4F	8	8F		
I	96,13	95,57	93,41	100,12	93,32	95,89		
II	99,30	102,99	96,68	94,21	105,84	101,25		
III	95,67	100,75	103,04	96,99	102,69	97,73		
IV	94,61	95,89	86,12	93,37	97,78	101,64		
Totais	385,71	395,20	379,25	384,69	399,63	396,51		
$\bar{X}$	96,42	98,80	94,81	96,17	99,90	99,12		

Média Geral = 97,54%



