

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE NUTRIÇÃO E PRODUÇÃO ANIMAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS**

**AVALIAÇÃO DE METODOLOGIAS PARA DETERMINAÇÃO DA
DIGESTIBILIDADE APARENTE DA PROTEÍNA PARA ELABORAÇÃO DE
SUCEDÂNEOS DO LEITE PARA BEZERROS**

**CURITIBA
2005**

MARIA CONSTANZA RODRIGUEZ

**AVALIAÇÃO DE METODOLOGIAS PARA DETERMINAÇÃO DA
DIGESTIBILIDADE APARENTE DA PROTEÍNA PARA ELABORAÇÃO DE
SUCEDÂNEOS DO LEITE PARA BEZERROS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Paraná para a obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária, Área de Concentração Nutrição Animal.

Orientador: Prof. Dr. Jose Luciano Andriguetto

CURITIBA

2005

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

MARIA CONSTANZA RODRIGUEZ, nascida em 02 de junho de 1976, em Rosário, SF, Argentina, é Médica Veterinária pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná –PUC-PR, em fevereiro de 2000. Trabalhou como responsável pelo rebanho em fazendas leiteiras dos EUA de 2000 a 2002, onde adquiriu conhecimentos nas áreas de reprodução, manejo e clínica de grandes animais.

Em janeiro de 2003 prestou consultoria para a empresa *Kleffman & Partners*, fazendo entrevistas na região sudoeste do Estado de São Paulo e leste do estado do Mato Grosso do Sul, sobre seus esquemas de vacinação, medicamentos usados, quantidades, modos de aplicação e finalidades; assim como toda a parte econômica, local de compra, quantidade e preços.

De 2003 a 2004 trabalhou como tutora no Curso de Especialização em Agronegócio da UFPR. Tendo adquirido experiência em treinamento de alunos em *Learning Space* -software para cursos de especialização à distância- assim como tabulação de dados, atendimento a alunos e esclarecimento de dúvidas e manejo de equipamentos de teleconferência.

Em 2004 fez prática de docência nas matérias de Bovinocultura Leiteira, com o Professor Paulo Piekarski e na parte prática de Nutrição Animal, com o Professor Luciano Andriguetto. Em um total de 32 horas e 16 horas respectivamente.

Em janeiro de 2005 prestou serviços para o SENAR, Serviço Nacional de Treinamento Rural, entrevistando produtores rurais da região noroeste do Paraná, sobre o Programa de Empreendedor Rural.

Desde 2002 vem traduzindo as notas sobre bezerras escritas pelo pesquisador Dr. Jim Quigley, Ames – IOWA, para o espanhol e português. Tendo traduzido até o momento mais de 30 notas.

Tendo dado início ao Mestrado em Ciências Veterinárias na Universidade Federal do Paraná, sob a orientação do Professor Doutor José Luciano Andriguetto em março de 2003.

AGRADECIMENTOS

A CNPq pela bolsa de Mestrado, fundamental para a realização deste trabalho.

Ao Professor Dr. Luciano Andriguetto por compartilhar de todo seu conhecimento, pela paciência, por acreditar em mim e pela ajuda no desenvolvimento deste trabalho muito importante para a criação de bezerras e para melhorar a bovinocultura no Brasil e no mundo.

Aos professores da Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da UFPR pelos valiosos ensinamentos transmitidos durante a realização deste curso.

A minha mãe Felicitas e meu pai Miguel (*in memoriam*) pelo apoio incondicional e pela educação.

A Beto pelo amor compartilhado.

Ao Professor Dr. Paulo Rossi Junior pela disposição todas as vezes que precisei de ajuda. Por todas as informações fundamentais para o andamento deste trabalho.

A Eliezer por permitir que este trabalho fosse realizado em sua fazenda com seus animais que tanto adora, respeita e cuida com carinho e dedicação.

A Edílson de Oliveira da EMBRAPA-Florestas e ao Professor Doutor Iglénir João Cavalli do Departamento de Genética da UFPR por terem sido os consultores estatísticos.

Ao Professor Ferrari pela grande disposição e agilidade na primeira parte do projeto.

Ao Professor Dr. Alex Maiorka e Marcelo por permitir que as análises bromatológicas fossem realizadas no laboratório de Análises Bromatológicas da UFPR.

Ao Professor Alexandre Sampaio da FCAV/UNESP, Jaboticabal, pelas leituras do óxido de cromo.

Ao Sr. Orlando da FCAV/UNESP pelas digestões das fezes para leitura do óxido de cromo.

A Ana Paula de Oliveira Sader da FCAV/UNESP pela disposição e atenção com as amostras em Jaboticabal.

A Maria, Mauricio e Antonio da fazenda CAMPOLAT pela receptibilidade.

A Hair pela disposição e vontade, todas as horas, em ajudar não só a mim mas a todos os alunos que precisam de ajuda, por ter todos os atributos que um bom professor precisa ter.

A Aldo e Cleusa do laboratório de nutrição pela alegria e bom humor, sempre. Pela agilidade que apenas muitos anos de prática podem dar.

A Michelly Túlio da Empresa Vetnil pelos sais eletrolíticos.

A Nuvital por fornecer algumas amostras de matérias-primas para serem testadas, melhorando dessa forma os bancos de dados disponíveis.

A Pós-Graduação em Ciências Veterinárias por fornecer os reagentes necessários para as análises bromatológicas e o óxido de cromo.

A Edson Morozowski por disponibilizar seus conhecimentos e por emprestar a balança de precisão.

A Dr. Jim Quigley por servir de consultor sempre com a maior simplicidade e modéstia, mesmo sendo um dos maiores estudiosos de bezerras do mundo.

A Dr. Howard Tyler pela amizade e ajuda em esclarecer dúvidas e por ter o dom de simplificar as informações difíceis, o que o torna um professor extraordinário.

A Arturo da Purina por doar dois pacotes de sucedâneo do leite, incentivando assim a pesquisa neste país.

A Carina por ser minha parceira de todas as horas, sempre com a maior disposição e organização.

A Louise por emprestar um de seus bezerreiros para o bezerro piloto.

A Javier, meu irmão, pela ajuda com o manejo dos bezerros.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE ABREVIATURAS	x
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 CUSTOS DA CRIAÇÃO DE BEZERROS	3
2.2 SUCEDÂNEOS DO LEITE	3
2.2.1 Fontes Protéicas de Origem Animal	4
2.2.2 Fontes Protéicas de Origem Vegetal	6
2.2.3 Problemas da Utilização de Sucedâneos de Leite para Bezerros	8
2.2.4 Substituição da Proteína Láctea por Vegetal	9
2.3 CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DIGESTIVO DO BEZERRO JOVEM	11
2.4 REQUERIMENTOS NUTRICIONAIS DO BEZERRO JOVEM	11
2.4.1 Fases da Função Digestiva de Bezerros	12
2.4.1.1 Fase de alimentação líquida	12
2.4.1.2 Fase de transição	12
2.4.1.3 Fase ruminal	12
2.4.2 Requerimentos Protéicos de Bezerros	13
2.4.3 Requerimentos Energéticos de Bezerros	16
2.4.3.1 Bezerros jovens de reposição alimentados apenas com leite ou sucedâneo de leite	16

2.5	DIGESTIBILIDADE	18
2.5.1	Digestibilidade Aparente e Balanço do Nitrogênio	19
2.5.2	Estimando as Perdas Endógenas de Nitrogênio	20
2.5.2.1	Métodos para estimar o nitrogênio endógeno	20
2.5.2.1.1	Método direto	20
2.5.2.1.2	Método de regressão	22
2.5.2.1.3	Método de proteção da lisina	22
2.5.2.1.4	Proteína completamente digestível.....	22
2.6	MÉTODO QUANTITATIVO PARA FEZES (COLETA TOTAL).....	23
2.7	MÉTODO DE INDICADOR	25
2.8	APROXIMAÇÃO DIRETA E POR DIFERENÇA (INDIRETA).....	26
2.9	COLETA TOTAL VERSUS MÉTODO DE INDICADOR	28
3	MATERIAIS E MÉTODOS	32
3.1	LOCAL	32
3.2	ANIMAIS E MANEJO	32
3.3	DIETAS EXPERIMENTAIS	33
3.4	PERÍODO DE COLHEITA DE AMOSTRAS	34
3.5	COLHEITA PARA O MÉTODO DE INDICADOR	34
3.6	ANÁLISE QUÍMICO-BROMATOLÓGICA	35
3.7	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	35
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
4.1	COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS.....	37
4.2	COMPARAÇÃO DOS CDAN E VERDADEIRO DO NITROGENIO	39
5	CONCLUSÕES	42
6	IMPLICAÇÕES.....	43
	REFERÊNCIAS.....	45

APENDICE53

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - REQUERIMENTOS PROTÉICOS E ENERGÉTICOS DIÁRIOS DE BEZERROS JOVENS DE REPOSIÇÃO ALIMENTADOS APENAS COM LEITE OU SUCEDÂNEO DO LEITE	15
TABELA 2 - EXEMPLO DE CÁLCULO DO BALANÇO DE NITROGÊNIO	19
TABELA 3 - COMPOSIÇÃO E NÍVEL DE NUTRIENTES (GRAMAS) DOS INGREDIENTES PARA CADA UMA DAS DIETAS EXPERIMENTAIS	33
TABELA 4 - COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE APARENTE ATRAVÉS DOS MÉTODOS DE INDICADOR E COLETA TOTAL.....	37
TABELA 5 - COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE APARENTE VERDADEIRA DO NITROGÊNIO DAS DIETAS PELO MÉTODO DA COLETA TOTAL	40

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 - COMPARAÇÃO DA COLETA TOTAL E DO MÉTODO DE INDICADOR NA DETERMINAÇÃO DA DIGESTIBILIDADE DA MATÉRIA SECA DE ALIMENTOS PARA SUÍNOS. OS DADOS DO TRITICALE E DO MILHO FORAM PEGOS DO ADEOLA et al. (1986a) E O AMIDO DE MILHO E FARINHA DE SOJA DE JORGENSEN et al. (1984)..... 29
- FIGURA 2 - COMPARAÇÃO DA COLETA TOTAL E DO MÉTODO DE INDICADOR NA DETERMINAÇÃO DA ENERGIA DIGESTÍVEL DE ALIMENTOS PARA SUÍNOS. OS DADOS DO TRITICALE E DO MILHO FORAM PEGOS DO ADEOLA et al. (1986a) E RAÇÃO COMPLETA DE THOMPSON & WISEMAN (1998) 30
- FIGURA 3 - COMPARAÇÃO DA COLETA TOTAL E DO MÉTODO DE INDICADOR NA DETERMINAÇÃO DA DIGESTIBILIDADE DO NITROGÊNIO DE ALIMENTOS PARA SUÍNOS. OS DADOS DO TRITICALE E DO MILHO FORAM PEGOS DO ADEOLA et al. (1986a), RAÇÃO COMPLETA DE JAGGER et al. (1992) E FARINHA DE SOJA DE JORGENSEN et al. (1984)..... 31
- FIGURA 4 - PORCENTAGEM DE EFICIÊNCIA DE RECUPERAÇÃO DO INDICADOR (ERI) POR ANIMAL 38
- FIGURA 5 - PORCENTAGENS MÉDIAS DE DIGESTIBILIDADE VERDADEIRA DO NITROGÊNIO E APARENTE DO NITROGÊNIO E DA MATÉRIA SECA (MS), POR ANIMAL..... 40

LISTA DE ABREVIATURAS

AGVs	Ácidos Graxos Voláteis
ARC	<i>Agricultural Research Council</i>
BN	Balanço de Nitrogênio
CDAP	Coeficiente de Digestibilidade Aparente da Proteína
CDV	Coeficiente de Digestibilidade Verdadeira
CHOT	Carboidratos Totais
CPS	Concentrado Protéico de Soja
Cr ₂ O ₃	Óxido Crômico
CT	Coleta Total
D ₁	Dieta Um
D ₂	Dieta Dois
DAP	Digestibilidade Aparente da Proteína
DIP	Dieta Isenta de Proteína
ED	Energia Digestível
EL _G	Energia Líquida para Ganho
EM	Energia Metabolizável
g	Gramas
GPV	Ganho de Peso Vivo
HEP	Hidrolisado Enzimático de Peixe
IPS	Isolado Protéico de Soja
kg	Quilograma
LPD	Leite em Pó Desnatado
Mcal	Mega Calorias
MI	Mililitros
MS	Matéria Seca
N	Nitrogênio
NDHEP	<i>National Dairy Heifer Evaluation Program</i>
NRC	<i>National Research Council</i>
PB	Proteína Bruta
PD	Proteína Ruminal Degradável
PND	Proteína Ruminal Não Degradável

PV	Peso Vivo
RE	Requerimentos Energéticos
SPS	Solúvel de Peixe Seco
USDA	<i>United States Department of Agriculture</i>
VB	Valor Biológico

RESUMO

RODRIGUEZ, M.C. **Avaliação de Metodologias para Determinação da Digestibilidade Aparente da Proteína para Elaboração de Sucedâneos do Leite para Bezerros.** [Evaluation Methodologies to Determine the Protein Apparent Digestibility for Calf Milk Replacer Formulations.]. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba 2005.

O presente trabalho teve como objetivo comparar o indicador óxido de cromo com o método da coleta total para a determinação do coeficiente de digestibilidade aparente da proteína (CDAP) em animais alimentados com duas dietas onde variaram as fontes protéicas. As dietas foram fornecidas a bezerros machos recém nascidos da raça holandesa, com peso médio de 40 quilos a partir dos quatro dias de vida, em um total de nove animais escolhidos aleatoriamente. A dieta 1 foi constituída de protenose e a dieta 2 de soja micronizada, ambas com suplementação mineral e complemento vitamínico. O experimento teve duração de 11 dias sendo os sete primeiros dias para adaptação ao óxido crômico e os três últimos para colheita de fezes e urina (uma vez ao dia) através de gaiolas metabólicas. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso. Os coeficientes de digestibilidade obtidos com o marcador óxido crômico foram significativamente diferentes ($p < 0,05$) dos resultados obtidos pelo método de coleta total de fezes, pelo teste F. O óxido de cromo subestimou os valores de digestibilidade sendo a eficiência de recuperação do indicador em média 68,18 para a dieta 1 e 51,65 para a dieta 2. A média do CDAP da dieta 1 não diferiu da média do CDAP da dieta 2 pelo teste F ($p > 0,05$) pelo método da coleta total, porém diferiu estatisticamente pelo método de indicador óxido crômico.

Palavras-chave: coleta total, óxido crômico, protenose, soja micronizada.

ABSTRACT

RODRIGUEZ, M.C. **Evaluation Methodologies to Determine the Protein Apparent Digestibility for Calf Milk Replacer Formulations.** [Avaliação de Metodologias para Determinação da Digestibilidade Aparente da Proteína para Elaboração de Sucedâneos do Leite para Bezerros.] Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba 2005.

The objective of this experiment was to compare the external marker chromic oxide with the total collection method to determine the protein apparent digestibility coefficients (PADC) in animals fed two different protein source diets. The diets were fed to four day-old Holstein bull calves, with the average weight of 40 Kg, in a total of 9 animals randomly chosen. Diet number one contained corn gluten meal and number two micronized soybean, both with vitamins and mineral mix. The experiment lasted 11 days, the first seven days for adaptation followed by three days for urine and feces collection using metabolic cages (once a day). The experimental design used was completely randomized. The digestibility coefficients obtained with the external marker chromic oxide were significantly different ($p < 0,05$) than the ones obtained with the total collection method, by the F test. The chromic oxide underestimated the digestibility coefficients, it was observed a chromic oxide recovery of 68,18 for diet number 1 and 51,65 for diet number two. The average PADC of diet number 1 wasn't different ($p > 0,05$) of the one from diet number 2 by the F test when the total collection method was used, however it was statistically different when the chromic oxide method was used.

Key-words: total collection, chromic oxide, corn gluten meal, micronized soybean.

1 INTRODUÇÃO

Uma das fases mais importantes da produção leiteira é a alimentação e o manejo de bezerros. Estatísticas revelam que mais de 20% dos bezerros morrem de fraquezas ou doenças antes de atingirem a maturidade. Com um manejo adequado estas perdas podem diminuir para 3 a 5%, muitos bezerros morrem devido à nutrição deficiente. Um plano cuidadoso e a execução de programas de alimentação são necessários para produzir bezerros vigorosos, saudáveis e com crescimento adequado (ENSMINGER, 1990). Isto é especialmente verdadeiro para bezerros menores de três semanas de idade, quando a função digestiva está menos desenvolvida do que nos bezerros mais velhos (SILVA, 1986).

Sucedâneos do leite são alimentos de alta qualidade fornecidos a bezerros antes do desmame para reduzir os custos do produtor e tornar o leite total disponível para venda. Segundo o USDA Projeto Nacional de Avaliação de Novilhas Leiteiras (*National Dairy Heifer Evaluation Project- NDHEP*), conduzidos nos Estados Unidos da América em 1991 e 1992, a maior parte dos produtores norte-americanos (> 60%) alimentam seus bezerros com sucedâneos do leite em pelo menos uma parte do período pré-desmame (QUIGLEY, 1999).

Muitas fontes protéicas de origem vegetal têm sido utilizadas em sucedâneos do leite para reduzir custos, contudo sucedâneos do leite baseados em soro ou leite desnatado são os parâmetros pelos quais todos os outros sucedâneos do leite são medidos. A substituição de proteínas do soro por proteínas vegetais em sucedâneos do leite resulta em diminuição do desempenho do bezerro. Proteína de soja quimicamente modificada, isolado e concentrado de soja são bons substitutos, mas como todas as proteínas vegetais são menos digestíveis e mais alergênicas que as do leite (TYLER & ENSMINGER, 2005).

A literatura sobre sucedâneos é vasta e somente algumas conclusões com respeito ao uso de gordura e lactose foram obtidas, enquanto alguns aspectos da nutrição protéica ainda dependem de estudos mais detalhados (ORSKOV, 1992; BANYS, 2001).

A determinação dos valores de digestibilidade de nutrientes específicos e/ou de rações experimentais é comumente realizada por meio de ensaios nutricionais,

através do uso de gaiolas metabólicas que permitem o controle individual do alimento consumido e o total de fezes excretado. Entretanto por este ser um método bastante oneroso, surgiram novas metodologias que permitem estimar a digestibilidade dos nutrientes através de métodos indiretos, com o uso de marcadores dietéticos, que reduzem os custos e o período de experimentação (OETTING, 2002). SILVA (1968) citou que esta substância índice ou indicadora, ao ser ingerida na dieta, deve ser totalmente recuperada nas fezes.

Alguns estudos têm sido conduzidos com o indicador externo óxido crômico (Cr_2O_3), em bezerros no período do pré-desmame para medir a eficiência de absorção do marcador pelo intestino, porém não há estudos para comparação dos métodos de coleta total com o método de indicador para animais tão jovens.

O objetivo deste experimento foi comparar os valores de digestibilidade aparente da proteína de uma dieta composta por protenose e outra dieta composta por soja micronizada obtidas através do indicador externo óxido crômico, com aqueles obtidos pelo método de coleta total. Outro objetivo deste trabalho foi comparar a digestibilidade aparente da proteína com a digestibilidade verdadeira da proteína para ambas dietas.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 CUSTOS DA CRIAÇÃO DE BEZERROS

O aumento populacional, característico de países em desenvolvimento como o Brasil, têm elevado consideravelmente a demanda de alimentos, principalmente as proteínas de origem animal, as do leite e da carne. Por outro lado, embora a produção e a produtividade do rebanho leiteiro brasileiro tenha aumentado na última década, a maioria dos produtores não tem conseguido melhorar sua rentabilidade, principalmente por causa da redução do preço do leite e da elevação dos custos de produção.

Com a intenção de reduzir os custos de produção e aumentar a disponibilidade de leite para comercialização, muitos produtores descartam os bezerros machos nos primeiros dias de vida. A criação de bezerros é caracterizada por ter até 80% do custo total dos gastos com leite integral e de índices de mortalidade e morbidade, que podem chegar a 20% (LIZIEIRE & CAMPOS, 1992). Na realidade, o que ocorre é que a maioria dos produtores depende quase que exclusivamente da receita garantida com a venda do leite. O bezerro, durante a fase de aleitamento, requer uma quantidade de leite que, se não for vendida, diminuirá a receita do produtor (BIONDI et al., 1984). Sistemas mais econômicos de criação podem possibilitar tanto a melhor criação dos animais de reposição, quanto o aproveitamento de bezerros para a produção de carne.

O controle da quantidade de leite fornecida aos bezerros, a substituição do leite por sucedâneos e a utilização de concentrados iniciais têm sido apontados como práticas eficientes na redução dos custos com a alimentação (ORSKOV, 1992). Na Europa, a tendência de redução do nível de produtos lácteos nos sucedâneos tem levado a um crescente interesse por fontes protéicas vegetais (LALLÈS et al., 1993).

2.2 SUCEDÂNEOS DO LEITE

A composição dos sucedâneos do leite influencia o desempenho dos bezerros no pré-desmame. Um dos fatores mais importantes inclui fonte e quantidade de

proteína, energia, vitaminas e suplementação mineral. Outro fator importante é a inclusão de aditivos nutricionais como emulsificantes (QUIGLEY, 1998). No quesito fonte de proteína, a fonte primária de proteína da maioria dos sucedâneos do leite é o soro do leite, o qual é bem digerido e utilizado pelos bezerros. Fontes alternativas de proteínas incluem: proteínas de origem animal e fontes de origem vegetal, sendo estas utilizadas em diferentes quantidades nos sucedâneos do leite (HEINRICH, 1995).

Fatores diversos, como idade, sexo e o genótipo, determinam a capacidade teórica de deposição de proteína. Mas, para que esta capacidade se manifeste, é necessário que haja um aporte de aminoácidos na dieta. Por sua vez, este aporte adequado de aminoácidos está representado realmente pela absorção de uma certa quantidade de aminoácidos essenciais pelo aparelho digestivo. Quando comparadas entre si, as diferentes recomendações das necessidades de aminoácidos essenciais para suínos em crescimento e engorda apresentam grandes diferenças. O mesmo ocorre com bezerros durante as primeiras semanas de vida, quando podem ser considerados basicamente monogástricos. Estas discrepâncias se devem a diferente digestibilidade dos aminoácidos contidos nas matérias-primas (KNABE & TANKSLEY, 1984).

Ingredientes comuns nos sucedâneos do leite incluem, soro, soro de proteínas concentrado, gordura animal e vegetal, vitaminas, minerais e aminoácidos. Fontes alternativas de proteínas, incluindo soja, trigo e proteína da batata têm sido utilizadas nos últimos anos (QUIGLEY, 1999).

2.2.1 Fontes Protéicas de Origem Animal

Dentre as proteínas de origem animal mais estudadas estão as do leite, ovo, peixe e sangue.

As proteínas que predominam na fração protéica do leite são: alfa-caseína, beta-caseína, alfa-lactoalbumina e beta-lactoglobulina. Estas quatro proteínas são encontradas somente no leite e constituem mais de 90% da proteína do leite. Todas elas são formadas a partir de aminoácidos livres precursores no sangue. A kappa-caseína evita que as micelas formem coágulos. A função primária da caseína é fornecer uma proteína balanceada para o bezerro. A alfa-lactoalbumina e a beta-

lactoglobulina são solúveis. A alfa-lactoalbumina tem um papel importante na produção de lactose. A beta-lactoglobulina é a proteína predominante do soro.

O segundo grupo de proteínas é constituído pelas proteínas da fração remanescente. Este grupo contém imunoglobulinas, albumina sérica, e gama-caseína. Estas proteínas não são sintetizadas pela glândula mamária. Elas são absorvidas intactas do sangue e passadas para o leite (TYLER & ENSMINGER, 2005).

Quanto às proteínas do soro do leite, existem várias formas. Soro seco, o qual provém do líquido drenado na produção do queijo e depois seco. Contém proteínas como a lactoalbumina (12% proteína) e é rico em lactose. Leite desnatado seco, a gordura do leite é removida e o que sobra de proteínas (34% proteína), lactose e minerais é seco. Soro sem lactose, a lactose é removida do soro resultando em altos níveis de proteína e minerais (20-26% proteína). Concentrado de proteínas do soro seco são as proteínas primárias do leite desnatado (85% proteínas) concentrado por coagulação do leite (USDA APHIS, 1998).

Em muitas regiões do País onde a produção de queijos é mais intensa, normalmente existe uma abundância deste subproduto, na maioria das vezes oferecido quase gratuitamente a quem possa retirá-lo do laticínio. É em função disso que muitos produtores manifestam o desejo de utilizá-lo, se possível, em substituição ao leite.

Porem é preciso salientar que a substituição total do leite por soro é impossível. Embora o soro seja derivado do leite, sua composição é totalmente distinta, não permitindo a correta nutrição de bezerras em fase de amamentação. Uma das diferenças é que o soro praticamente não possui gordura (0,8% da matéria seca), embora possua alto valor energético. Esta energia é oriunda de uma alta concentração de lactose (65-70% da matéria seca), o carboidrato do leite. O excesso de lactose provoca diarreia em bezerros (por fermentar no intestino) o que, por si só, já impediria a substituição completa do leite. Esta possibilidade de diarreia é agravada pela alta concentração mineral (desbalanceada) em sua composição. Outro inconveniente é seu baixo teor protéico (10-12% da matéria seca, na forma de albuminas e globulinas), insuficiente para atender às exigências de bezerros recém-nascidos, muito embora a digestibilidade desta proteína seja semelhante à da caseína, a proteína do leite.

Devido a esta alta digestibilidade de sua proteína, o soro seco é muitas vezes

concentrado de diversas formas por processos mais sofisticados (soro delactosado ou proteínas concentradas de soro com 35 a 70% de proteína bruta), o que permite seu uso principalmente na formulação de sucedâneos lácteos de boa qualidade. Nas nossas condições práticas, no entanto, quando disponível, o soro encontra-se em sua forma líquida, que tem a desvantagem adicional de possuir teor muito baixo de matéria seca (5-6%). Mesmo com todas as limitações mencionadas, parece existir a possibilidade de aproveitamento deste alimento (AGRONET, 2002).

2.2.2 Fontes Protéicas de Origem Vegetal

Até meados deste século havia a crença de que animais monogástricos somente se desenvolviam, ou produziam a contento, se houvesse uma fonte de proteína animal na dieta. Aos poucos a crença foi se diluindo com a descoberta ou identificação dos fatores que favoreciam a “superioridade” da proteína animal; por exemplo: Ca e P, fornecidos pelos resíduos de ossos nas farinhas; vitaminas do complexo B, particularmente a riboflavina (presente no soro e no leite desidratado), e a B₁₂ (presente em todos os produtos animais, mas não nos subprodutos vegetais); os aminoácidos metionina e lisina, presentes em quantidades bem maiores nos produtos animais; elementos essenciais ultratraços, somente descobertos após os anos 50 e provavelmente mais disponíveis nos produtos animais; e, ainda, a presença de inibidores de enzimas digestivas, antivitaminas e ligantes de minerais nos produtos vegetais. Inúmeros experimentos demonstraram que, desde que contornadas as limitações, as proteínas vegetais davam resultados idênticos ou superiores às farinhas animais, possibilitando que a indústria de rações se expandisse consideravelmente, dado que a produção de farinhas animais é limitada e, por isto mesmo, de custo elevado (NUNES, 1998).

Os produtos mais utilizados são os derivados da soja, por causa de seu alto teor protéico, bom equilíbrio de aminoácidos e disponibilidade comercial. Dentre os derivados da soja, os principais são o isolado e o concentrado protéico. Quando a farinha de soja desengordurada com uma umidade específica é submetida a altas forças de pressão e temperatura em uma extrusora, obtém-se um produto com uma estrutura laminar peculiar, a qual propicia a inativação dos princípios alergênicos. Após a hidratação, esse produto apresenta uma textura elástica e mastigável, tipo

carne, conhecido como proteína texturizada de soja – PTS, tendo valor protéico mais alto quando obtido pela extrusão do concentrado protéico - 50-70 % de proteína bruta - (BERK, 1992). A soja micronização pode ser obtida mediante exposição da soja integral ao vapor indireto e à radiação infravermelho, sob temperatura de 150 a 180°C, por 2 a 3 minutos, seguida de floculação.

Muitas fontes protéicas já tiveram a sua digestibilidade amplamente estudada em bezerras, como por exemplo a soja. Existem várias formas ou tipos de proteínas da soja as quais podem ser usadas nos sucedâneos do leite. Farinha de soja, farinha de soja modificada, proteína da soja concentrada e soja isolada são alguns exemplos. Farinha de soja é uma farinha finamente moída e contém aproximadamente 50% de proteína. Proteína da soja concentrada é a porção protéica da soja concentrada pela remoção dos carboidratos solúveis, contém aproximadamente 66% de proteína. Proteína isolada da soja com maior teor de proteína aproximadamente 85 a 86% e tem a fração de carboidratos removida. A soja isolada não tem a fibra bruta mensurada. Outra preocupação da soja é o perfil de aminoácidos comparado ao do leite. A soja é deficiente em metionina, portanto faz se necessária à inclusão deste aminoácido no substituto composto com soja (QUIGLEY, 1997).

A proteína da soja é comumente usada nos Estados Unidos, mas existe pouca informação para outras proteínas não degradáveis, como, por exemplo, o glúten de trigo (GT), que pode ser usado para minimizar os custos com alimentação. O glúten de trigo é uma proteína derivada do trigo ou da farinha de trigo através de processamento por água ou moinho. Quando a farinha de trigo é misturada e lavada com água, a hidratação deixa uma mistura viscoelástica de dois componentes: glutenina, que tem alta massa molecular e elasticidade, e gliadina, que contribui em extensibilidade. O glúten de trigo tem sido utilizado freqüentemente na indústria de panificação, principalmente para melhorar as características dos produtos de baixa qualidade. Estudos recentes com leitões em amamentação mostraram melhora significativa no desempenho quando glúten de trigo seco foi incluído em 6 a 8% na dieta (RICHERT, 1992). Além disso, leitões que foram alimentados com glúten de trigo seco tiveram melhor desempenho que leitões controle quando ambos os grupos foram alimentados com a mesma dieta após o período de tratamento. TERUI *et al.*, (1996) avaliaram os efeitos da substituição parcial da proteína do leite por glúten de trigo solúvel, com modificação enzimática, em sucedâneos do leite em bezerros

holandeses machos de três a seis semanas de idade e o efeito da substituição parcial da proteína de soja por glúten de trigo seco (GT) em rações iniciadoras em bezerros leiteiros. Eles encontraram valores similares no crescimento dos bezerros alimentados com sucedâneos do leite contendo 20% de PB sem GT quando comparados aos bezerros que receberam de 30 a 50% da PB total de GT.

2.2.3 Problemas da Utilização de Sucedâneos de Leite para Bezerros

O excesso de amido e fibra, a baixa qualidade e inadequada incorporação de gorduras e a utilização de fontes protéicas de baixo aproveitamento ou que provocam transtornos digestivos aos bezerros, acarretando menores taxas de crescimento, aumento na incidência de problemas respiratórios e maior mortalidade, são os maiores problemas da utilização de sucedâneos de leite para bezerros (LIZIEIRE & CAMPOS, 1992). Concentrações que ultrapassam a ingestão de 1,6% do peso vivo em quantidade de matéria seca, por meio do sucedâneo, restringem o consumo de alimentos sólidos (STOBO et al., 1979) e concentrações de sólidos totais no sucedâneo entre 10 e 20% levam à incidência de diarreia em 33 a 100% dos bezerros (HUBER, citado por LUCCHI, 1989). A boa coagulação no abomaso influi positivamente na digestão da gordura que, retida em pequenas porções, permite uma ação mais prolongada da esterase pré-gástrica sobre os ácidos graxos e evita o processo de sensibilização provocado pela absorção, no intestino delgado, de moléculas protéicas não cindidas (STORRY & FORD, 1982). A caseína do leite tem a propriedade única de coagular-se no abomaso, na presença de renina. O bezerro, apesar de mamar apenas duas a três vezes por dia, tem um suprimento contínuo de proteína. Há aumento na quantidade e tipo de enzima produzida pelo aparelho digestivo dos bezerros, ao longo de seu desenvolvimento (ORSKOV, 1992). Entretanto, quando alimentados com substitutos do leite, que contenham fontes protéicas não-lácteas, há redução na secreção pancreática de tripsina e quimotripsina (TERNOUTH & ROY, 1978), em razão de essas proteínas não apresentarem coagulação adequada. Portanto, deve-se observar um período de adaptação gradativa dos bezerros à dieta e os substitutos de leite devem ser fornecidos mais vezes. YUANGKLANG et al. (2004) testaram a hipótese de que os efeitos inibitórios da proteína de soja da dieta versus a caseína na digestão das gorduras em vitelos seriam menores quando as dietas fornecidas tivessem altos

níveis de cálcio ao invés de baixos. O estudo mostrou pela primeira vez que a proteína da soja versus a caseína diminui a digestão das gorduras e aumenta a excreção de ácidos biliares fecais em vitelos.

2.2.4 Substituição da Proteína Láctea por Vegetal

A substituição das fontes de proteínas nos sucedâneos do leite significa troca por alternativas mais econômicas, freqüentemente acarretando ingredientes menos digestíveis. Muitas alternativas têm sido avaliadas. Tipicamente são determinados o desempenho (crescimento, ingestão, eficiência alimentar) e a digestibilidade dos sucedâneos.

Redução da digestibilidade é a principal preocupação em bezerros menores de três semanas de idade. Estes têm menor secreção de enzimas pancreáticas, quando comparados com animais mais velhos, e menor atividade proteolítica do suco pancreático, conseqüentemente a digestibilidade tende a ser menor. Isto cabe às proteínas que não são provenientes do leite em geral, as quais não são tão bem digeridas por bezerros muito jovens.

A fonte de proteína de origem vegetal (farelo de soja e outras) pode substituir parte da proteína láctea para animais jovens, sendo que animais mais velhos toleram maiores níveis de substituição. Existem, porém, problemas adicionais ao uso de proteínas de origem vegetal, relacionados ao conteúdo indesejável de alcalóides, inibidores tripsínicos e suas propriedades que causam reações alérgicas no trato gastrointestinal, por produção de anticorpos específicos contra proteínas globulares imunologicamente ativas (glicinina, β -conglucina e um composto aromático que atua como antígeno, o benzil-isocianato), com espessamento da parede intestinal e aumento da velocidade de passagem dos produtos da digestão, prejudicando a absorção dos nutrientes no intestino (ORSKOV, 1992; MATOS & RODRIGUES, 1983; SEEGRABER & MORRIL, 1979). NÖRNBERG & PEIXOTO (1988) observaram que a digestibilidade aparente da proteína e da energia foi de 70,8% e 74,8%, respectivamente, correspondendo a 4,76 Mcal de energia/kg MS do concentrado, quando substituíram 20% do leite desnatado em pó por concentrado protéico de soja (CPS). Foram encontradas diferenças nos primeiros períodos (1-6 semanas), mas não nos últimos ou no período total (7-16 e 1-16 semanas),

recomendando uma avaliação econômica em relação à taxa de crescimento desejada e à proteína láctea ou outros subprodutos. Para avaliar a influência do isolado protéico de soja (IPS) na secreção enzimática do pâncreas, KHORASANI et al. (1989) testaram um sucedâneo com 100% de leite em pó desnatado (LPD) e substituições com 50% e 100% de IPS e observaram que houve redução na digestibilidade da proteína e da maioria dos aminoácidos. A inclusão de IPS não afetou o volume de secreção do suco pancreático, proteína ou quimo tripsina, mas decresceu a secreção de tripsina, provavelmente responsável pela baixa digestibilidade dos substitutos.

Bezerros alimentados com substitutos contendo farelo de soja tostado, como única fonte protéica, em comparação com bezerros recebendo substituto comercial à base de proteína láctea, permitiram observar que o valor nutritivo do farelo pode ser aumentado com o seu tratamento ácido (pH 4,0 por cinco horas a 37°C; COLVIN & RAMSEY, 1968). GOMES & PEIXOTO (1982) testaram dietas líquidas com leite integral, leite desnatado em pó com 20% de gordura de frango e 20% de extrato de soja, em substituição ao leite desnatado em pó, e concluíram que é possível a inclusão da gordura de frango na composição de sucedâneos para bezerros em regime de desaleitamento precoce e que a inclusão de 20% de extrato de soja resultou em desempenho satisfatório. HUBER & CAMPOS (1982) testaram diferentes fontes protéicas (proteína láctea -PL, concentrado protéico de soja - CPS, hidrolisado enzimático de peixe - HEP e solúvel de peixe seco - SPS) em diferentes combinações e concluíram que a substituição de 33% da proteína dietética com CPS, ou suas combinações, produz 14% a menos de ganho de peso em relação a PL (416 g/animal/dia), e 33% de substituição com HEP reduz em 27% o ganho, piorando a conversão alimentar de 1,72 obtida com PL para 2,16 obtida com 33% de HEP.

Na avaliação da performance de bezerros recebendo fontes protéicas provenientes de proteína láctea, concentrado protéico de soja, glúten de trigo enzimaticamente modificado e proteína plasmática de suíno, em diferentes combinações no sucedâneo, TOMKINS, SOWINSKI & KEITH (1994) não verificaram diferenças significativas entre os tratamentos, e os ganhos médios oscilaram de 354 a 486 g/dia.

2.3 CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DIGESTIVO DO BEZERRO JOVEM

Fisiologicamente, o bezerro recém nascido não é um ruminante funcional. O abomaso, que representa a maior porção do estomago do bezerro recém-nascido, é a primeira unidade funcional da região gástrica. O reflexo de sucção permite que o colostro ou leite não entrem no rúmen e retículo rudimentares, pois fecha a goteira esofágica levando o leite ou sucedâneo diretamente ao abomaso (TYLER & ENSMINGER, 2005). Além disso, ele é submetido a grandes mudanças psicológicas e metabólicas desde o nascimento até o desmame no consumo de alimento seco (NRC, 2001). Durante o estágio de pré-ruminante a digestão e metabolismo são similares aos dos animais não ruminantes em vários aspectos. Portanto os requerimentos dietéticos são melhor alcançados através de dietas líquidas de alta qualidade, formuladas com fontes de carboidratos, proteínas e gorduras que sejam digeridas de forma eficiente. O período mais crítico correspondente às primeiras três semanas de vida. Durante este período o sistema digestivo do bezerro é imaturo, porém desenvolvendo-se rapidamente devido a secreções digestivas e atividade enzimática (NRC, 2001).

2.4 REQUERIMENTOS NUTRICIONAIS DO BEZERRO JOVEM

Bezerros criados para outros propósitos, que não a produção de vitelos, devem ser encorajados a consumir alimento seco em idades precoces para estimular o desenvolvimento de um rúmen funcional. O desenvolvimento do tecido epitelial ruminal, que é responsável pela absorção de ácidos graxos voláteis (AGVs), depende da presença de ácidos graxos voláteis, principalmente o butirato (NRC 2001). A composição química e forma fisiológica das rações iniciadoras são características importantes. A ração iniciadora deve ser relativamente alta em carboidratos rapidamente fermentáveis, porém adequada em fibra digestível para suportar a fermentação necessária para o crescimento correto do tecido ruminal. O rúmen e a população ruminal são imaturos neste estágio (ANDERSON et al., 1987) e a digestibilidade da celulose no rúmen é limitada (WILLIAMS & FROST, 1992). Conseqüentemente feno longo não é tão efetivo quanto os concentrados no desenvolvimento de um rúmen funcional e limita a ingestão de energia metabolizável

em bezerros jovens (STOBO et al., 1966). Feno longo não deve ser fornecido a bezerros até depois do desmame (QUIGLEY, 1996). Contudo, o tamanho de partícula da ração iniciadora deve ser adequado, seja peletizado, moído ou texturizado, é importante prevenir o desenvolvimento anormal e queratinização das papilas ruminais e para prevenir a impactação de partículas finas entre as papilas (NRC 2001).

2.4.1 Fases da Função Digestiva de Bezerros

Em relação aos requerimentos do bezerro, três fases de desenvolvimento relacionadas com a função digestiva são admitidas (DAVIS & CLARK, 1981):

2.4.1.1 Fase de alimentação líquida

Essencialmente todos os requerimentos nutritivos são alcançados através do leite ou sucedâneo do leite. A qualidade destes alimentos é preservada por uma goteira esofágica funcional, a qual leva os alimentos líquidos diretamente ao abomaso desta forma evitando a intervenção microbiana no retículo rúmen (ORSKOV, 1972 citado pelo NRC 2001).

2.4.1.2 Fase de transição

Dieta líquida e ração iniciadora - ambas contribuem para alcançar os requerimentos nutricionais do bezerro.

2.4.1.3 Fase ruminal

O bezerro deriva seus nutrientes de alimentos sólidos, principalmente pela fermentação ruminal no retículo rúmen.

2.4.2 Requerimentos Protéicos de Bezerros

Os requerimentos são divididos em componentes de manutenção e ganho. A manutenção se refere às perdas obrigatórias de nitrogênio nas fezes e urina, enquanto o ganho é o nitrogênio armazenado nos tecidos. O requerimento protéico é expresso em termos de digestibilidade aparente da proteína (DAP) e é computado da seguinte forma:

$$\text{DAP, g/d} = 6.25 [1/\text{VB} (\text{E} + \text{G} + \text{M} \times \text{D}) - \text{M} \times \text{D}]$$

Fonte: NRC 2001

Onde, VB = valor biológico (discutido a seguir). Nitrogênio urinário endógeno (E, g/d) é computado como $0,2 \text{ PV}^{0,75}$ (NRC USA, 1980) onde o peso vivo (PV) está em kg. Este valor às vezes é mais alto do que o ($0,165 \text{ PV}^{0,75}$) computado com a fórmula (2,75 g de proteína líquida por $\text{PV}^{0,5}$) dado em 1989 pela publicação do NRC EUA; de qualquer forma ambos estão dentro da variação de valores da Literatura Científica (BLAXTER & WOOD, 1951; CUNNINGHAM & BRISSON, 1957; ROY, 1970 citados pelo NRC 2001). Assume-se que a quantidade de nitrogênio de ganho (G) é constante 30g N/kg GPV, o qual está entre a variação de valores reportada por outros (BLAXTER & WOOD, 1951; ROY, 1970; DONNELLY & IJUTTON, 1976; NRC, 1978; DAVIS & DRACKLEY, 1998 citados pelo NRC 2001). Um número insuficiente de dados está disponível para descrever as mudanças no conteúdo de N do ganho de peso vivo em função do aumento da taxa de crescimento. O N metabólico fecal (M) é estabelecido como 1,9 g/kg de matéria seca consumida (D) através do leite ou sucedâneo de leite e 3,3 g/kg de MS de ração iniciadora consumida (ROY, 1980 citado pelo NRC 2001); estes valores são adicionados para bezerros alimentados com ambos leite e ração iniciadora.

A edição do NRC de 2001 ignorou a perda de nitrogênio de revestimentos (pêlo e pele). A edição de 1989 calculou a perda de N como 0,032 g para um bezerro de 50 kg. Na prática esta perda é compensada pelo maior valor de perdas endógenas de nitrogênio na edição de 2001 (3,76 g de N para um bezerro de 50 kg) do que na edição de 1989 (3,10 g de N).

Para o valor biológico (BV) das proteínas do leite, que equaciona a eficiência de uso do N para crescimento acima da manutenção, é admitido um valor de 0,80

(DONNELLY & IIUTTON, 1976). Assume-se que o mesmo fator se aplica para eficiência do uso de proteínas da dieta para funções de manutenção. Este valor foi determinado através da limitação da ingestão de proteína e assume que a dieta fornecida está devidamente balanceada para todos os nutrientes essenciais e essa ingestão de energia é suficiente para suportar a síntese protéica. A ingestão de proteínas não deve exceder aquela requerida para o ganho desejado permitido através da ingestão de energia. O valor biológico (VB) decresce à medida que a ingestão de proteína for incrementada nos estudos de DONNELLY & IIUTTON (1976a). A publicação do NRC de 1978 usava o valor 0,77. Estudos recentes de TEROSKY et al. (1997) encontraram o valor biológico aparente para sucedâneos de leite contendo 21% de PB proveniente de proteína de leite desnatado, proteína do soro concentrada ou mistura dos dois valores variando entre 0,692 a 0,765. Estimativas do valor biológico verdadeiro (corrigido para perdas de N endógeno e N metabólico fecal) daquele estudo estão com excesso de 0,80.

A conversão de PB para DAP foi assumida como 93% para proteínas do leite (*Agricultural Research Council*, 1980), o qual é levemente mais alto do que o valor de conversão de PB da dieta para aminoácidos absorvíveis (91%) usados em uma edição anterior a esta publicação (NRC, 1978). Deve-se perceber que os requerimentos de DAP e PB foram estabelecidos com base em dietas contendo proteínas do leite com alta digestibilidade e VB, os bezerros não utilizaram proteínas alternativas, não-lácteas nos sucedâneos do leite com estas altas eficiências e ajustes apropriados podem precisar ser feitos quando tais fontes de proteínas são utilizadas para assegurar um suprimento adequado de aminoácidos para crescimento (DAVIS & DRACKLEY, 1998). Além disso, pelo fato da digestão até de proteínas do leite de alta qualidade ser prejudicada durante as primeiras duas semanas de idade (ARIELI et al., 1995; TEROSKY et al., 1997), o valor das proteínas do leite pode ser superestimado durante o período de alimentação líquida.

O valor biológico de proteínas absorvidas através da ração iniciadora é estabelecido em 0,70 (NRC,1978 citado pelo NRC 2001). Os bezerros alimentados com leite mais ração iniciadora e bezerros desmamados (alimentados apenas com ração iniciadora) derivam um pouco das suas necessidades protéicas da proteína microbiana produzida no rúmen. Contudo, houve insuficiência de dados disponíveis para permitir o cálculo da quantidade de proteína ruminal degradável (PRD) ou proteína ruminal não degradável (PRND) suplementadas com qualquer grau de

confiança, então, a aproximação fatorial usando DAP foi adotada para bezerros pesando acima de 100 kg. Os requerimentos também são apresentados em termos de PB. Assume-se que a conversão de PB para DAP é 75% para ração iniciadora e rações de crescimento (NRC, 1980). QUIGLEY et al., (1985) encontraram que em média 58% da proteína que chega ao abomaso de bezerros desmamados era de origem microbiana; o fluxo de N ao abomaso não foi reportado. Assume-se que o VB e conversão de DAP para PB para bezerros alimentados com ração iniciadora e leite ou ração iniciadora e sucedâneo do leite são adicionais com base nas quantidades relativas de PB fornecidas pela ração iniciadora e leite (ou sucedâneo de leite).

Exemplos de requerimentos de DAP e PB para bezerros alimentados apenas com leite ou sucedâneo de leite são encontrados na Tabela 1 a seguir.

TABELA 1 - REQUERIMENTOS PROTÉICOS E ENERGÉTICOS DIÁRIOS DE BEZERROS JOVENS DE REPOSIÇÃO ALIMENTADOS APENAS COM LEITE OU SUCEDÂNEO DO LEITE

Peso vivo (kg)	Ganho (g)	Ingestão de MS ^a (kg)	Energia				Proteína		Vitamina A ^h (UI)
			EL _m ^b (Mcal)	EL _g ^c (Mcal)	EM ^d (Mcal)	ED ^e (Mcal)	PDA ^f (g)	PB ^g (g)	
30	0	0,27	1,10	0	1,28	1,34	21	23	3.300
	200	0,36	1,10	0,28	1,69	1,76	68	73	3.300
	400	0,47	1,10	0,65	2,22	2,31	115	124	3.300
40	0	0,34	1,37	0	1,59	1,66	26	28	4.400
	200	0,43	1,37	0,31	2,04	2,13	73	79	4.400

	400	0,55	1,37	0,72	2,63	2,74	120	129	4.400
	0	0,37	1,49	0	1,74	1,81	28	30	4.950
45	200	0,46	1,49	0,32	2,21	2,30	76	81	4.950
	400	0,59	1,49	0,75	2,82	2,94	123	132	4.950
	600	0,74	1,49	1,21	3,50	3,64	170	183	4.950

^A Ingestão de matéria seca necessária para alcançar os requerimentos de EM para bezerros alimentados com sucedâneo do leite composto primeiramente com proteínas lácteas e contendo EM de 4,75 Mcal/kg de MS.

^B EL_m (Mcal) = $0,086 PV^{0,75}$, onde PV (peso vivo) esta em kg.

^C EL_g (Mcal) = $(0,84 PV^{0,355} \times GPV^{1,2}) \times 0,69$, onde PV e GPV (ganho de peso vivo) estão em kg.

^D EM (Mcal) = $0,1 PV^{0,75} + (0,84 PV^{0,355} \times GPV^{1,2})$, onde PV e GPV (ganho de peso vivo) estão em kg.

^E ED (Mcal) = ME/0,96.

^F PDA (Proteína Digestível Aparente, g/d) = $6,25 [1/VB (E/G/M \times D) M \times D]$. Assume-se que o VB (valor biológico) é 0,8. Assume-se $0,2 PV^{0,75}/d$ para E (nitrogênio endógeno urinário), onde PV esta em kg. Quanto ao M (nitrogênio metabólico fecal) é 1,9g/kg de ingestão de matéria seca (D). Finalmente G (nitrogênio no ganho de peso vivo) é 30g/kg de GPV.

^G PB (proteína bruta) = DAP/0,93. Assume-se que a digestibilidade de proteínas lácteas desnaturadas seja 93%.

^H Vitamina A (UI) = 110 UI/kg de PV.

Fonte: NRC, 2001.

2.4.3 Requerimentos Energéticos de Bezerros

Os requerimentos energéticos de bezerros podem ser expressos de várias formas. Independente do sistema preferido é muito importante compreender onde as maiores perdas de energia ocorrem à medida que os componentes produtores de energia passam pela digestão e metabolismo. Se a eficiência de conversão de energia bruta para energia digestível ou metabolizável e de conversão de energia metabolizável para energia líquida (ambas EL_m e EL_g) forem conhecidas, quem usa pode selecionar o sistema que melhor atende suas necessidades.

Os dados de requerimentos energéticos são organizados com bezerros de reposição alimentados apenas com leite ou sucedâneo de leite (Tabela 1). A quantidade de alimento líquido (leite ou sucedâneo) oferecido para bezerros de reposição é restrita

para encorajar a ingestão de alimento seco (ração iniciadora), mas bezerros criados para vitelo são alimentados com leite ou sucedâneo de leite quase à vontade.

2.4.3.1 Bezerros jovens de reposição alimentados apenas com leite ou sucedâneo de leite

Os requerimentos energéticos de bezerros jovens alimentados apenas com leite ou sucedâneo de leite e pesando de 25-50 kg estão na Tabela 1.

A EL_M é estimada como $0,086 \text{ Mcal/kg}^{0,75}$ de peso vivo (PV) por dia. Isto se iguala razoavelmente bem com estimativas do metabolismo rápido de bezerros jovens alimentados com leite os quais tem suas atividades limitadas. A eficiência do uso de energia metabolizável (EM) proveniente do leite ou sucedâneo do leite para alcançar os requerimentos de manutenção é estimada em 86 por cento. Conseqüentemente, a EM de manutenção é delineada em $0,1 \text{ Mcal/kg}^{0,75}$ por dia. O *Agricultural Research Council* (ARC) especificou um requerimento de $0,102 \text{ Mcal/kg}^{0,75}$ por dia, com eficiência de uso de EM para manutenção de 85% (ARC, 1980). Os requerimentos de EM foram calculados através da equação derivada por TOULLEC (1989) a seguir:

$$\text{Requerimentos de EM (Mcal/d)} = 0,1 \text{ PV}^{0,75} + (0,84 \text{ PV}^{0,355})(\text{GPV}^{1,2})$$

Onde, o peso vivo (PV) e o ganho de peso vivo diário estão em quilogramas. A primeira porção da equação determina os requerimentos de energia metabolizável para manutenção em $100 \text{ kcal/kg}^{0,75}$ por dia. A segunda porção da equação é usada para derivar os requerimentos de EM por GPV, o qual é uma função de ambos, tamanho corporal e taxa de ganho de peso. Esta equação foi derivada com base em eficiência de conversão de EM para EL_G de 69% para bezerros alimentados apenas com leite ou sucedâneo do leite, que é consistente com a maioria dos valores. O conteúdo energético do GPV previsto pela equação acima é 1556 kcal/kg de GPV para um bezerro de 40 kg com ganho diário de 200 gramas e 2567 Kcal/kg de GPV para um bezerro de 75 kg ganhando 800 gramas por dia. Os valores previstos por esta equação são similares aqueles da Edição de 1989 desta publicação para bezerros menores com baixas taxas de ganho de peso (1460 kcal/kg de GPV para um bezerro de 40 kg ganhando 200 gramas por dia), porém são substancialmente mais altos que os da

Edição de 1989 para bezerros maiores com taxas de ganho mais altas (1869 kcal/kg GPV para um bezerro de 75 kg ganhando 800g/dia). Dados de composição de GPV para bezerros leiteiros de genótipos comuns seriam úteis para um refinamento futuro de requerimentos para crescimento.

Os requerimentos de EM dados na Tabela 1 para bezerros pesando de 30-60 kg e ganhando diferentes taxas de peso estão muito próximos da maior parte dos dados publicados. Os valores de energia digestível (ED) na Tabela 1 são calculados pela EM, assumindo uma eficiência de 96% na conversão de ED para EM (NEERGARD, 1976; NRC, 1989; TOULLEC, 1989; GERRITS et al., 1996 citados pelo NRC 2001).

Deve-se estar atento aos valores dos requerimentos de EM para manutenção que podem ser subestimados durante a primeira semana de vida por causa das altas e variáveis taxas metabólicas basais observadas durante este período (ROY et al., 1957; VERMOREL et al., 1983; OKAMOTO et al., 1986; SCHRAMA et al., 1992; ORTIGUES et al., 1994; ARIELI et al., 1995 citados pelo NRC 2001). Além disso, pelo fato do trato digestivo ser imaturo e desenvolver-se rapidamente, a metabolização das dietas pode ser mais baixa durante esse período (SCHRAMA et al., 1992; ARIELI et al., 1995) portanto superestimando a energia suprida pela dieta. O resultado líquido desses efeitos é que o GPV dos bezerros durante a primeira semana de vida pode ser consideravelmente menor do que os ganhos de energia permitidos previstos mostrados na Tabela 1. À medida que mais dados sejam disponibilizados pode se tornar possível modelar estes efeitos em edições futuras.

2.5 DIGESTIBILIDADE

Quando os alimentos atravessam o tubo digestivo não são utilizados integralmente, uma parte é expulsa para o exterior sem ter subministrado nada ao organismo. Portanto torna-se fundamental a avaliação destas perdas para a avaliação da digestibilidade (ANDRIGUETTO, 1986). Em princípio, a determinação das frações digestíveis de um alimento é muito simples: se 100 unidades de uma fração contida no alimento são ingeridas e 25 unidades desta fração são recuperadas nas fezes, assume-se que 75 unidades da fração foram digeridas e absorvidas, ou seja, que esta fração apresenta 75% de digestibilidade ou, ainda, que

o coeficiente de digestão é de 75%:

$$\text{Coeficiente de digestão} = \frac{\text{Quantidade ingerida} - \text{Quantidade excretada nas fezes}}{\text{Quantidade ingerida}} \times 100$$

Se o princípio para a determinação da digestibilidade é simples, a quantificação das fezes provenientes do alimento já não é (NUNES, 1998). No caso da digestibilidade protéica, é necessário calcular a digestibilidade real e a aparente, sendo a primeira igual a segunda menos as eliminações orgânicas (restos celulares, bacterianos e de enzimas) (ANDRIGUETTO, 1986). As perdas basais endógenas associadas com o funcionamento normal do intestino são consideradas perdas não específicas. Elas são independentes da composição da dieta, mas elas variam com a ingestão de matéria seca. As perdas endógenas totais aumentam com a inclusão de alguns constituintes na dieta, como fibras e fatores antinutricionais. A diferença entre perdas totais e não específicas foram chamadas de perdas específicas. Elas resultam de interações entre constituintes da dieta e o intestino. Um aumento nas perdas endógenas, devido a presença de perdas específicas, pode implicar numa maior utilização das proteínas pelo intestino e conseqüentemente maiores requerimentos de aminoácidos e energia (MONTAGNE et al., 2001).

2.5.1 Digestibilidade Aparente e Balanço do Nitrogênio

Devido a ausência de dados em bezerros as discussões passarão a ser feitas com o uso de dados obtidos com suínos. A digestibilidade do nitrogênio de um alimento e o balanço em suínos pode ser determinada pela alimentação destes animais durante um período de tempo e coleta de fezes e urinas excretadas. Tanto as fezes quanto a urina são processadas. Amostras do alimento e das fezes secas são moídas para passar por peneira de 1mm e analisadas para o nitrogênio usando o método Kjeldahl ou processo de combustão. Amostras de urina (aproximadamente 5ml, dependendo da concentração de nitrogênio) também são analisadas para nitrogênio (ADEOLA, 2001). Um exemplo de cálculo para o balanço de nitrogênio pode ser visto na Tabela 2.

TABELA 2 - EXEMPLO DE CÁLCULO DO BALANÇO DE NITROGÊNIO

Peso do suíno (kg)		24,5
Ingestão de alimento (IA) (g/dia)		1000
Matéria Seca (MS)		88
Ingestão de Matéria Seca (IMS) (g/dia)	$(88/100) \times 1000$	880
Nitrogênio no Alimento (%com base MS)		1,44
Ingestão de Nitrogênio (IN) (g/dia)	$(1,44/100) \times 880$	12,67
Peso das fezes coletadas em 5 dias (g)		1890
Matéria Seca das fezes (%)		30,6
Excreção de fezes secas (g/dia)	$(30,6/100) \times 1890 \div 5$	116
Nitrogênio nas fezes (% com base na MS)		2,49
Excreção de Nitrogênio nas fezes (ENF) (g/dia)	$(2,49/100) \times 116$	2,89
Volume de urina coletado em 5 dias (ml)		6760
Nitrogênio na urina (g/100ml)		0,046
Excreção de nitrogênio na urina (ENU) (g/dia)	$(0,046/100) \times 6760$	3,11
Nitrogênio Digerido (ND) (g/dia)	$IN - ENF$	12,67 - 2,89
Digestibilidade do Nitrogênio (%)	$100 \times (IN - ENF) \div IN$	$100 \times (9,78) \div 12,67$
Balanco de Nitrogênio (BN)	$IN - ENF - ENU$	12,67 - 2,89 - 3,11
Utilização líquida de proteína (%)	$100 \times NB \div IN$	$100 \times 6,67 \div 12,67$
Valor Biológico da Proteína do Alimento (%)	$100 \times NB \div ND$	$100 \times 6,67 \div 9,78$

Fonte: ADEOLA (2001).

Os cálculos mostrados na Tabela 2 são chamados aparente porque todo o nitrogênio das fezes não tem origem apenas no alimento. Enzimas digestivas, secreções biliares, células de descamação do trato gastrointestinal e produtos da atividade microbiana intestinal são denominados coletivamente de perdas endógenas. Estes produtos não são diretamente de origem alimentar, mas eles contribuem para o nitrogênio nas fezes. Corrigindo o nitrogênio das fezes para estas perdas obtemos a digestibilidade verdadeira do nitrogênio.

2.5.2 Estimando as Perdas Endógenas de Nitrogênio

A digestibilidade aparente estimada não diferencia o nitrogênio endógeno do não digerido e não absorvido de origem alimentar. A proteína e aminoácidos endógenos consistem em proteínas das secreções gástrica, pancreática e biliar, células de descamação da mucosa e amônia e uréia endógena. Para a obtenção da digestibilidade verdadeira do nitrogênio é necessário fazer a correção do nitrogênio fecal para o nitrogênio endógeno. Em um suíno de 30 kg, aproximadamente 90% dos componentes nitrogenados secretados no lúmen do trato gastrointestinal é

digerido e absorvido, deixando apenas uma pequena porção nas fezes (FULLER & REEDS, 1998). As perdas endógenas de nitrogênio são afetadas pelos inibidores de proteases da dieta (ex: inibidor da tripsina), gordura, fibra, pectina e níveis de proteína.

2.5.2.1 Métodos para estimar o nitrogênio endógeno

2.5.2.1.1 Método direto

Neste método animais são alimentados com uma dieta isenta de nitrogênio e as fezes são coletadas e analisadas para nitrogênio. Implícito no uso de uma dieta livre de nitrogênio para estimar a perda endógena de nitrogênio está a suposição de que o nitrogênio da dieta não afeta a recuperação do nitrogênio endógeno. Esta suposição, logicamente, é contrariada por evidências muito fortes de que dietas com altos níveis de nitrogênio provocam maiores perdas de nitrogênio endógeno. Usando o método direto de alimentação com uma dieta livre de nitrogênio para estimar o nitrogênio endógeno nas fezes, ADEOLA *et al.* (1986) reportaram um valor de 0,0012g nitrogênio/g de ingestão de matéria seca. No exemplo calculado na Tabela 1, a ingestão diária de nitrogênio de 12,67 g traduzida para 0,0144g nitrogênio/g de ingestão de matéria seca ($12,67 \div 880$) e a excreção diária de nitrogênio nas fezes de 2,89 g traduzidas para 0,0033 g nitrogênio/g de ingestão de matéria seca ($2,89 \div 880$). Corrigindo essa excreção diária de nitrogênio nas fezes para perdas de nitrogênio o endógeno nas fezes fornece 0,0021 g nitrogênio/g de ingestão de matéria seca ($0,0033 - 0,0012$). Portanto, a digestibilidade verdadeira de nitrogênio neste exemplo é: $100X (0,0144 - 0,0021) \div 0,0144 = 85,4\%$, comparada com a digestibilidade aparente do nitrogênio de 77,1%.

MONTAGNE *et al.* (2001) realizaram um experimento sobre a digestão intestinal de proteínas da dieta e endógenas ao longo do intestino de bezerros alimentados com soja e batata. Neste trabalho são apresentadas as seguintes formulas para digestibilidade aparente, verdadeira e real:

$$\text{Digestibilidade aparente} = \left\{ 1 - \frac{\text{PB}_{\text{digesta}}}{\text{PB}_{\text{ingerida}}} \right\} \times 100$$

$$\text{Digestibilidade verdadeira} = \left\{ 1 - \frac{\text{PB}_{\text{digesta}} - \text{PB}_{\text{endógena não especificada}}}{\text{PB}_{\text{ingerida}}} \right\} \times 100$$

$$\text{Digestibilidade real} = \left\{ 1 - \frac{\text{PB}_{\text{digesta}} - \text{PB}_{\text{endógena total}}}{\text{PB}_{\text{ingerida}}} \right\} \times 100$$

Onde, $\text{PB}_{\text{digesta}}$ é o fluxo de proteína bruta na digesta em gramas por dia; a $\text{PB}_{\text{ingerida}}$ esta em gramas por dia; a $\text{PB}_{\text{endógena não especificada}}$ é o fluxo endógeno não específico de proteína bruta em gramas por dia, conforme o determinado em estudos anteriores utilizando uma dieta isenta de proteína e a $\text{PB}_{\text{endógena total}}$ é a proporção da proteína bruta endógena total na digesta (não especifica mais a específica) estimada usando o método de DUVAUX et al. (1990) citado por MONTAGNE, 2001, método matemático baseado na comparação da composição das digestas com base nas proteínas da dieta, endógenas e microbianas para obter as proporções destas frações na digesta.

A digestibilidade verdadeira de nitrogênio é sempre maior ou igual a digestibilidade aparente, enquanto a digestibilidade aparente de nitrogênio é afetada pelo nível de nitrogênio na dieta, a digestibilidade verdadeira de nitrogênio não é (ADEOLA, 2001).

2.5.2.1.2 Método de regressão

Este método envolve a alimentação com três ou mais níveis de nitrogênio na dieta e regressão da concentração de nitrogênio nas fezes (expresso por unidade de ingestão de matéria seca) contra a concentração de nitrogênio na dieta (expresso por unidade de ingestão de matéria seca). O nitrogênio endógeno nas fezes é obtido por extrapolação para dieta com zero de nitrogênio. Assim como no caso do fornecimento de dieta isenta de nitrogênio, este método também assume que a quantidade de nitrogênio na dieta não afeta a recuperação do nitrogênio endógeno,

ou que há uma excreção constante de nitrogênio endógeno sem importar a ingestão de proteína na dieta (ADEOLA, 2001).

2.5.2.1.3 Método de proteção da lisina

Envolve o tratamento das proteínas da dieta com O-metilisouréia para a conversão dos resíduos da lisina em homoargininas (ADEOLA, 2001). Parcialmente transformando a lisina da dieta em homoarginina, a qual é absorvida porém não está presente na proteína endógena do intestino, desta forma servindo como marcador para a ingestão de lisina. Pela determinação de ambas, lisina e homoarginina da digesta ideal, coletada após a alimentação do animal com uma dieta lisina protegida, o fluxo endógeno de lisina pode ser determinado (RUTHERFURD & MOUGHAN, 1990). Presumido no uso de proteínas protegidas para a estimulação de perdas endógenas de nitrogênio estão que as modificações de proteínas não afetam a digestão, não existe secreção endógena seletiva de homoarginina no lúmen e a homoarginina é absorvida na mesma proporção que outros componentes nitrogenados da dieta e dessa forma serve de marcador de nitrogênio não digerido. O método de proteção da lisina pode ser útil para digestibilidade determinada no final do íleo, mas a exposição da homoarginina ao metabolismo de microrganismos do intestino grosso faz com que o método seja impróprio para a digestibilidade determinada através das fezes (ADEOLA, 2001).

2.5.2.1.4 Proteína completamente digestível

Proteína Completamente digestível pode ser fornecida a suínos. Assume-se, portanto que todo o nitrogênio coletado nas fezes tem origem endógena (ADEOLA, 2001).

Pela sua relativa simplicidade, o método direto de fornecimento de dieta isenta de proteína continua sendo o mais comumente usado para estimar as perdas de nitrogênio endógeno (ADEOLA, 2001).

2.6 MÉTODO QUANTITATIVO PARA FEZES (COLETA TOTAL)

O método quantitativo para determinação da digestibilidade do alimento e de um determinado componente de um alimento fornecido é essencialmente uma operação de coleta e anotação de dados. Ele requer um controle acurado de ingestão de alimento para determinar a quantidade de alimento ingerido, assim como um controle acurado das fezes excretadas para determinar a quantidade do componente excretado. Um problema técnico durante um estudo de digestão é medir satisfatoriamente as fezes que foram provenientes da ingestão do alimento. As fezes pertencentes a um alimento fornecido são usualmente identificadas através do uso de marcadores, os quais são componentes coloridos consumidos como parte da primeira alimentação marcando o início do período de coleta do estudo de digestão e consumida uma segunda vez como parte da refeição marcando o final do período de coleta do estudo de digestão. O marcador colore as fezes e a colheita fecal se inicia com a aparência das primeiras fezes coloridas. A cor vai esvaecendo à medida que a colheita fecal progride. A colheita fecal finaliza-se com a segunda coleta de fezes tingidas. A quantidade de fezes coletadas é tomada para representar a excreção fecal proveniente da dieta consumida da primeira vez que o marcador foi fornecido até a última refeição não marcada (antes do segundo marcador ser fornecido). Substâncias comumente usadas como marcadores são: óxido férrico, óxido de cromo, carmine vermelho ou carmine índigo. A consideração fundamental no uso de um marcador é que o marcador se movimenta juntamente com a digesta no lúmen do trato gastrointestinal e que ele não se difunde na digesta não marcada adjacente. Às vezes esta consideração não é verdadeira e conseqüentemente a separação das fezes não é acurada. Contudo com alimentação programada e uma ingestão diária constante ao longo de um período de adaptação longo, a excreção fecal diária deve permanecer relativamente constante (ADEOLA, 2001).

ADEOLA, (2001) citou que uma vez que o suíno estiver sobre o estrado, é fundamental que ele seja adequadamente adaptado e que alimento seja fornecido. O período de adaptação, geralmente é de três a sete dias, é seguido por um período de coleta de quatro a seis dias para suínos (ADEOLA, 2001). A Universidade de Purdue usualmente pratica cinco dias de adaptação seguidos de cinco dias de coleta.

KANJANAPRUTHIPONG (1998) utilizou um período de adaptação de seis dias e três dias para coleta de fezes e urina em bezerros mestiços Holandês-Zebu com idade variando de cinco a sete semanas

Para cães adultos, ARTHUR (1970) utilizou um período de pré-coleta de pelo menos cinco dias para aclimatar os animais testados à dieta e ajustar a ingestão de alimento, o necessário para manter o peso corporal. A segunda fase, o período de coleta total, de pelo menos cinco dias (120 horas).

Durante a coleta de fezes é fundamental que os recipientes de armazenamento sejam marcados duas vezes e de forma bem visível. As etiquetas devem conter o número do animal, número da dieta e dias das coletas. Alíquotas das fezes de três dias diferentes devem ser coletadas. Todos os esforços devem ser feitos para evitar a coleta de pelos (ARTHUR, 1970).

As fezes devem ser homogeneizadas e pesadas, tomando-se uma alíquota. LOPES et al. (1998) utilizou uma alíquota de 10%, seca em estufa a $60\pm 5^{\circ}\text{C}$ durante 72 horas, moída e acondicionada em frasco de vidro para posteriores análises. As fezes podem ser colocadas em bolsas plásticas e armazenadas em freezer a -18°C , (ADEOLA, 2001).

Quanto à coleta de urina, ARTHUR (1970) citou que deve ser coletada no mesmo dia das fezes, com o mínimo de contaminação em um container com ácido sulfúrico para estabilização e prevenir perdas de nitrogênio. Após a determinação do volume total de urina for determinado, alíquotas das amostras devem ser congeladas em recipientes apropriados.

Para um estudo do balanço de nitrogênio, urina é coletada com preservativos, os quais seguram a amônia. Estes preservativos incluem: formaldeído, ácido hidrolórico e ácido sulfúrico.

LOPES et al., (1998) adaptou funis coletores e baldes às gaiolas metabólicas contendo 50ml de HCl 1:1, para a coleta total da urina, realizada a cada 24 horas, nos mesmos períodos das coletas de fezes, em seu estudo com bezerros mestiços Holandês-Zebu.

O volume de urina é amostrado (alíquotas de 10 a 30%) e armazenadas em freezer a -18°C . As amostras são peneiradas para remover materiais não pertencentes (ADEOLA, 2001).

Liofilização (secagem pelo freezer) ou secagem em estufa de 55 a 60°C fornece resultados similares tanto para fezes, quanto para urina, com perda mínima

de componentes voláteis. Já em estufa a 70°C há perda significativa dos componentes voláteis. Em experimentos clássicos desenvolvidos para examinar os efeitos do armazenamento no nitrogênio e perdas de energia após colheita proveniente de fezes e urina de suínos, FULLER & CADENHEAD (1965), citados por ADEOLA, 2001 demonstraram que o armazenamento de fezes e urina após 8 dias a 1°C não resultou em nenhuma perda significativa de nitrogênio e energia, comparada com fezes e urina processadas logo após serem excretadas. Em outro estudo que examinava o método de preparação de fezes na digestibilidade do nitrogênio, JORGENSEN et al. (1984), demonstraram que a secagem por forno ou por freezer não afetou a digestibilidade de nitrogênio quando comparada com fezes frescas. Portanto, uma vez que cuidado adequado é tomado para congelar fezes e acidificar urina, as perdas de nitrogênio e energia devem ser mínimas (ADEOLA, 2001).

2.7 MÉTODO DE INDICADOR

A necessidade de registros de ingestão alimentar e para coleta quantitativa de fezes podem ser evitados algumas vezes pelo uso de componentes de indicador. Estes componentes deveriam ter os seguintes atributos: quimicamente fáceis de analisar, não absorvíveis, não essenciais, não tóxicos, completamente inertes (indigestíveis), regularmente e completamente excretados através das fezes e misturar-se uniformemente com o alimento e fezes. Portanto, a quantidade do componente de indicador no alimento e a quantidade excretada nas fezes deveria ser similar ao longo de períodos de tempo similares. Óxido crômico ou cinza insolúvel ácida misturadas uniformemente na dieta de 0,1 a 0,5% são comumente utilizadas como componentes de indicador. Outros componentes de indicador que têm sido avaliados incluem dysprosium (KENNELLY et al., 1980; ADEOLA, 2001), metais de terra raros (POND et al., 1986, ADEOLA, 2001) e óxido de titânio (JAGGER et al., 1992). O uso do método de indicador não requer alojamento de suínos em estrados para digestão, contudo, cuidados devem ser exercidos para assegurar que o componente de indicador não seja reciclado através de coprofagia. Amostras coletadas são processadas da mesma forma que para coleta total. Adicionando-se apenas as análises químicas para a concentração do componente

de indicador nas fezes e alimento. A digestibilidade é calculada da seguinte forma (ADEOLA, 2001):

$$\% \text{ Digestibilidade} = 100 - \left\{ 100 \times \left(\frac{\text{concentração do componente de indicador no alimento}}{\text{concentração do componente de indicador nas fezes}} \times \frac{\text{concentração do componente nas fezes}}{\text{concentração do componente no alimento}} \right) \right\}$$

2.8 APROXIMAÇÃO DIRETA E POR DIFERENÇA (INDIRETA)

A digestibilidade de um componente de uma matéria-prima testada é determinada tanto pela determinação direta quanto pela diferença (indireta). Na determinação direta, a dieta é formulada de tal forma que todo o componente de interesse é ministrado sozinho. Em outras palavras, nenhuma outra matéria-prima na dieta (exceto a matéria-prima testada) fornece o componente. Dietas formuladas dessa forma são oferecidas a suínos e a digestibilidade do componente é determinada usando tanto a coleta total quanto os métodos de indicador descritos acima (ADEOLA, 2001).

Em alguns casos de avaliação de matérias-primas, a matéria-prima testada não pode ser fornecida por um período de tempo longo o bastante para determinar a digestibilidade do componente de interesse. Também, pode ser impossível, com o componente disponível, formular a dieta com a matéria-prima testada isolada e suplementar todos os componentes de interesse. As dietas são então formuladas em conjunto com outras matérias-primas que também suplementam o componente de interesse. Estas dietas são oferecidas a suínos em estudos de digestibilidade que usam tanto a coleta total quanto os métodos de indicador descritos acima (ADEOLA, 2001). Porém já que não é só a matéria-prima testada que suplementa o componente de interesse da dieta, a digestibilidade do componente de interesse é calculada usando o método da diferença (determinação indireta). A digestibilidade determinada usando a diferença assume que as matérias-primas suplementando o mesmo componente na dieta total não interagem uma com a outra para melhorar ou deprimir a digestibilidade daquele componente, ex: não existem efeitos associativos

entre matérias-primas suplementando o mesmo componente na dieta total.

Um de três métodos é freqüentemente utilizado na determinação por diferença. Um método é fornecer uma dieta basal para um grupo de suínos e determinar a digestibilidade desta dieta basal. Simultaneamente, outro grupo de suínos é alimentado com uma dieta basal mais uma quantidade conhecida do alimento testado e para determinar a digestibilidade da mistura. A digestibilidade do componente no alimento testado é calculado como segue:

$$\text{Digestibilidade do componente testada no alimento, } A, \% = 100 \times \left\{ \frac{(T \times t) - (B \times b)}{a} \right\}$$

Onde: T é a % de digestibilidade do componente na dieta total (dieta basal mais o alimento testado); t é a quantidade do componente na dieta total consumida (dieta basal mais o alimento testado); B é a % de digestibilidade do componente na dieta basal; b é a quantidade do componente na dieta basal consumida; e a é a quantidade do componente no alimento testado adicionado a dieta basal $t=b+a$. A digestibilidade da dieta basal, B , e a dieta total (dieta basal mais o alimento testado), T , são determinados usando tanto o método de coleta total ou o De indicador descritos acima.

Outro método é fornecer uma dieta basal para um grupo de suínos e simultaneamente alimentar outro grupo de suínos com uma dieta que tem uma proporção da dieta basal substituída pelo alimento testado. A digestibilidade do componente no alimento testado é calculado da seguinte forma:

$$\text{Digestibilidade do componente testada no alimento, } A, \% = 100 \times \left\{ \frac{(T_x \times T_p) - (B_x \times B_p)}{A_p} \right\}$$

Onde: A , T e B são definidos como acima: B_p é a proporção, %, do componente na dieta total contribuída pela dieta basal; A_p é a proporção, %, do componente na dieta total contribuído pelo alimento testado; $T_p = B_p + A_p = 100\%$. Novamente, as digestibilidades B e T são determinados usando tanto o método de coleta total ou o De indicador descritos.

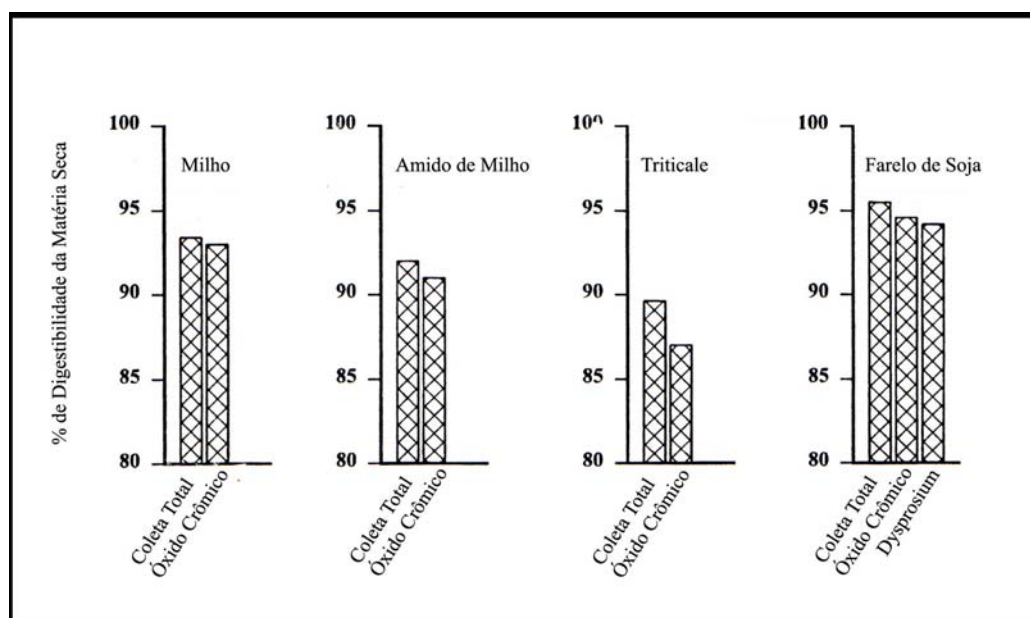
Um terceiro método é fornecer uma dieta basal para um grupo de suínos e simultaneamente alimentar outro grupo de suínos com dietas que possuam pelo menos duas proporções do componente na dieta basal substituído pelo alimento testado. Regressão da digestibilidade do componente contra proporções do componente substituído e extrapolação para 100% de substituição é utilizada para estimar a digestibilidade. Existe sempre o perigo de extrapolação fora da variação dos níveis de substituição testados e os erros associados são inversamente

relacionados com o nível da dieta basal substituída pelo alimento testado.

2.9 COLETA TOTAL VERSUS MÉTODO DE INDICADOR

O uso de métodos de indicador para determinar a digestibilidade evita a necessidade de registros quantitativos da ingestão de alimento e excreção fecal. A questão então é se ambos os métodos de determinação fornecem valores similares. Esta questão foi direcionada nos experimentos reportados por JORGENSEN et al. (1984), ADEOLA et al. (1986), JAGGER et al. (1992), MROZ et al. (1996) e THOMPSON & WISEMAN (1998). Para dietas compostas por milho, amido ou farinha de soja, o uso de óxido crômico como componente de indicador forneceu valores de digestibilidade da matéria seca similares aos obtidos pela coleta total (Figura 1).

FIGURA 1 - COMPARAÇÃO DA COLETA TOTAL E DO MÉTODO DE INDICADOR NA DETERMINAÇÃO DA DIGESTIBILIDADE DA MATÉRIA SECA DE ALIMENTOS PARA SUÍNOS. OS DADOS DO TRITICALE E DO MILHO FORAM OBTIDOS DE ADEOLA et al. (1986a) E O AMIDO DE MILHO E FARINHA DE SOJA DE JORGENSEN et al. (1984)



Para farinha de soja, disprósio como componente de indicador também

forneceu valores de digestibilidade da matéria seca similares aos da dieta total. Porém, nas dietas compostas de triticales, o óxido de cromo como componente de indicador, os valores de digestibilidade foram subestimados (Figura 1).

O uso de óxido de cromo como indicador também subestimou a digestibilidade energética comparada com a coleta total em uma dieta composta de triticales (Figura 2). Para uma dieta de milho ou alimento completo (trigo, farinha de soja e farinha de peixe), o uso de óxido crômico ou óxido de titânio como componentes de indicador forneceram valores similares da digestibilidade energética que a coleta total (Figura 2). Como mostra a Figura 3, a coleta total e os métodos de indicador forneceram valores similares para digestibilidade do nitrogênio exceto para óxido de cromo em dietas compostas de triticales e disprósio em dietas compostas de farinha de soja como única fonte de nitrogênio. O triticales herda as características aderentes de seu parente centeio, em produzir digesta viscosa. Por esse motivo, o óxido crômico pode não se misturar uniformemente com a digesta a medida que ela passa através do trato digestivo, o que poderia contar para a baixa estimativa da digestibilidade relativa a coleta total. Pelo que vimos anteriormente, parece que a natureza do alimento tem conseqüências importantes na escolha do uso de métodos de indicador (usando óxido de cromo) ou coleta total.

FIGURA 2 - COMPARAÇÃO DA COLETA TOTAL E DO MÉTODO DE INDICADOR NA DETERMINAÇÃO DA ENERGIA DIGESTÍVEL DE ALIMENTOS PARA SUÍNOS. OS DADOS DO TRITICALE E DO MILHO FORAM PEGOS DO ADEOLA et al. (1986a) E RAÇÃO COMPLETA DE THOMPSON & WISEMAN (1998)

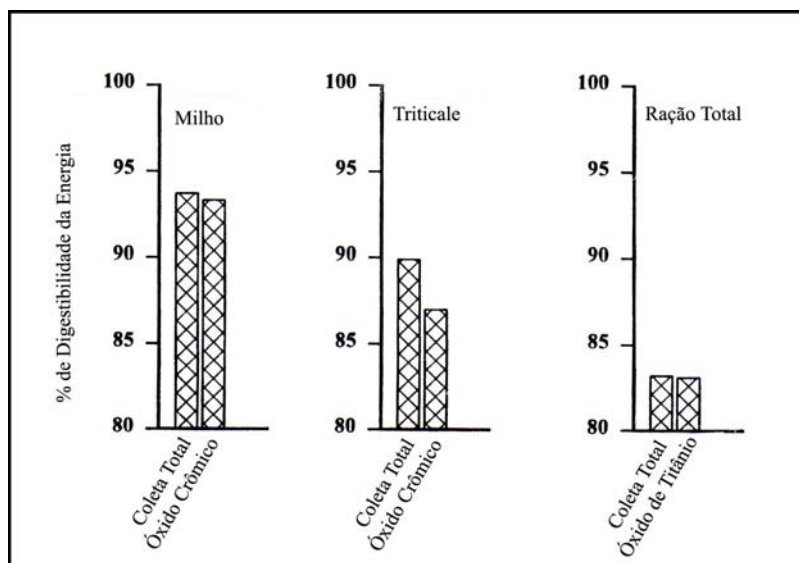
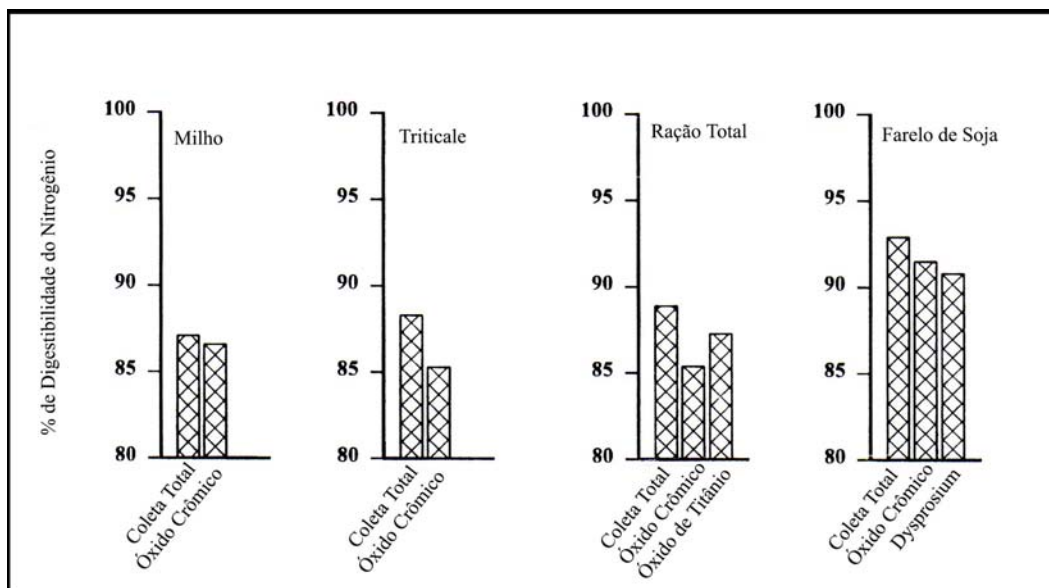


FIGURA 3 - COMPARAÇÃO DA COLETA TOTAL E DO MÉTODO DE INDICADOR NA DETERMINAÇÃO DA DIGESTIBILIDADE DO NITROGÊNIO DE ALIMENTOS PARA SUÍNOS. OS DADOS DO TRITICALE E DO MILHO FORAM OBTIDOS DO ADEOLA et al. (1986a), RAÇÃO COMPLETA DE JAGGER et al. (1992) E FARINHA DE SOJA DE JORGENSEN et al. (1984)



3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 LOCAL

O experimento foi realizado nas dependências da Fazenda Nossa Senhora da Conceição no município de Bateias, Estado do Paraná. Propriedade leiteira com média de 371 animais em lactação.

3.2 ANIMAIS E MANEJO

Foram utilizados nove bezerros da raça Holandesa, com idade de quatro dias de vida e peso médio de 40 kg, sendo escolhidos aleatoriamente três animais para constituir as repetições experimentais (três por tratamento, dois tratamentos). Cada animal com três avaliações consecutivas em dias sucessivos constituindo 9 parcelas por dieta (três animais com três parcelas por animal para cada dieta).

Os animais permaneceram em gaiolas metabólicas (1x1,5) equipadas com balde recebendo água a vontade. As coletas de fezes e urina foram realizadas uma vez ao dia. Receberam duas alimentações diárias as 8 e 16:30 horas, através de mamadeira. Os bezerros que não mamaram receberam a dieta através de sonda esofágica.

Durante os primeiros quatro dias de vida, os animais receberam colostro através de mamadeira, em torno de 3,5 litros por dia, sendo que do segundo dia de vida em diante foi acrescido 8g de óxido de cromo para garantir sete dias de consumo do marcador externo.

Os primeiros quatro a sete dias de fornecimento da dieta foram para adaptação dos animais às dietas e para preenchimento do trato gastrintestinal com a dieta experimental.

A colheita de fezes e urina foi feita durante três dias, mesmo período utilizado por RAMOS et al., 2003, em seu trabalho com monogástricos da espécie eqüina. Para a colheita de fezes foram utilizados coletores de fezes e para a colheita de urina baldes plásticos. As fezes foram pesadas e então homogeneizadas para a amostragem de 40% do total, com 24 horas de intervalo entre uma colheita e outra. A seguir os volumes foram guardados em bolsas plásticas, previamente identificados, sob congelamento (15°C negativos), para posterior determinação de

sua PB e umidade.

A coleta das fezes foi realizada com bolsas especiais de couro durante os três dias consecutivos. As fezes foram homogeneizadas e pesadas, tomando-se uma alíquota de 10%, seca em estufa a 65°C durante 72 horas, moídas e acondicionadas em bolsas plásticas para posteriores análises. Para matéria seca definitiva as amostras foram colocadas em estufa a 105°C durante três horas.

O nitrogênio das fontes protéicas foi medido usando o método Kjeldahl e os dados foram expressos com base na proteína bruta usando o fator de conversão 6,25.

Para a coleta da urina diária total, foram adaptadas, as gaiolas metabólicas, baldes plásticos contendo 50ml de HCl 1:1, para coleta total de urina, realizada a cada 24 horas, nos mesmos períodos da coleta total de fezes. Após cada coleta a urina foi pesada, tomando-se alíquotas de 5%, acondicionadas em frasco de plástico e refrigeradas para posteriores análises.

A consistência fecal foi medida por escore qualitativo uma vez ao dia, utilizando-se a escala: 1) consistência fecal normal, 2) consistência fecal levemente líquida, 3) consistência fecal moderadamente líquida e 4) consistência fecal primariamente líquida (diarréia severa).

As temperaturas retais foram determinadas quando o escore foi >1. Se a temperatura retal fosse maior que 39,4°C os bezerros receberiam tratamento antibiótico e reposição eletrolítica (QUIGLEY et al., 2002).

3.3 DIETAS EXPERIMENTAIS

As dietas foram constituídas de 100g de proteína bruta, 10g de sais, 28g de complexo vitamínico e 8g de óxido de cromo. A quantidade de proteína bruta foi determinada de acordo com os requerimentos para um ganho de 300g/dia para um animal de 40kg de PV (NRC, 2001). Estes ingredientes constituíram as dietas cuja variação foi à fonte de proteína; D₁: dieta com protenose e D₂: dieta com soja micronizada (Tabela 3).

Uma dieta isenta de proteína (DIP) foi fornecida para o cálculo da digestibilidade verdadeira. Esta se constituiu de 100g de gordura vegetal, 250g de carboidrato, 10g de sais, 8g de óxido de cromo e 28g de complexo vitamínico

(Tabela 3). Esta dieta foi formulada para conter 2,0 Mcal de energia metabolizável (EM), quantidade necessária para um ganho de 200g/dia para um bezerro de 40 kg.

TABELA 3 - COMPOSIÇÃO E NÍVEL DE NUTRIENTES (GRAMAS) DOS INGREDIENTES PARA CADA UMA DAS DIETAS EXPERIMENTAIS

Ingredientes	Diets Experimentais		
	D ₁	D ₂	DIP
Protenose (g)	162	-	-
Soja micronizada (g)	-	250	-
Maltodextrina (g)	-	-	263
Sais minerais (g)	10	10	10
Complexo vitamínico (g)	28	28	28
Óxido de cromo (g)	8	8	8
Óleo de soja (g)	-	-	100
Lecitina de soja (g)	-	-	2
MS (%)	9	12,7	9
Quantidade (g)	179	381	268
PB (g)	100	0	100
N (g)	16	0	16
V (g)	28	28	28
SH ^f	10	10	10
EE ^d (g)	4	100	4
EM ^e (Mcal/dia)	0,59	1,95	0,80

^a D₁: dieta com protenose;

^b DIP: dieta isenta de proteína;

^c D₂: dieta com soja micronizada;

^d EE: extrato etéreo calculado a partir das tabelas do NRC (2001);

^e EM: energia metabolizável calculada a partir das tabelas de NUNES (1998) e do NRC (2001);

^f SH: sais hidratantes.

3.5 COLHEITA PARA O MÉTODO DE INDICADOR

Foram fornecidos 8g de óxido de cromo puríssimo (Cr₂O₃) da marca VETEC por animal/dia misturados a dieta líquida, durante um período de sete dias pré-coleta e nos três dias de coleta. O óxido de cromo utilizado apresentava teor de pureza mínimo de 99%.

As concentrações de cromo nas fezes foram determinadas por

espectrofotometria de absorção atômica nas amostras colhidas. As digestões foram realizadas no laboratório de Nutrição Animal (LANA) do Departamento de Zootecnia da UNESP, Campus de Jaboticabal e as leituras realizadas no Laboratório Central, segundo a técnica descrita por WILLIAMS et al. (1962).

Para calcular a eficiência de recuperação do indicador foi utilizada a fórmula citada por RAMOS (2003) que pode ser observada abaixo:

$$ERI = \frac{IF_g}{IC_g}$$

Onde:

ERI é a eficiência de recuperação do indicador;

IF_g é a presença do indicador nas fezes em gramas (g);

IC_g é a presença do indicador no alimento consumido em gramas (g).

3.6 ANÁLISE QUÍMICO-BROMATOLÓGICA

As amostras de fezes e as matérias-primas foram analisadas para proteína bruta em aparelho Kjeldahl e para matéria seca definitiva, em estufa a 105°C durante três horas. A urina foi analisada para proteína bruta em aparelho Kjeldahl.

As fezes foram homogeneizadas, retirando-se uma alíquota, seca em estufa a 65°C e posteriormente moída em moedor *FRITSCH pulverisette 14* para um tamanho de partícula de 0,5mm.

A urina também foi homogeneizada, retirando-se uma alíquota de 5ml.

Nos alimentos, fezes e urina foram determinados: matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) segundo os métodos descritos no *Laboratory Procedures in Animal Nutrition Research A&M*, da divisão de Agricultura da Universidade do Texas e do *Research and Extension Center A&M*, da cidade de Amarillo, Texas. Estas análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal do Paraná.

3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso com parcelas

subdivididas. As parcelas foram constituídas de um animal com três avaliações em dias sucessivos, sendo utilizados três animais por dieta. As subparcelas foram constituídas pelos dois métodos de avaliação, testados em cada animal. O programa utilizado foi o SANEST.

Para o estudo da digestibilidade aparente do nitrogênio comparado com a digestibilidade verdadeira do nitrogênio o delineamento foi inteiramente ao acaso com três repetições (animais) sendo efetuadas três coletas em dias sucessivos, para cada animal. Os tratamentos foram a dieta 1, a base de protenose e a dieta 2 a base de soja micronizada.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS DE COLETA TOTAL E COM MARCADORES

A Tabela 4 mostra os valores do coeficiente de digestibilidade aparente do nitrogênio obtidos através do método de coleta total e do método de indicador.

TABELA 4 - COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE APARENTE DO N ATRAVÉS DOS MÉTODOS DE INDICADOR E COLETA TOTAL

Dieta	Coeficiente de Digestibilidade Aparente pelo Método	
	Coleta Total	Indicador Externo Cr ₂ O ₃
1	20,29 a A	-23,15 a B
2	23,88 a A	-81,94 b B

Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem pelo teste F ao nível de 5%.

A média do coeficiente de digestibilidade aparente da dieta 1 não diferiu da média do coeficiente de digestibilidade da dieta 2 pelo teste F ($p > 0,05$) pelo método da coleta total. Já pelo método de indicador externo utilizando o óxido crômico, a média do coeficiente de digestibilidade aparente da dieta 1 diferiu da média do coeficiente de digestibilidade da dieta 2 ($p < 0,05$).

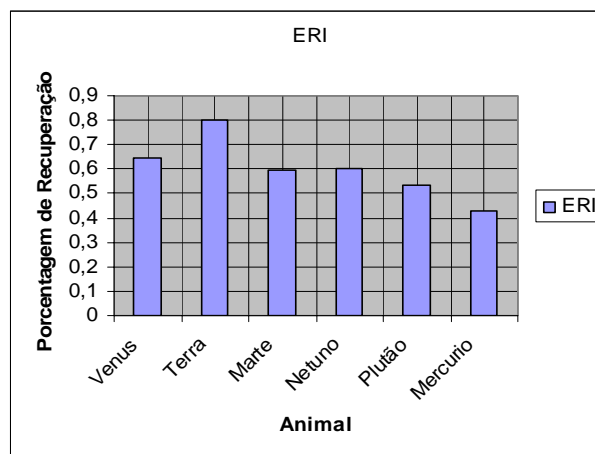
O método da coleta total diferiu do método de indicador externo utilizando óxido crômico pelo teste F na determinação da digestibilidade aparente das dietas ($p < 0,05$).

Problemas comuns associados ao método de indicador incluem perdas na recuperação advindas da administração (CHURCH, 1988) e excreção irregular em relação a digesta (CUDDERFORD & HUGHES, 1990). O presente trabalho apresentou grandes perdas na recuperação advindas da administração, devido ao fornecimento com mamadeiras, o que ocasionou grande perda de indicador externo pela grande aderência na superfície e bico das mesmas. A concentração do indicador não foi mensurada na ração e sim presumida. RAMOS (2003) também utilizou a porcentagem presumida em seu ensaio com eqüinos.

JORGENSEN et al. (1984), ADEOLA et al. (1986), JAGGER et al. (1992), MORZ et al. (1996) e THOMPSON e WISEMAN (1998) utilizando dietas compostas por milho, amido de milho ou farelo de soja, encontraram valores de digestibilidade da matéria seca similares para o método de indicador usando óxido crômico, comparado ao método de coleta total. Porém para dietas compostas por triticales, o óxido crômico subestimou a digestibilidade da matéria seca. Quanto a digestibilidade do nitrogênio, a coleta total e o método de indicador (óxido crômico) forneceram resultados similares exceto para dietas compostas por triticales. Em dietas compostas por farelo de soja como única fonte protéica, o marcador externo disprosium também não obteve resultados similares aos da coleta total. Parece que existe a necessidade de se conhecer a natureza do alimento antes de escolher o uso do método de indicador ou os métodos de coleta total (ADEOLA, 2001).

A eficiência de recuperação do indicador foi baixa para ambas as dietas, como podemos observar na Figura 4.

FIGURA 4 - PORCENTAGEM DE EFICIÊNCIA DE RECUPERAÇÃO DO INDICADOR (ERI) POR ANIMAL



As médias da eficiência de recuperação do indicador foram de 68,18 e 52,28, para as dietas 1 e 2 respectivamente. Ao contrário dos resultados obtidos através da coleta total, a dieta 2 teve menor digestibilidade do que a dieta 1, uma possível explicação pode ser o fato da eficiência de recuperação ter sido bem menor para a dieta 2 do que para a dieta 1. OETTING (2002) em seu trabalho com suínos também obteve uma média de recuperação do indicador baixa de 58,22 para o indicador

óxido crômico pela técnica nuclear de fluorescência de raios X por dispersão de energia e um coeficiente de variação de 13,50. RAMOS (2003) em seu trabalho com equínos reportou um valor da média de recuperação do indicador de 73,22 e um coeficiente de variação de 14,21 usando a técnica de colorimetria.

Vários fatores influenciam na porcentagem de recuperação do indicador (taxa ou eficiência de recuperação do indicador), como por exemplo, tempo de adaptação, período de coleta, quantidade de indicador na ração (presumida ou analisada), método de administração e teor de pureza do óxido de cromo.

Quanto ao tempo de adaptação, SCHIAVON et al. (1996) encontraram um aumento progressivo na porcentagem de recuperação do cromo nas fezes de 90,4 a 100,3% de recuperação com o aumento do período de sete para 28 dias de adaptação.

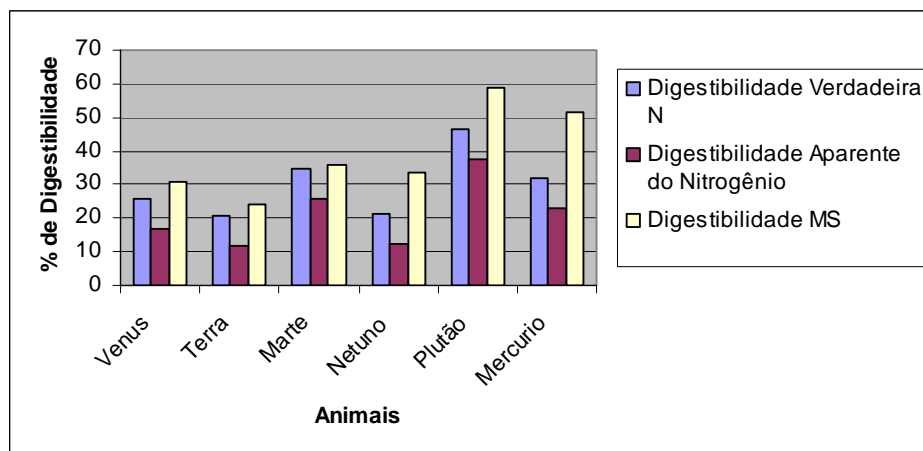
O período de coleta também pode influenciar a porcentagem de recuperação do marcador nas fezes. BAKER & JONGBLOED (1994) observaram que um aumento do período de coleta de três para dez dias não resultou em diferenças estatísticas entre as porcentagens de recuperação de cromo nas fezes ($P > 0,05$), porém encontraram uma redução de 10% no coeficiente de variação.

RAMOS (2003), em seu trabalho com equínos, citou que ao embrulhar o indicador óxido de cromo em papel comum, pode-se influenciar negativamente a taxa de recuperação, uma vez que, uma parcela deste indicador fica aderida ao papel, e outra aderida ao cocho de alvenaria. CHURCH (1988) e CUDDERFORD & HUGHES (1990) enfatizam que as perdas advindas da administração e a excreção irregular são problemas comuns em ensaios de digestibilidade utilizando esse indicador.

4.2 COMPARAÇÃO DOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE APARENTE E VERDADEIRA DO NITROGENIO

O gráfico com as médias dos valores de digestibilidade verdadeira e aparente do nitrogênio e da matéria seca por animal, está representado na Figura 5.

FIGURA 5 - PORCENTAGENS MÉDIAS DE DIGESTIBILIDADE VERDADEIRA DO NITROGÊNIO E APARENTE DO NITROGÊNIO E DA MATÉRIA SECA (MS), POR ANIMAL



* Os animais Vênus, Terra e Marte receberam a dieta 1 e os animais Netuno, Plutão e Mercúrio a dieta 2.

TABELA 5 - COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE APARENTE E VERDADEIRA DO NITROGÊNIO DAS DIETAS PELO MÉTODO DA COLETA TOTAL

DIETA	Coeficientes de Digestibilidade Aparente e Verdadeira do Nitrogênio	
	DAN ^a	DVN ^b
1	20,29 a A	29,21 a B
2	23,88 a A	32,77 a B

Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem pelo teste F a nível de 5%.

A média do coeficiente de digestibilidade aparente do N da dieta 1 não diferiu da média do coeficiente de digestibilidade da dieta 2 pelo teste F ($p > 0,05$) pelo método da coleta total. Já, a média do coeficiente de digestibilidade aparente da dieta 1 diferiu da média do coeficiente de digestibilidade verdadeira da mesma ($p < 0,05$). O mesmo ocorrendo com o coeficiente de digestibilidade aparente da dieta 2 que também diferiu do coeficiente de digestibilidade verdadeira da dieta 2.

Os valores de digestibilidade aparente do nitrogênio encontrados foram muito baixos quando comparados com outros valores da literatura. NÖRNBERG & PEIXOTO (1988) observaram que a digestibilidade aparente da proteína foi de 70,8 %, quando substituíram 20% do leite desnatado em pó por concentrado protéico de

soja (CPS). Foram encontradas diferenças nos primeiros períodos (1-6 semanas), mas não nos últimos ou no período total (7-16 e 1-16 semanas). Segundo o NRC (2001), o período mais crítico é o das primeiras três semanas de vida, durante o período no qual o sistema digestivo dos bezerros é imaturo porém desenvolvendo-se rapidamente devido às secreções digestivas e a atividade enzimática.

Sabe-se também que as proteínas de origem vegetal são menos digestíveis para bezerros nas primeiras semanas de vida do que as de origem animal (BUSH et al., 1992; LALLES et al., 1996; LOPES et al., 1998). Bezerros alimentados com preparações à base de proteína de soja demonstram piores ganhos de peso comparados com bezerros alimentados com proteínas do leite (NITSAN et al., 1971; BEYNEN & VEM GILS, 1983; LALLES et al., 1995; XU et al., 1997).

YUANGKLANG et al. (2004) estudaram sucedâneos do leite contendo em média 10% (*air dry matter*) de caseína com alta e baixa concentração de cálcio e 10% (*air dry matter*) de proteína isolada de soja com alta e baixa concentração de cálcio. Encontraram valores de digestibilidade aparente da matéria seca de 96,6% para sucedâneo do leite a base de caseína contendo baixa concentração de cálcio; 95,2% para sucedâneo do leite a base de caseína contendo alta concentração de cálcio; 95,3% para sucedâneo do leite a base de proteína de soja isolada contendo baixa concentração de cálcio e 95,2% para sucedâneo do leite a base de proteína de soja isolada contendo alta concentração de cálcio.

A caseína do leite tem propriedade única de se coagular no abomaso, na presença de renina (BANYS et al., 2001). Quando alimentados como substitutos do leite, contendo fontes protéicas não-lácteas, há redução na secreção pancreática de tripsina e quimotripsina (TERNOUTH & ROY, 1978), em razão de essas proteínas não apresentarem coagulação adequada. Os baixos valores de digestibilidade aparente do N encontrados neste estudo se devem a má coagulação destas matérias-primas no abomaso nas primeiras semanas de vida. Segundo LUCCI (1989), citado por MODESTO et al. (2002) o melhoramento da coagulação dos sucedâneos do leite, no abomaso de bezerros jovens, pela quimosina propiciou melhor eficiência da digestão e da absorção dos nutrientes.

Novos trabalhos, com bezerros nas primeiras semanas de vida utilizando marcadores internos e externos são necessários para melhor avaliar o uso de indicadores e mais fontes protéicas devem ter suas digestibilidades determinadas para melhorar a qualidade das rações iniciadoras de bezerros e sucedâneos do leite.

5 CONCLUSÕES

Com bases nas condições em que este trabalho foi desenvolvido e segundo o modelo de avaliação efetuado, o indicador externo óxido crômico mostrou ser inadequado para estimar a digestibilidade aparente da proteína das dietas fornecidas, ambas apresentando coeficientes de digestibilidade muito baixos em animais muito jovens.

A digestibilidade aparente do nitrogênio diferiu significativamente da digestibilidade verdadeira do nitrogênio ($p < 0,05$).

6 IMPLICAÇÕES

Até onde sabemos, este é o primeiro trabalho de bezerros alimentados com fontes de proteína puras, soja micronizada e protenose, nas primeiras duas semanas de vida. Segundo CHURCH (1988) o uso de dietas puras tem permitido que compreendamos os requerimentos para a maioria dos nutrientes essenciais de forma mais completa e a grande vantagem é que o nutricionista tem um maior controle do que exatamente o animal esta consumindo. Existe grande interação entre os diversos ingredientes da dieta, XU et al. (1997) reportaram que o baixo ganho de peso de bezerros alimentados com proteína da soja, se deve pelo menos em parte, a diminuição da digestibilidade da gordura. YUANGKLANG et al. (2004) estudaram sucedâneos do leite com altas e baixas quantidades de cálcio, contendo caseína ou proteína de soja isolada e encontraram pela primeira vez que a proteína isolada de soja versus a caseína diminuiu a digestibilidade da gordura e aumentou a excreção fecal de ácidos biliares em bezerros. BEYNEN & VAN GILS, (1983) explicaram que esta menor digestibilidade da gordura induzida pela proteína da soja foi atribuída a diminuição da coagulação no abomaso levando a uma maior passagem da gordura e VAN KEMPEN & HUISMAN (1991) atribuíram esta menor digestibilidade da gordura aos fatores antinutricionais causando dano à mucosa intestinal. A alta quantidade ingerida de cálcio mostrou diminuir a digestibilidade da gordura e aumentar a excreção de ácidos biliares em bezerros, o que pode ser explicado pela formação de sedimento extra de fosfato de cálcio ao invés da formação de ácidos graxos saponificados ligados ao cálcio (BEYNEN et al., 2002).

Vários trabalhos demonstraram a interação dos componentes da dieta sobre a digestibilidade de cada componente. Porém para poder avaliar melhor a influencia de um componente sobre a digestibilidade do outro é importante conhecer a digestibilidade do componente isoladamente. Este trabalho teve o intuito de ser o pioneiro neste tipo de determinação para bezerros.

Em termos de formulação, provavelmente é melhor escolher fontes protéicas alternativas que sejam levemente menos digestíveis, mas que interajam menos com o intestino, para minimizar as perdas endógenas de proteína no íleo (MONTAGNE et al., 2001).

Segundo ALVES & LIZIERE (2001) outro aspecto que deve ser levado em conta em sucedâneos de leite para vitelos é o seu conteúdo de ferro, que necessita ser baixo. A disponibilidade de ferro pode diferir marcadamente entre as diferentes fontes de proteína. WERDEN et al. (1977, 1978) citados por ALVES & LIZIERE (2001), demonstraram que a disponibilidade de ferro em produtos de peixe é alta e em concentrado de soja, baixa. Segundo os autores, é possível reduzir a disponibilidade do ferro nestes alimentos, utilizando agentes especiais, como o EDTA. Este é um dos motivos pela escolha de soja ao invés de peixe.

REFERÊNCIAS

ADEOLA, O. **Digestion and balance techniques in pigs**, SWINE NUTRITION 2nd Edition. 903-915. 2001.

ADEOLA, O.; YOUNG, L. G.; MACMILLAN, E. G.; MORAN, E. T. Comparative availability of aminoacids in OAC *Wintri triticales* and corn for pigs. **J. Dairy Sci.** 63: 1986.

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The nutrient requirements of ruminants livestock**. Inglaterra: Commonwealth Agricultural Bureaux, 351, 1980.

AGRONET, 2002. **Soro do leite na alimentação de bezerras**. Disponível em: www.agronet.com.br. Acesso em: 12 novembro 2004.

ALVES, P. A. M; LIZIERE, R. S. Teste de um sucedâneo na produção de vitelos. **Rev. Bras. Zootec**, v.30, n 3, p. 817. 2001.

ANDERSON, K. L.; NAGARAJA, T. G.; MORRIL, J .L.; AVERY, T. B.; GALITZER, S. J.; BOYER, J. E. Ruminal microbial development in conventionally or early weaned calves. **J. Animal Sci.** 64:1215. 1987.

ANDRIGUETTO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, I.; FLEMING, J.S.; GEMAEL, A. ; SOUZA, G.A.; BONA FILHO, A. **Nutrição Animal**. 3^a edição. Volume 2 Editora Nobel p. 54. 1986.

ARIELI, A.; SCHRAMA, J. W.; VAN DER HEL, W.; VERSTEGEN, M. W. Development of metabolic partitioning of energy in young calves. **J. Dairy Sci.** 78: 1154. 1995.

ARTHUR, D. **The determination of chromium in animal feed and excreta by atomic absorption spectrophotometri**. Can Spect , 15: 134,1970.

BAKER, G.C; JONGBLOED, A.W. The effects of housing system on apparent digestibility in pigs, using the classical and marker (chromic oxide, acid insoluble ash) techniques, in relation to dietary composition. **J. Sci Food and Agriculture**, 64: 107. 1994.

BANYS, V.L; PAIVA, P.C.A.; CARDOSO, R.M.; ABREU, L.R.; PEREZ, J.R.O.; ASSIS, A.G. Viabilidade do uso da proteína texturizada de soja como ingrediente em sucedâneo de leite para bezerros. **Cienc. Agrotec.**, Lavras, v.25, n.3, p.667. 2001.

BERK, Z. **Technology of production of edible flours and protein products from soybeans**. *FAO Agricultural Services Bulletin 97*, Organização de Agricultura e Alimentos das Nações Unidas, BOLETIM 97:p.85. 1992.

BEYNEN, A. C., VAN GILS, L. G. M. **Postprandial changes in the levels of lipids, glucose, urea and nonprotein nitrogen in the serum of veal calves fed milk replacers containing either skim-milk powder or soybean protein concentrate.** *Z. Tierphysiol. Tierernährg. Futtermittelkde.* 49:49. 1983.

BIONDI, P.; SCOTT, W.N.; FREITAS, E.A.N. Criação e produção de bovinos machos de raças leiteiras para o corte. *Zootecnia*, 22(4):281. 1984.

BLAXTER, K. L.; WOOD, W.A. 1951. The nutrition of the young Ayrshire calf. *Br. J. Nutr.* 5: 55.

BUSH, R. S.; TOULLEC, R.; CAUGANT, I.; GUILLOTEAU, P. Effects of raw pea flower on nutrient digestibility and immune responses in the preruminant calf. *J. Dairy Sci.* 75:3539.1992.

CATHERMAN, D. R. Evaluation of dried whole egg and egg components in calf milk replacers. *J. Dairy Sci.* 8: **Suppl** 1: 307. 2002.

CHURCH, D. C. **The Ruminant Animal Digestive Physiology and nutrition.** Prentice Hall, New Jersey. 182. 1988.

COLVIN, B. M.; RAMSEY, H. A. Soy flour in milk replacers for young calves. *J. Dairy Sci.* 51: 898. 1968.

CUDDERFORD, D.; HUGHES, D. A. Comparison between chromium mordanted hay and acid insoluble ash to determine apparent digestibility of a chaffed, molassed hay/straw mixture. *Equine Vet. Journal.* 22:122. 1990

CUNNINGHAM, H. M.; BRISSON, G. J. The endogenous urinary and metabolic fecal nitrogen excretions of newborn dairy calves. *J. Animal. Sci.* 37: 152. 1957.

DAVIS, C. L.; CLARK, J. Ruminant Digestion and Metabolism. *Dev. Ind. Microbiol.* 22:247. 1981.

DAVIS, C.L.; DRACKLEY, J.K. **The development, nutrition and management of the young calf .** Iowa State University Press, Ames, Iowa. 1998.

DONNELLY, P. E.; HUTTON, J. B. Effects of dietary protein and energy on the growth of Friesian bull calves. Food intake, growth and protein requirements. *J. Agric. Res.* 19: 289. 1976a.

DONNELLY, P. E.; HUTTON, J. B. Effects of dietary protein and energy on the growth of Friesian bull calves. Effects of level of feed intake and dietary protein content on body composition. *J. Agric. Res.* 19: 409. 1976b.

DUVAUX, C.; GUILLOTEAU, P.; TOULLEC, R.; SISSONS, J.W. A new method of estimating the proportions of different proteins in a mixture using amino acid profiles: application to undigested proteins in the pre ruminant calf. *Ann Zootech* (Paris) 39:9. 1990.

ENSMINGER, M.E.; OLDFIELD, J.E.; HEINEMANN, W.W. **Feeds Nutrition Digest** 2ª edição. Editora Clovis p. 458. 1990

FLOSS, E. L.; BOIN, C.; CARVALHO, M. P.; PALHANO, A. L.; SOARES FILHO, C.V.; PREMAZZI, L. M. **Composição e digestibilidade das forragens das silagens produzidas em quatro estágios de maturação.** Boletim da Indústria Animal, Nova Odessa, SP, v. 62, n. 1, p. 35-43, 2005.

FULLER, M. F.; CADENHEAD, A. **The preservation of feces and urine to prevent losses of energy and nitrogen during metabolism experiments.** In energy Metabolism of farm animals. BLAXTER, K.L.; KIELANOWSKI, J.; THORBEEK, G. Ed. Oriel Press. Newcastle-upon-tyne, Inglaterra, 455. 1965.

FULLER, M. F.; REEDS, P. J. Nitrogen cycling in the gut. **Annual Review of Nutrition.** 18:385. 1998.

GALYEAN M.L. WEST TEXAS A & M University, Division of Agriculture and TEXAS A & M RESEARCH AND EXTENSION CENTER, Amarillo. **Laboratory Procedures in Animal Nutrition Research.** P. 65. 1997.

GOMES, I. P.; PEIXOTO, R. R. Extrato de soja e gordura de frango em dietas líquidas artificiais e farelo de arroz desengordurado na alimentação de terneiros desaleitados precocemente. **R. Soc.Bras. Zoot.**, v.11, n.1, p.24-37. 1982.

HEINRICHS, A. J., S. J. WELLS, and W. C. LOSINGER. A study on the use of milk replacers for dairy calves in the United States. **J. Dairy Sci.** 78:2831. 1995.

HUBER, J. T. Development of the digestive and the metabolic apparatus of the calf. **J. Dairy Sci.** 52:1303. 1969.

HUBER, J. T.; CAMPOS, O. F. Enzymatic hydrolysate of fish, spray dried fish soluble, and soybean protein concentrate in milk replacers for calves. **J. Dairy Sci.** 65: 2351. 1982.

JAGGER, S.; WISEMAN, J.; COLE, D. J. A.; CRAIGON, J. Evaluation of inert markers for the determination of ileal and fecal apparent digestibility values in the pig. **Br. J. Nutr.** 68:729. 1992.

JASTER, E. H.; MACCOY, C. C.; FERNANDO, R. L. Dietary fat in milk or milk replacers for Young calves raised in hutches during winter. **J. Dairy Sci.** 73: 1843. 1990.

JENNY, B. F.; MILLS, S. E.; JOHNSTON, W. E.; O'DELL, G. D. Effects of fluid intake and dry matter concentration on scours and water intake in calves fed once daily. **J. Dairy Sci.** 61: 765. 1978.

JORGENSEN, H.; SAUER, W. C.; THACKER, P. A. Aminoacid availabilities in soybean meal, fish meal and meat and bone meal fed to growing pigs. **J. Anim. Sci.** 58: 926. 1984.

KANJANAPRUTHIPONG, J. Supplementation of milk replacers containing soy protein with threonine, methionine and lysine in the diet of calves. **Journal of Dairy Science,** Kampaengsaem (Thailand), 81: 2912. 1998.

KENNELLY, J. J.; AHERNE, F. X.; APPS, M. J. Dysprosium as an inert marker for swine digestibility studies. **Can. J. Animal Sci.** 60:441. 1980.

KERTZ, A.F.; REUTZEL, L. F.; MAHONEY, J. H. Ad libitum water intake by neonatal calves and its relationship to calf started intake, weight gain, fecal score and season. **J. Dairy Sci.** 76: 2964. 1984.

KHORASANI, G. R.; OZIMEK, L.; SAUER, W. C. Substitution of milk protein with isolated soy protein in calf milk replacers. **J. Anim. Sci.** 67: 1634. 1989.

KUEHN, C. S.; OTTERBY, D. E.; LINN, J. G.; OLSON, W. G.; CHESTER-JONES, H.; MARX, G. D.; BARMORE, J. A. The effects of dietary energy concentration on calf performance. **J. Dairy Sci.** 77: 2621. 1994.

LALLES, J. P. **Nutritional and Antinutritional aspects of soybean and field pea proteins used in veal calf production.** Livestock Prod. Sci.34: 181. 1993.

LALLES, J. P.; TOULLEC, R.; PARDAL, P. B.; SISSONS, J. W. Hydrolyzed soya protein isolate sustains high nutritional performance in veal calves. **J. Dairy Sci.** 78:194.1995.

LALLES, J. P.; TUKUR, H. M.; TOULLEC, R.; MILLER, B. G. Analytical criteria for predicting apparent digestibility of soybean protein in preruminant calves. **J. Dairy Sci.** 79:475. 1996.

LEHNINGER, A.L. **Biochemistry.** Second Edition. Worth Publishers, INC. 1975.

LIZIEIRE, R. S.; CAMPOS, O. F.; OLIVEIRA, J. S. Uso de abrigos como alternativas para os bezerreiros convencionais. **Rev. Soc. Bras. Zoot.** 21:954. 1992.

LOPES, J. N. P.; CAMPOS, O. F.; LEÃO, M. I.; VALADARES, S. C.; LIZIEIRE, R. S. CECON, P. R. Efeito de dietas líquidas a base de leite integral e, ou, subprodutos de soja sobre algumas características relacionadas a digestão, em bezerros. **R. Bras. Zootec.** 27:603. 1998.

LUCCI, C. S. **Bovinos Leiteiros Jovens: nutrição, manejo e doenças.** Nobel, 371. 1989.

MATOS, L. L.; RODRIGUES, A.A. Desaleitamento precoce de bezerros. **Rev. Criadores.** 52:6-12. 1983.

MODESTO, E. C.; MANCIO, A. B.; MENIN, E.; CECON, P. R.; DETMANN, E. Desempenho Produtivo de Bezerros Desmamados Precocemente Alimentados com Diferentes Dietas Líquidas com Utilização de Promotor de Crescimento 1. **R. Bras. Zootec.**, 31, n.1, p.429. 2002.

MONTAGNE, L.; TOULLEC, R.; LALLES, J. P. Intestinal digestion of dietary and endogenous protein along the small intestine of calves fed soybean or potato. **J. Animal Sci.** 79:2719. 2001.

MROZ, Z.; BAKKER, C. M.; JONGBLOED, A. W.; VAN BEERS, A. Apparent digestibility of nutrients in diets with different energy density, as estimated by direct and marker methods for pigs with or without ileo-cecal cannulas. **J. Animal Sci.** 74: 403. 1996.

NITSAN, Z.; VOLCANI, R.; GORDIN, S. HASDAI, A. Growth and nutrient utilization by calves fed milk replacers containing milk or soybean protein concentrate heated to various degrees. **J. Dairy Sci.** 54: 1294. 1971

NÖRNBERG, M.F.B.L.; PEIXOTO, R.R. Valor do ESCOL R-200 como substituto parcial da proteína do leite natural para terneiros desaleitados precocemente. **Rev. Soc. Brasileira de Zootecnia**, v.17, n.1, p.49. 1988.

NUNES, I.J. **Nutrição Animal Básica**. Ed. FEP-MVZ. 2ª Edição p.109. 1998.

NUTRIENT REQUIREMENTS OF DAIRY CATTLE: Seventh revised Edition. **Nutrient Requirements of the young calf**, p.214. 2001.

OETTING, L.L. **Avaliação de diferentes marcadores para a determinação da digestibilidade e taxa de passagem do alimento em suínos**. Dissertação USP, Piracicaba. 2002.

OKAMOTO, M.; ROBINSON, J. B.; CHRISTOPHERSON, R. J.; YOUNG, B.A. Summit metabolism of newborn calves with and without colostrums feeding. **Can. J. Animal Sci.** 66:937. 1986.

ORSKOV, E. R. **Protein Nutrition in ruminants**. Aberdeen: Academic Press, p.175. 1992.

ORSKOV, E. R. Reflex closure of the esophageal groove and its potential application in ruminant nutrition. **J. Animal Sci.** 2:169. 1972.

ORTIGUES, L.; MARTIN, M.; VERMOREL, M.; ANGLARET, Y. Energy cost of standing and circadian changes in energy expenditure in the pre ruminant calf. **J. Animal Sci.** 72:2131. 1994.

POND, W. G.; POND, K. R.; ELLIS, W. C.; MATIS, J. H. Markers for estimating digesta flow in pigs and the effects of dietary fiber. **J. Animal Sci.** 63:1140. 1986.

QUIGLEY, J. 1997. Nota #23: **Soy protein in milk replacers**. Disponível em: <http://www.calfnotes.com>. Acesso em: 31 junho 2002.

QUIGLEY, J. 1998. Nota # 33: **Measures of milk replace quality**. Disponível em: <http://www.calfnotes.com>. Acesso em: 31 junho 2002.

QUIGLEY, J. 1999. Nota # 53: **Milk replacers ingredients and labels**. Disponível em <http://www.calfnotes.com>. Acesso em: 3 agosto 2002.

QUIGLEY, J. D. Influence of weaning methods on growth, intake, and selected blood metabolites in Jersey calves. **J. Dairy Sci.** 79:2255. 1996.

QUIGLEY, J. D.; KOST, C. J.; ANSPACH, T. M. Effects of spray-dried animal plasma in milk replacers or additives containing serum on growth and health of calves. **J. Dairy Sci.** 85:413. 2002.

QUIGLEY, J. D.; SCHWAB, C. G.; HYLTON, W. E. Development of rumen function in calves: nature of protein reaching the abomasums. **J. Dairy Sci.** 68: 694. 1985

RAMOS, S. C. **Comparação de diferentes indicadores com método de coleta total para determinação da digestibilidade aparente de dietas para eqüinos.** Pirassununga. Dissertação de Mestrado USP. 2003.

RICHERT, B. T.; HANDCOCK, J. D.; HINES, R. H.; BURTON, K.S. Use of whey protein concentrate, dried buttermilk and porcine plasma protein to replace dried skim milk in diets for weanling pigs. **Journal Animal Sci.** 70: 231. (Suppl. 1) 1992.

ROY, J. H. Protein in milk replacers for calves. **J. Sci. Food. Agric.** 21: 346. 1970.

ROY, J. H.; HUFFMAN; REINEKE, E. P. The basal metabolism of the newborn calf. **Br. J. Nutr.** 11:373. 1957.

RUTHERFURD, S.; MOUGHAN, P. Guanidination of lysine in selected dietary proteins. **Journal Agri. Food Chem.** 38: 209. 1990.

SCHIAVON, S.; RAMANZIN, M.; BITTANTE, G.; GALLO, L. Comparison between total collection and chromic oxide techniques for evaluation of pig apparent digestibility with different diets and different adaptation and collection periods. **Zootecnia e Nutrizione Animale.** 22:23. 1996.

SCHINGOETHE, D. J.; CASPER, D. P.; DRACKLEY, J.K.; LUDENS, F.C. Increased solids intake and feeding frequency for calves in hutches during cold weather. **J. Dairy Sci.** 60: 1063. 1986.

SCHRAMA, J. W. **Energy metabolism of the young unadaptated calves.** Tese de Doutorado do Departamento de Agropecuária e Nutrição Animal, Wageningen, Países Baixos. Universidade Agropecuária de Wageningen. 1993.

SCHRAMA, J. W.; VAN DER HEL, W.; ARIELI, A.; VERSTEGEN, W. A. Alteration of energy metabolism of calves fed below maintenance during 6 to 14 days of age. **J. Animal Sci.** 70: 2527. 1992.

SCIBILIN, L. S.; MULLER, R. S.; KENSINGER, R. S.; SWEENEY, T. F. SHELLENBERGER, P. R. Effects of environmental temperature and dietary fat on growth and physiological responses of newborn calves. **J. Dairy Sci.** 70: 1426. 1987.

SEEGRABER, F. J.; MORRIL, J.L. Effects of soy protein on intestinal absorptive ability of calves by the xylose absorption test. **J. Dairy Sci.** 62: 972. 1979.

SILVA, A. G., J. T. HUBER, and R. M. DEGREGORIO. Influence of substituting two types of soybean protein for milk protein on gain and utilization of milk replacers in calves. **J. Dairy Sci.** 69:172. 1986.

SILVA, J. F. C.; CAMPOS, J.; CONRAD, J. H. Uso do óxido crômico na determinação da digestibilidade. **Experientiae**. 8:1. 1968

STOBO, I. J. F. Rumen Development in the calf. **Br. J. Nutr.** 20:171. 1966.

STOBO, I. J. F., ROY, J. H. B.; GANDERTON, P. The effect of changes in concentration of dry matter, and of fat and protein in milk substitute diets for veal calves. **The Journal of Agricultural Sci.** 93: 95. 1979.

STORRY, J. E.; FORD, G. D. Some factors affecting the post clotting development of coagulum strength in renneted milk. **Journal Dairy Research.** 49: 469. 1982.

TANKSLEY, T. D., KNABE, D. A. **Ileal digestibilities of amino acids in pig feeds and their use in formulating diets.** p.75 in Recent Advances in Animal Nutrition, W. Haresign and D. J. A. Cole, eds. London: Butterworth. 1984

TERNOUTH, J. H.; ROY, J. H. B. Concurrent studies of the flow of digesta in the duodenum and of exocrine pancreatic secretion in calves. **British Journal of Nutrition.** 40: 553. 1978.

TERNOUTH, J. H.; STOBO, I. J. F.; ROY, J. H. B.; BEATTIC, A. W. The effects of milk substitute concentration upon intake, digestion and growth of calves. **Anim. Prod.** 41: 151-159. 1985.

TEROSKY, T. L.; HEINRICHS, A. J.; WILSON, L.L. A comparison of milk protein sources in diets of calves up to eight weeks age. **Journal Dairy Sci.** 80: 2977.1997

TERUI, H.; MORRIL, J.L.; HIGGINS, J.J. Evaluation of wheat gluten in milk replacers and calf starters. **Journal Dairy Sci.** 79: 1261. 1996.

THOMPSON, J. E.; WISEMAN, J. Comparisons between titanium dioxide as an inert marker and total collection in the determination of digestibility of components in diets fed to pigs. **Brit. Soc. Anim. Sci.** 1998.

TOMKINS, T.; SOWINSKI, J. S.; KEITH, N. K. Growth and performance of male Holstein calves fed milk replacers with different rates of replacement and different sources of non-milk protein (including modified wheat protein, soy protein concentrate, animal plasma, and combinations thereof). **Journal Animal Sci.** 72:296. Supp. 1. 1994.

TYLER, H. D.; ENSMINGER, M.E. **Dairy Cattle Science.** Fourth Edition. Volume 1. Editora Pearson Prentice Hall. p. 215. 2005

USDA APHIS, 1998. A GUIDE TO MODERN CALF MILK REPLACERS. Disponível em: <http://www.aphis.usda.gov>. Acesso em: 24 agosto 2002.

VERMOREL, M.; DARDILLAT, C.; VERNAT, J.; SAIDO, R.; DEMIGNE, C. Energy metabolism and thermoregulation in the newborn calf. **Ann. Rech. Vet.** 14:382. 1983.

WEBSTER, A. J. F.; GORDON, J. G.; MACGREGOR, R. The cold tolerance of beef and dairy type calves in the first weeks of life. **Anim. Prod.** 26: 85. 1978.

WILLIAMS, C. H.; DAVID, D. J.; IISMA, O. The determination of chromic oxide in feces samples by atomic absorption spectrophotometry. **J. Agric. Sci.** 59: 381. 1962.

WILLIAMS, P. E.; FROST, J. A. Feeding the young Ruminant. **Br. Soc. Animal Prod.** 15:109. 1992

XU, C.; WENSING, T. VAN DER MEER, R.; BEYNEN, A.C. Mechanisms explaining why dietary soya protein versus skim milk protein lowers fat digestion in veal calves. **Livest. Prod. Sci.** 52: 219. 1997

YUANGKLANG, C.; WENSING, T.; VAN DER BROEK, L.; JITTAKHOT, S.; BEYNEN, A. C. Fat digestion in veal calves fed milk replacers low or high in calcium and containing either casein or soy protein isolate. **J. Dairy Sci.** 87: 1051. 2004.

APENDICE

DIGESTIBILIDADE APARENTE DO NITROGENIO

Os valores do coeficiente de digestibilidade aparente do nitrogênio encontrados pelo método de indicador tiveram grande variação de animal para animal recebendo a mesma dieta, como podemos ver na Tabela 1 .

TABELA 1 -MÉDIA DA DIGESTIBILIDADE APARENTE DO NITROGÊNIO POR ANIMAL PELO MÉTODO DE INDICADOR EXTERNO ÓXIDO DE CROMO PARA AS DIETAS 1, 2 E MÉDIA POR DIETA

Animais (%)	Digestibilidade Aparente do Nitrogênio	
	D ₁ ^a	D ₂ ^b
Vênus	- 35,14	-
Terra	- 9,86	-
Marte	- 24,45	-
Netuno	-	- 58,76
Plutão	-	- 116,16
Mercúrio	-	- 94,72
Média	- 23,15	- 81,94
DP ^c	12,69	29,00

^a D₁: dieta com protenose;

^b D₂: dieta com soja micronizada;

^c DP: desvio padrão.

Os cálculos dos coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes obtidos pela técnica de indicadores foram realizados segundo a descrição de CHURCH (1988) através da seguinte fórmula:

$$CDNA = 100 - 100 (A \cdot B)$$

Onde: CDNA é o coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes; A é a concentração do indicador No alimento dividido pela concentração do indicador nas fezes (%MS) e B é a concentração do componente nas fezes dividido pela concentração do componente no alimento (%MS). O componente no caso é o nitrogênio em gramas por dia.

A Tabela 2 a seguir mostra os dados referentes à eficiência de recuperação do indicador por animal e o desvio padrão.

TABELA 2 - PORCENTAGEM DE EFICIÊNCIA DE RECUPERAÇÃO DO INDICADOR PARA CADA ANIMAL PARA AS DIETAS 1 E 2 E O DESVIO PADRÃO

Animais (%)	Eficiência de Recuperação do Indicador (ERI)	
	D ₁ ^a	D ₂ ^b
Vênus	64,77	-
Terra	79,90	-
Marte	59,89	-
Netuno	-	60,31
Plutão	-	53,54*
Mercúrio	-	42,99
Média	68,18	52,28
DP ^c	10,43	8,72

^a D₁: dieta com protenose;

^b D₂: dieta com soja micronizada;

^c DP: desvio padrão;

*Valor obtido com coleta de dois dias, período insuficiente, portanto não utilizado na média.

COLETA TOTAL DE FEZES

A análise bromatológica das amostras de fezes dos nove animais encontra-se nas Tabelas 3, 4 e 5.

TABELA 3 - ANÁLISE DE MATÉRIA SECA (MS), PROTEÍNA BRUTA (PB) E NITROGÊNIO (N) DAS FEZES OBTIDAS NO ENSAIO DE DIGESTIBILIDADE COM BEZERROS NAS PRIMEIRAS SEMANAS DE VIDA PARA A DIETA 1

Animal	Dieta	MS(%)	PB(%)	N(%)
Vênus	1	20,25	67,06	10,73
Terra	1	25,57	64,94	10,39
Marte	1	24,44	65,12	10,42
Média		23,42	65,70	10,51
DP ^a		2,80	1,17	0,19

^aDP: desvio padrão.

TABELA 4 - ANÁLISE DE MATÉRIA SECA (MS) E PROTEÍNA BRUTA (PB) DAS FEZES OBTIDAS NO ENSAIO DE DIGESTIBILIDADE COM BEZERROS NAS PRIMEIRAS SEMANAS DE VIDA PARA A DIETA ISENTA DE PROTEÍNA (DIP)

Animal	Dieta	MS(%)	PB(%)	N(%)
Júpiter	DIP	10,84	9,69	1,55
Saturno	DIP	16,54	6,62	1,06
Urano	DIP	10,17	15,12	2,42
Média		12,51	10,47	1,68
DP ^a		3,50	4,30	0,69

^aDP: desvio padrão.

TABELA 5 - ANÁLISE DE MATÉRIA SECA (MS) E PROTEÍNA BRUTA (PB) DAS FEZES OBTIDAS NO ENSAIO DE DIGESTIBILIDADE COM BEZERROS NAS PRIMEIRAS SEMANAS DE VIDA PARA A DIETA 2

Animal	Dieta	MS(%)	PB(%)	N(%)
Netuno	2	20,88	49,25	7,88
Plutão	2	17,06	56,75	9,08
Mercúrio	2	20,77	59,00	9,44
Média		19,57	55,00	8,80
DP ^a		2,17	5,10	0,82

^aDP: desvio padrão.

A partir da quantidade do nutriente consumido e das fezes excretadas durante os três dias de coleta, calcularam-se os valores de digestibilidade aparente do nitrogênio e matéria seca para o método da coleta total de fezes.

DIGESTIBILIDADE APARENTE DO NITROGÊNIO

Os dados referentes as digestibilidades aparentes do nitrogênio estão apresentados na Tabela 5. A digestibilidade aparente do nitrogênio foi em média maior para a dieta 2 do que para a dieta 1. A média foi 20,29% para a dieta 1 e 23,88% para a dieta 2. O desvio padrão foi de 7,99% para a dieta 1, protenose e 12,72% para a dieta 2, soja. Esta grande variação no desvio padrão da dieta 2 se

deve a média do animal Netuno ter sido consideravelmente mais baixa do que a dos outros, e na dieta 1 devido ao animal Terra também ter apresentado uma média menor. O peso vivo ao nascer foi maior que o dos outros ($\pm 30\%$) e o alimento foi fornecido através de sonda esofágica ao contrario dos outros que receberam a dieta através de mamadeira.

TABELA 6 - VALORES MÉDIOS DE DIGESTIBILIDADE APARENTE DO NITROGÊNIO POR ANIMAL-DIETA E MÉDIA DAS DIETAS PELO MÉTODO DA COLETA TOTAL

Animais (%)	Digestibilidade Aparente do Nitrogênio	
	D ₁ ^a	D ₂ ^b
Vênus	15,21	-
Terra	16,15	-
Marte	29,50	-
Netuno	-	11,98
Plutão	-	37,29
Mercúrio	-	22,36
Média	20,29	23,88
DP ^c	7,99	12,72

^a D₁: dieta com protenose;

^b D₂: dieta com soja micronizada;

^c DP: desvio padrão.

DIGESTIBILIDADE APARENTE DA MATÉRIA SECA

A média do coeficiente de digestibilidade aparente da dieta 1 não diferiu da média do coeficiente de digestibilidade da dieta 2 pelo teste F a nível de 1% pelo método da coleta total.

TABELA 7 - VALORES MÉDIOS DE DIGESTIBILIDADE APARENTE DA MATÉRIA SECA (MS) POR ANIMAL-DIETA E MÉDIA DAS DIETAS

Animais (%)	Digestibilidade Aparente da MS	
	D ₁ ^a	D ₂ ^b
Vênus	28,71	-
Terra	28,00	-
Marte	39,50	-
Netuno	-	33,53
Plutão	-	58,79
Mercúrio	-	50,85
Média	32,07	47,72
DP ^c	6,44	12,91

^a D₁: dieta com protenose;

^b D₂: dieta com soja micronizada;

^c DP: desvio padrão.

DIGESTIBILIDADE VERDADEIRA DO NITROGÊNIO

Os dados referentes a digestibilidade verdadeira do nitrogênio estão apresentados na Tabela 8.

TABELA 8 - VALORES MÉDIOS DE DIGESTIBILIDADE APARENTE DO NITROGÊNIO POR ANIMAL - DIETA E MÉDIA DAS DIETAS

Animais (%)	Digestibilidade Aparente do Nitrogênio	
	D ₁ ^a	D ₂ ^b
Vênus	15,21	-
Terra	16,15	-
Marte	29,50	-
Netuno	-	11,98
Plutão	-	37,29
Mercúrio	-	22,36
Média	20,29	23,88
DP ^c	7,99	12,72

^a D₁: dieta com protenose;

^b D₂: dieta com soja micronizada;

^c DP: desvio padrão.

A média do coeficiente de digestibilidade aparente do nitrogênio da dieta 1 não diferiu da média do coeficiente de digestibilidade da dieta 2 pelo teste F a nível de 1% pelo método da coleta total.

TABELA 9 - VALORES MÉDIOS DE DIGESTIBILIDADE VERDADEIRA DO NITROGÊNIO POR ANIMAL PARA CADA DIETA

Animais (%)	Digestibilidade Verdadeira do Nitrogênio	
	D ₁ ^a	D ₂ ^b
Vênus	24,13	-
Terra	25,07	-
Marte	38,42	-
Netuno	-	20,90
Plutão	-	46,21
Mercúrio	-	31,28
Média	29,20	32,79
DP ^c	7,99	12,72

^a D₁: dieta com protenose;

^b D₂: dieta com soja micronizada;

^c DP: desvio padrão.

A média do coeficiente de digestibilidade verdadeira do nitrogênio da dieta 1 não diferiu da média do coeficiente de digestibilidade da dieta 2 pelo teste F a nível de 1% pelo método da coleta total.

BALANÇO DE NITROGÊNIO

A partir da quantidade do nutriente consumido, fezes excretadas e urina excretada durante os três dias de coleta, calcularam-se os valores do balanço do nitrogênio e matéria seca para o método da coleta total de fezes.

A Tabela 10 apresenta os valores numéricos do balanço de nitrogênio por animal para as dietas 1 e 2, e as médias de cada dieta, respectivamente.

TABELA 10 - VALORES MÉDIOS DO BALANÇO DE NITROGÊNIO

Animais	Balanço de Nitrogênio	
	D ₁ ^a	D ₂ ^b
Vênus (g/dia)	-5,53	-
Terra (g/dia)	-3,75	-
Marte (g/dia)	-6,11	-
Netuno (g/dia)	-	-8,13
Plutão (g/dia)	-	-12,92*
Mercúrio (g/dia)	-	-4,23
Média (g/dia)	-5,13	-8,42
DP ^c (%)	1,23	4,35

^a D₁: dieta com protenose;

^b D₂: dieta com soja micronizada;

^c DP: desvio padrão;

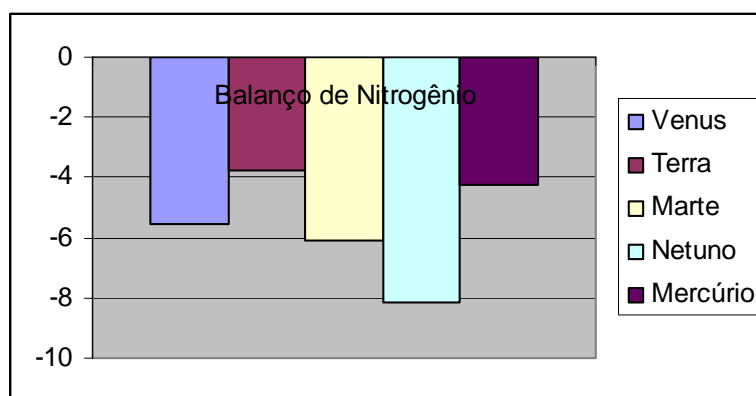
* Valor obtido com um só dia de coleta, insuficiente.

O balanço de nitrogênio é uma estimativa da diferença entre a ingestão e a excreção corporal de nitrogênio. Se o valor de excreção for maior do que o de ingestão o balanço de nitrogênio é negativo. Quando os aminoácidos são utilizados como fonte de energia, perdem seus grupos amina e permanecem com os esqueletos de carbono que tem dois destinos principais: conversão a glucose no processo de gliconeogênese ou oxidação a CO₂ via ciclo do ácido tricarbílico (LEHNINGER, 1975). Todas as médias foram negativas, Figura 6, o que indica insuficiência de componentes na dieta para atender os processos metabólicos. Como as dietas 1 e 2 eram ricas em proteínas (62,15 e 40,15%) e pobres em extrato etéreo e carboidratos, a insuficiência de outras fontes de energia foi compensada através da gliconeogênese. A dieta 1 forneceu 0,59 Mcal/dia de energia metabolizável (EM), valor menor do que o mínimo para a manutenção para os pesos destes animais que seria de 1,59 Mcal/dia de EM (NRC, 2001). A dieta 2 forneceu 0,80 Mcal/dia de EM, valor menor que o mínimo para a manutenção de 1,59 Mcal/dia de EM (NRC, 2001). A proteína nas dietas foi fixada pela quantidade de proteína necessária para um ganho de 300g por dia de peso vivo (NRC, 2001). A Figura 6 apresenta os valores médios do balanço de nitrogênio em gramas por dia por animal.

O desvio padrão encontrado para a dieta um foi 1,23% e para a dieta dois foi 4,35%, ambos valores altos. FLOSS et al. (2005) em seu estudo com ovinos machos

de um ano de idade recebendo silagem de aveia produzida com a forragem colhida em 4 diferentes estágios de maturação *ad libitum*, também encontrou coeficiente de variação extremamente alto devido à ocorrência de balanço de nitrogênio negativo em 33% das observações, o desvio padrão encontrado por ele foi de 24,24. A eficiência de retenção do nitrogênio absorvido tendeu a aumentar com o avanço do estágio de maturação.

FIGURA 1 - VALORES MÉDIOS OBTIDOS PARA O BALANÇO DE NITROGÊNIO (g/dia), POR ANIMAL



* Os animais Vênus, Terra e Marte receberam a dieta 1 e os animais Netuno e Mercúrio a dieta 2.

A dieta 2 foi constituída de 0,80 Mcal/dia de EM enquanto a dieta 1 contve 0,59 Mcal/dia. Mesmo que a dieta 2 tenha se aproximado mais do valor de energia metabolizavel para a manutenção de 1,59 Mcal/dia, o balanço de nitrogênio foi mais negativo do que o da dieta 1. Uma explicação pode ser a maior quantidade de matéria seca na dieta 2, com soja micronizada, do que na dieta 1, com protenose. Segundo SEVE & HENRY (1996), citado por MONTAGNE et al. (2001), as perdas endógenas basais não específicas estão associadas ao funcionamento normal do intestino e são independentes da composição da dieta mas variam com a ingestão de matéria seca.

Quanto à dieta isenta de proteína, na qual já se esperava um balanço de nitrogênio negativo, os valores encontrados estão na Tabela 7.

TABELA 11 - VALORES MÉDIOS DO BALANÇO DE NITROGÊNIO PARA CADA ANIMAL E MÉDIA DO BALANÇO PARA A DIP

Animais	Balanço de Nitrogênio DIP*
Júpiter (g/dia)	-9,99
Saturno (g/dia)	-7,34
Urano (g/dia)	-8,22
Média DIP (g/dia)	-8,52
DP (%)	1,35

*DIP: dieta isenta de proteína.

Quanto à quantidade ingerida de MS, a dieta isenta de proteína foi a de maior quantidade, o que pode ser observado na Tabela 8.

TABELA 12 - VALORES MÉDIOS DO BALANÇO DE NITROGÊNIO PARA AS DIETAS 1, 2 E DIP E AS PORCENTAGENS DE MATÉRIA SECA (MS) DE FORNECIMENTO E A 65°C

	Balanço de Nitrogênio		
	D₁	DIP	D₂
MS% Fornecimento (g/dia)	179,00	381,00	268,00
MS% 65°C (g)	167,50	356,92	253,50
BN (g/dia)	-5,13	-8,52	-8,51

D₁: dieta com protenose;

DIP: dieta isenta de proteína;

D₂: dieta com soja micronizada.

TECNICA OPERATÓRIA DE IMPLANTAÇÃO DE FISTULA ILEAL EM BEZERROS NAS PRIMEIRAS SEMANAS DE VIDA

Na primeira parte do trabalho foram realizadas cirurgias de implantação de fistula ileais. Estas cirurgias não foram utilizadas no trabalho.

As cirurgias foram realizadas no Hospital Veterinário da UFPR com dois bezerros lactentes da raça holandesa com 10 dias de vida e peso médio de 40 kg. Após a indução e anestesia com xilazina (0,1 mg/kg), cetamina (5 mg/kg) e lidocaína (6 mg/kg), os animais foram contidos em decúbito lateral esquerdo para tricotomia, anti-sepsia e incisão paracostal do flanco direito, 10 cm caudo-ventral ao último arco

costal. Na cirurgia 1 foi realizada sutura em bolsa de tabaco, seromuscular, na região do íleo a ser incisada, e após incisão e introdução da cânula foi tensionada a sutura em bolsa; pontos Wolff foram necessários para aproximar as bordas da ferida à cânula. Na cirurgia 2 foi feita a incisão, introdução da cânula e sutura em bolsa de tabaco ao seu redor, seguida de outra sutura em bolsa. Nas duas cirurgias, a cânula foi exteriorizada pela incisão realizada na diérese e os músculos abdominais suturados em dois planos: o primeiro, padrão Wolff no peritônio e no transversal abdominal, e o segundo, padrão Sultan no oblíquo interno e externo, ancorado no primeiro plano. Para as suturas no íleo, peritônio e musculatura foi usado fio Vicryl® 2/0. Na pele foi realizada sutura interrompida simples com fio mononáilon 1. No pós-operatório, os bezerros receberam antibióticos, anti-espasmódicos e analgésico, além de curativos diários com soluções de iodo na ferida cirúrgica. Na cirurgia 1, após jejum de vinte horas, a luz intestinal reduziu dificultando os procedimentos; na cirurgia 2, com jejum de sete horas, a luz ficou maior, facilitando a manipulação, a incisão e a introdução da cânula. A sutura em bolsa de tabaco no íleo antes da incisão, realizada na cirurgia 1, dificultou a colocação da cânula e aproximação das bordas, e 48 horas após a cirurgia, o bezerro foi a óbito por extravasamento de digesta para a cavidade abdominal. A realização de duas suturas em bolsa de tabaco na cirurgia 2 favoreceu a justaposição das bordas do íleo à cânula e o bezerro recuperou-se bem. A enteropexia e uma segunda incisão para exteriorizar a cânula não foram realizadas e não se mostraram necessárias. Não houve obstrução ou dificuldade relacionada às dimensões da cânula, no entanto a dieta era líquida e pobre em fibra. A cânula foi mantida por 51 dias, sem sinais de desconforto ou danos à saúde ou bem estar do bezerro, sugerindo que o tempo de permanência poderia ser estendido.