



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**DIGESTIBILIDADE IN VITRO DE FORRAGEIRAS DO SEMI-ÁRIDO  
UTILIZANDO INÓCULO CECAL DE AVESTRUZES**

**MÁRIO CARDOSO DE ALBUQUERQUE NETO**

**MOSSORÓ-RN  
DEZEMBRO 2008**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

MÁRIO CARDOSO DE ALBUQUERQUE NETO

DIGESTIBILIDADE IN VITRO DE FORRAGEIRAS DO SEMI-ÁRIDO UTILIZANDO  
INÓCULO CECAL DE AVESTRUZES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

ORIENTADOR:

ALEX MARTINS VARELA DE ARRUDA

MOSSORÓ-RN  
DEZEMBRO 2008

Ficha catalográfica preparada pelo setor de classificação e catalogação da  
Biblioteca “Orlando Teixeira” da UFERSA

A345d	Albuquerque Neto, Mário Cardoso de. Digestibilidade in vitro de forrageiras do Semi-Árido utilizando inóculo cecal de avestruzes / Mário Cardoso de Albuquerque Neto. -- Mossoró, 2008. 61f.  Dissertação (Mestrado em Ciência Animal). Pró-Reitoria de Ensino e Pós-Graduação. Orientador: Prof. Dr. Alex Martins Varela de Arruda.  1. <i>Struhio camelus</i> . 2.Digestibilidade in vitro. 3.Leguminosas. I.Título.  CDD: 636.694
-------	---

Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva

CRB15 120

MÁRIO CARDOSO DE ALBUQUERQUE NETO

DIGESTIBILIDADE IN VITRO DE FORRAGEIRAS DO SEMI-ÁRIDO UTILIZANDO  
INÓCULO CECAL DE AVESTRUZES

Dissertação Aprovado pela Comissão Examinadora em: 18 de dezembro de 2008.

Comissão Examinadora:

---

Prof. Dr. Alex Martins Varela de Arruda  
Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Orientador

---

Prof. Dr. Adriano Henrique do Nascimento Rangel  
Universidade Federal Rural do Semi-Árido

---

Prof. Dr. Carlos Bôa-Viagem Rabello  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

MOSSORÓ-RN  
DEZEMBRO 2008

A Deus e a todos aqueles que me incentivaram a mais esta realização.

**Dedico**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecimentos aos professores e colegas do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

Agradecimentos ao professor orientador Alex Varela pelo apreço, atenção e paciência para comigo durante todos estes meses em que trabalhamos juntos.

Agradecimentos a equipe gerencial e funcionários do abatedouro - frigorífico Multicarnes Ltda, Maracanaú-CE, pela colaboração na cedência e coleta do conteúdo cecal dos avestruzes.

Agradecimentos aos professores, alunos e funcionários do Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal do Ceará, onde realizamos várias etapas do experimento.

Agradecimentos aos professores participantes da banca examinadora pela disponibilidade e contribuições para o engrandecimento deste trabalho de pesquisa.

## SUMÁRIO

	Página
<i>Lista de Tabelas</i> .....	VIII
<i>Lista de Figuras</i> .....	IX
<i>Resumo Geral</i> .....	X
<i>Abstract</i> .....	XII
<i>Introdução</i> .....	14
<b><i>Revisão de Literatura</i></b>	
<i>Nutrição de Avestruzes</i> .....	19
<i>Fisiologia da Digestão</i> .....	19
<i>Recomendações Nutricionais</i> .....	20
<i>Digestibilidade In Vitro dos Alimentos</i> .....	23
<i>FORAGEIRAS DO SEMI-ÁRIDO NORDESTINO</i> .....	26
<b><i>Literatura Citada</i></b> .....	29
<b><i>Capítulo I</i></b>	
<i>Digestibilidade In Vitro da Jitirana utilizando Inóculo Cecal de Avestruzes</i> .....	35
<i>Resumo</i> .....	35
<i>Abstract</i> .....	36
<i>Introdução</i> .....	37
<i>Material e Métodos</i> .....	39
<i>Resultados e Discussão</i> .....	43
<i>Conclusões</i> .....	46
<i>Literatura Citada</i> .....	46
<b><i>Capítulo II</i></b>	
<i>Digestibilidade In Vitro de Leguminosas do Semi-Árido utilizando Inóculo Cecal de Avestruzes</i> .....	49
<i>Resumo</i> .....	49
<i>Abstract</i> .....	50
<i>Introdução</i> .....	51
<i>Material e Métodos</i> .....	52
<i>Resultados e Discussão</i> .....	58
<i>Conclusões</i> .....	61
<i>Literatura Citada</i> .....	61

## LISTA DE TABELAS

Página

**Capítulo I**

Tabela 1. Composição químico-bromatológica da jitirana ( <i>Merremia aegyptiae</i> ) <i>in natura</i> (JIN) ou feno (JFE) em diferentes idades de corte (IC) em dias .....	39
Tabela 2. Valores médios de digestibilidade <i>in vitro</i> para matéria seca (DIVMS), proteína bruta (DIVPB), proteína insolúvel em detergente neutro (DIVPIDN), fibra em detergente neutro (DIVFDN) e fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (DIVFDNcp) .....	40

**Capítulo II**

Tabela 1. Composição Químico-Bromatológica dos fenos de Alfafa (FAL), Cunhã (CUN), Leucena (LEU), Sabiá (SAB), Canafístula (CAN) e Mata-Pasto (MAT) .....	53
Tabela 2. Médias da digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS), proteína bruta (DIVPB), proteína insolúvel em detergente neutro (DIVPIDN), fibra em detergente neutro (DIVFDN) e fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (DIVFDNcp) para os fenos de Alfafa (FAL), Cunhã (CUN), Leucena (LEU), Sabiá (SAB), Canafístula (CAN) e Mata-Pasto (MAT) .....	54

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Abate dos avestruzes (a)

Figura 2. Abate dos avestruzes (b)

Figura 3. Evisceração dos avestruzes

Figura 4. Trato doestório dos avestruzes

Figura 5. Coleta do material cecal

Figura 6. Filtragem e armazenamento do conteúdo cecal

Figura 7. Incubação do material

Figura 8. Borbulhamento com CO<sub>2</sub> para incubação das amostras

Figura 9. Amostra do material incubado

## RESUMO GERAL

O avestruz caracteriza-se como animal herbívoro não-ruminante de ceco funcional, apresenta a característica de simbiose microbiana no trato digestório, o que permite digerir a fração fibrosa das dietas com satisfatória eficiência, expressando tal particularidade no melhor aproveitamento dos produtos do processo digestório, principalmente energia e proteína. Neste contexto, as forragens representam uma ampla variabilidade de alimentos que permitem a obtenção de produtos de origem animal com os custos mais baixos. No entanto, a diversidade de forragens significa ao mesmo tempo oportunidades e desafios para a utilização destes nas dietas. Diante disto, é crescente a demanda por estudos que demonstrem quais seriam as melhores forrageiras e em qual estágio de maturação vegetativa revelam melhor eficiência alimentar em dietas de avestruzes, especialmente no uso das espécies disponíveis aos sistemas de produção do semi-árido nordestino, promovendo-se estudos de avaliação de programas de alimentação através dos métodos biológicos, como aqueles que empregam técnicas laboratoriais baseados em microorganismos do trato digestório, gerando informações valiosas com menor ônus e labor em relação aos estudos a campo.

O estudo desenvolvido no primeiro capítulo deste trabalho objetivou avaliar a digestibilidade *in vitro* da jitirana usando inóculo cecal de avestruzes através de delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial (4x2), sendo os fatores de variação quatro diferentes idades de corte da jitirana (60, 75, 90 e 105 dias) e apresentação da forrageira em duas formas de uso, *in natura* (verde) ou em feno (desidratada). O segundo capítulo teve por objetivo avaliar a digestibilidade *in vitro* de plantas leguminosas do semi-árido, a saber, Canafístula (*Senna multijuga*), Cunhã (*Clitoria ternatea L.*), Leucena (*Leucaena leucocephala*), Mata Pasto (*Senna obtusifolia L. Irwin & Barneby*) e Sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*), estabelecendo-se a comparação com o feno de alfafa (*Medicago sativa*), usando inóculo cecal de avestruzes através de delineamento inteiramente casualizado para comparação destas espécies de forrageiras. Tanto na avaliação da jitirana como na avaliação das leguminosas, os parâmetros avaliados foram a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), da proteína bruta (DIVPB), da proteína insolúvel em detergente neutro (DIVPIDN), da fibra em detergente neutro (DIVFDN) e da fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (DIVFDNcp).

No primeiro estudo, verificou-se a interação significativa entre maturação da planta e processamento físico para digestibilidade da matéria seca e frações protéicas da jitirana,

obtendo-se valores médios para DIVMS, DIVPB e DIVPIDN, respectivamente de 59,57%; 28,07% e 21,7%. No entanto, não foram observadas interações significativas para a digestibilidade da fração fibrosa da jitirana, obtendo-se valores médios de DIVFDN e DIVFDNcp, respectivamente de 45,20% e 49,83%. Em relação às diferentes idades de corte da jitirana, para a planta *in natura* os valores de DIVMS variaram entre 71,75% e 53,87%, enquanto para a planta fenada os valores variaram entre 61,36% e 50,23%. Os valores obtidos permitem concluir que tanto para a planta *in natura* como para o feno de jitirana, a idade de corte aos 60 e 75 dias propiciaram os melhores resultados de digestibilidade quando comparado com idade de corte aos 90 e 105 dias, como consequência de uma melhor qualidade e disponibilidade nutricional para atividade fermentativa cecal.

No segundo estudo, para as diferentes leguminosas do semi-árido, verificaram-se diferenças significativas para digestibilidade da matéria seca e frações protéicas, obtendo-se valor médio geral de DIVMS, DIVPB e DIVPIDN, respectivamente de 49,62%; 23,38% e 17,88%. Por outro lado, para a digestibilidade da fração fibrosa destas leguminosas obteve-se valor médio geral de DIVFDN e DIVFDNcp, respectivamente de 34,52% e 42,07%. Tais dados permitem sugerir que todas as leguminosas avaliadas apresentaram satisfatória viabilidade de uso na alimentação de avestruzes, em função dos parâmetros *in vitro* para a atividade fermentativa cecal, porém, com evidências significativas da influência da composição química - bromatológica de cada leguminosa sobre a digestibilidade, neste caso, o mata pasto (*Senna obtusifolia*) aquela demonstrativa dos melhores resultados de digestibilidade *in vitro* quando comparado com as demais leguminosas avaliadas neste estudo.

**Palavras chave:** *Clitoria ternatea*, *Leucaena leucocephala*, *Medicago sativa*, *Merremia aegyptia* L. Urban, *Mimosa caesalpiniiifolia*, *Senna multijuga*, *Senna obtusifolia* L., *Struthio camelus* var. *domesticus*

## ABSTRACT

As a non-ruminant herbivorous animal with functional caecum, the ostrich shows the characteristic of microbial symbiosis in the digestive tract, and which can digest the fibrous portion of the diet with good feed efficiency, taking advantage of this feature in the use of products by the process digestive, mainly energy and protein. In this context, the forage represents a huge range of foods that allow obtaining animal products with lower costs. However, the great diversity of forage represents opportunities and challenges for using these foods in the diet. Considering this, it is increasing demand for studies that show what would be the best forage and in which stage of maturation vegetative show better feed efficiency in diets for ostriches, using especially the species available to the systems of production in the semi-arid northeast of Brazil, promoting studies to evaluate whether these alternative foods through biological methods based on laboratory technical using culture of microorganisms, generating information with low cost and work in relationship to the similar objective studying on the field.

The study reported in the first chapter of this work aimed to evaluate the *in vitro* digestibility of jitirana using cecal inoculum of ostriches in a randomized design in factorial arrangement (4x2), and the factors of variation represented by the four different ages of cutting harvest (60, 75, 90 and 105 days) and by the two forms of use of the forage, on *in nature* (green) or on hay form (dehydrated). The second chapter presents the results of the evaluate *in vitro* digestibility of different forage legumes species of the semi-arid region, to know Canafístula (*Senna multijuga*), Cunhã (*Clitoria ternatea L.*), Leucena (*Leucaena leucocephala*), Mata Pasto (*Senna obtusifolia L. Irwin & Barneby*) e Sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*), setting up of hay form compared with alfalfa (*Medicago sativa*) using cecal inoculum of ostriches in a completely randomized design to making up the comparison between forages. To both studies, with jitirana forage and with the legumes forages of semi-arid compared to each other, the parameters evaluated for *in vitro* digestibility were always the same, dry matter (DIVMS), crude protein (DIVPB), neutral detergent insoluble protein (DIVPIDN), neutral detergent fiber (DIVFDN) and neutral detergent fiber corrected for ash and protein (DIVFDNcp).

In the first experiment was observed significant interaction for *in vitro* digestibility of dry matter and protein fractions of jitirana forage, verifying average values for DIVMS,

DIVPB and DIVPIDN, respectively 59.57%, 28.07% and 21.7%. There were no significant interactions for the digestibility of the fibrous fraction jitirana forage, verifying average values of DIVFDN and DIVFDNcp, respectively 45.20% and 49.83%. For cutting in the different ages of jitirana *in nature* the DIVMS values obtained ranged between 71.75% and 53.87%, while for the jitirana hay the values ranged between 61.36% and 50.23 %. It can be concluded that both jitirana forage form, in nature and hay, cutting 60 to 75 days old harvest provided the best results of *in vitro* digestibility when compared with cutting 90 to 105 days old harvest, as a result of better available and nutritional quality to fermentative caecal activity.

In the second experiment was observe among the different legumes forages of semi-arid, significant differences to the dry matter and protein fractions *in vitro* digestibility, resulting in total means values for DIVMS, DIVPB and DIVPIDN, respectively 49.62%, 23.38% and 17.88%. There were also significant effects for the *in vitro* digestibility of the fibrous fraction, resulting in total means values of DIVFDN and DIVFDNcp, respectively 34.52% and 42.07%. It can be concluded that to each one of legume forage evaluated in this study would be suggest in the feeding program to ostriches, besides the evident influence between chemical composition and digestibility, whatever the forage named mata pasto (*Senna obtusifolia*) showed the best results of *in vitro* digestibility when compared with other regional forages legumes.

**Key words:** *Clitoria ternatea*, *Leucaena leucocephala*, *Medicago sativa* *Merremia aegyptia* *L. Urban*, *Mimosa caesalpiiifolia*, *Senna multijuga*, *Senna obtusifolia* *L.*, *Struthio camelus* *var. domesticus*

## 1 INTRODUÇÃO

Apesar de sua história, o semi-árido brasileiro quase sempre foi sinônimo de solo, animais e homens ressentidos pela seca, mas, a exemplo de outras regiões similares no mundo, o uso de irrigação, espécies de plantas aclimatadas e tolerantes à estiagem, e a produção animal adaptada a este ecossistema, podem vir a transformar este cenário (EMBRAPA, 2004). Neste contexto, a criação comercial de avestruzes, surge como uma atividade produtiva emergente que logra a possibilidade de somar-se a pecuária e capaz de conviver nas condições edafoclimáticas do semi-árido, alcançando níveis satisfatórios de produção e sustentabilidade para o estado norte-riograndense. A estruticultura vem despertando grande interesse dos produtores devido a sua capacidade de produção de carne, couro e plumas de excelente qualidade, o óleo pelas suas características farmacológicas e cosméticas, e as cascas de ovos para artesanato.

Diante de tal ascensão no cenário brasileiro, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, instituiu legislação específica via edição da Instrução Normativa nº. 56/2007, regulamentando a criação de ratitas (MAPA, 2007). A estruticultura no Rio Grande do Norte possui história recente, tendo seu início em torno do ano de 1997, transcorreu a fase inicial de estabelecimento da atividade, caracterizada pelo aumento progressivo do rebanho e o número de criadores, ensejando agora a expansão da atividade pela consolidação da cadeia produtiva, criação, abate e comercialização e processamento de produtos.

Os avestruzes, *Struthio camelus*, pertencem ao grupo das ratitas, aves sem a capacidade de voar, em virtude de um esterno amplo, plano e sem quilha, que nas outras aves é uma adaptação para a ligação entre os músculos peitorais, relacionados ao vôo (Adams & Revell, 1998; Jefferey, 2004). São classificados como Classe: Aves, Família: Struthionidae, Espécie: *Struthio camelus*. As seis sub-espécies são *Struthio camelus camelus*, originário do deserto do Saara e ao longo da costa oeste de Mar Vermelho; *Struthio camelus molybdophanes*, oriundo da Etiópia e Somália; *Struthio camelus massaicus*, originário do Quênia e Tanzânia; *Struthio camelus australis*, em áreas selvagens da África do Sul; e o avestruz árabe *Struthio camelus syriacus*, que tornou-se extinto entre 1940 e 1945. O avestruz atualmente criado para fins zootécnicos, *Struthio camelus* var. *domesticus*, uma hibridação entre *camelus australis* e *camelus syriacus* (Ullrey e Allen, 1996; Donegan, 2002; Al-Nasser et al. 2003).

O avestruz é considerado como herbívoro não-ruminante de ceco funcional, cuja simbiose microbiana permite digerir a porção fibrosa das dietas com satisfatória eficiência alimentar (Swart et al., 1993). O avestruz está habilitado ao aproveitamento dos componentes mais baratos das dietas, como as forragens verdes ou conservadas (Aganga et.al., 2003). Tal característica torna-se importante fator na estruturação dos sistemas de produção, representando considerável economia no quesito alimentação dos animais. Todavia, a eficiência digestiva máxima às 17 semanas de idade, associado ao aumento nas exigências em energia e sua proporcionalidade com demais nutrientes (Angel, 1996), requer cuidados especiais no estabelecimento de programas de alimentação.

Segundo Ullrey e Allen (1996) muitos são os mitos em torno da criação de avestruzes, porém o estresse dos animais no manejo produtivo e a falta de subsídios técnico-científicos sobre a nutrição destas aves, tem resultado na elaboração de dietas por extrapolação das necessidades nutricionais de outras espécies avícolas, como frangos de corte e galinhas de postura. Assim, para que os animais se desenvolvam e alcancem os índices produtivos ótimos, é necessário, entre outros fatores, uma excelente estratégia nutricional, a qual pode ser conseguida através do conhecimento dos hábitos comportamentais e alimentares, desenvolvimento adaptativo e manejo alimentar, anatomia e fisiologia do trato gastrointestinal, exigências em nutrientes e limitações no uso de alimentos (Ullrey e Allen, 1996). O balanceamento dietético exerce assim uma função importante, permite o pleno funcionamento ou normalidade do trato digestório, evitando distúrbios digestivos pela quantidade ou qualidade da fração fibrosa da dieta (Lanza et al., 2004), considerando-se o atual paradigma entre mínimo custo e lucro máximo para a viabilidade da criação comercial.

Para a exploração zootécnica de avestruzes, os custos e os benefícios produtivos, entre vários fatores, devem ser sustentados em dois pontos-chave (Adams e Revell, 1998), a alta mortalidade em animais jovens e o baixo desempenho nas fases de crescimento e terminação. Por exemplo, alcançar o peso de abate, preconizado em torno de 12 a 14 meses com o animal pesando em média 100 kg de peso vivo (Gefen e Ar, 2001). Assim o eficiente aproveitamento das forragens representa um forte alicerce para produção deste animal, considerando que os avestruzes são capazes de digerir a fibra de alimentos volumosos, como a celulose e a hemicelulose, através do processo fermentativo cecal, levando assim à formação de ácidos graxos voláteis que são absorvidos como fonte de energia, minimizando custos (Aganga et al., 2003).

As forragens representam uma enorme gama de alimentos que permitem a obtenção de produtos de origem animal com os custos mais baixos. No entanto, como mencionado por

Beever e Moulde (2000), a grande diversidade de forragens significa ao mesmo tempo oportunidades e desafios para a utilização destes alimentos nas dietas. Diante disto, é crescente a demanda por estudos que demonstrem quais seriam as melhores forrageiras e em qual estágio de maturação vegetativa revelam melhor eficiência alimentar em dietas de avestruzes (Nheta et al., 2005). No desenvolvimento de tais estudos, para que se obtenha informações valorosas sobre o valor nutricional destes alimentos, é necessário que se determine sua digestibilidade, e as avaliações laboratoriais *in vitro* destes alimentos tornam possível a mensuração de valores nutricionais e potencial de utilização. Tal metodologia, além de apresentar relativa simplicidade de realização, é de baixo custo, além de consumir menos tempo e mão de obra que os ensaios de digestibilidade convencionais *in vivo*.

Segundo Van Der Meer (1989), métodos biológicos, baseados em cultura laboratorial de microorganismos ruminais, têm gerado informações valiosas e são tidos como um importante sistema de avaliação de alimentos para a produção animal. Um exemplo clássico de método biológico é o descrito por Tilley e Terry (1963), que simula o processo do trato digestivo dos ruminantes, que iniciam o processo de degradação com a fermentação no rúmen antes da digestão gástrica e absorção no intestino delgado (Swart, 1988). Diferentemente, em avestruzes, a dieta é primeiramente exposta ao processo normal de digestão ácido gástrica e enzimática intestinal antes da fermentação microbiana no ceco/cólon, o que exige certa adaptação desta técnica de avaliação de alimentos. Portanto, partindo do pressuposto que as técnicas de digestibilidade *in vitro* são amplamente aceitas para avaliação de alimentos para ruminantes, no caso dos não-ruminantes, é permissível o uso de conteúdo cecal como inóculo ou fonte de microorganismos para procedimentos de incubação laboratorial, adequando-se a metodologia para simulação da atividade fermentativa cecal dos não-ruminantes.

Ainda em referência à avaliação de alimentos, a disponibilidade de informações e dados referentes a estudos com avestruzes teve exponencial crescimento nos últimos anos, porém informações referentes às exigências e recomendações nutricionais relacionados com o desempenho nas fases de crescimento e terminação, bem como a influência sobre a qualidade dos produtos obtidos ainda são limitadas (Angel, 1996). Alguns trabalhos reportam a insipiência de medidas diretas de digestibilidade dos alimentos fibrosos para avestruzes, porém, existe uma unanimidade aparente sobre a capacidade de adaptação desta espécie ao aproveitamento da fibra da dieta (Aganga et al., 2003).

Portanto, o presente trabalho pode ser considerado pioneiro e traz à tona a preocupação no desenvolvimento de pesquisas que venham a aumentar a gama de

conhecimentos para a viabilidade dos sistemas de produção de avestruzes na região do semi-árido nordestino, através do aproveitamento do potencial forrageiro do bioma caatinga.

### Literatura Citada

- Adams, J.; Revell, B. J. Ostrich farming: a review and feasibility study of opportunities in the EUA: School of Management, Harper Adams University College, Newport, Shropshire, UK. 1998. 123p.
- Aganga, A. A.; Aganga, A. O.; Omphile, U. J. Ostrich Feeding and Nutrition Pakistan Journal of Nutrition, v.2, n.2, p.60-67, 2003.
- Al-Nasser, A.; Al-Khalaifa, H.; Holleman, K.; Al-Ghalaf, W. Ostrich in the arid environment of Kuwait. Journal of Arid Environments, n.54, p.219-224, 2003.
- Angel, C. R. A review of ratite nutrition. Animal Feed Science Technology, n.60, p.246-246, 1996.
- Beever, D. E.; Mould, F. L., Forage evaluation for efficient ruminant livestock production. In: Forage evaluation in ruminant nutrition. Wallingford, CAB International, p.15-42. 2000.
- Donegan, K. 2002. "Struthio camelus", Disponível em: [http://www.animaldiversityweb.com/ratite\\_study](http://www.animaldiversityweb.com/ratite_study) Acesso em 13 de dezembro de 2004 .
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Linhas de Ação - Ecossistema Semi-Árido. <[http://www21.sede.embrapa.br /linhas\\_de\\_acao /ecossistemas /semi\\_arido /index\\_html /mostra\\_documento](http://www21.sede.embrapa.br /linhas_de_acao /ecossistemas /semi_arido /index_html /mostra_documento)>. Acesso em 19 set. 2004.
- Gefen, E.; Ar, A. Gas exchange and energy metabolism of the ostrich (*Struthio camelus*). Embryo Comparative Biochemistry and Physiology Part A. n.130, p.689-699, 2001.
- Jefferey, J. Ostrich Production. Extension Veterinarian, Texas Agricultural Extension Service. Texas A&M University System. December, n.13, 2004. 12p.
- Lanza, M.; Fasone, V; Galofaro, V; et al. Citrus pulp as an ingredient in ostrich diet: effects on meat quality. Meat Science, n.68, p.269-275, 2004.
- MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Ementa: Estabelece os Procedimentos para Registro, Fiscalização e Controle de Estabelecimentos Avícolas de Reprodução e Comerciais. Instrução Normativa Nº 56, de 04 de Dezembro de 2007 - Diário Oficial da União de 06/12/2007, Seção 1, Página 11.
- Nheta, C.; Topps, J. H.; Dzama, K., Kusina, J.; Mugabe, P. H. In vitro digestibility using caecal liquor of diets containing poor quality roughages and green forages fed to

- domesticated ostriches (*Struthio camelus var. domesticus*). Animal Feed Science and Technology, n.119, p.283-291, 2005.
- Swart, D. Studies on the hatching, growth and energy metabolism of the ostrich chick (*Strutio camelus*). Ph.D. dissertation. University of Stellenbosch, Stellenbosch, South Africa. , 1988. 123p.
- Swart, D.; Mackie, R. I.; Hayes, J. P. Influence of live mass, rate of passage and site of digetion on energy metabolism and fibre digestion in the ostriches (*Strutio camelus var. domesticus*). S. Afr. I. Animal Science n.23, p.119-126. 1993.
- Tilley, J.M.A.; Terry, R.A. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. Journal British Grassland Society, n.18, p.104-111, 1963.
- Ullrey, D. E.; Allen, M. E. Nutrition and feeding of ostriches. Animal Feed Science Technology, n.59, p.27-36, 1996.
- Van Der Meer, J. M. Physical methods in the study of cell wall structures and wall degradation. In: Proceedings of a Workshop Held in Perignat-les-Sarlieves. 1989. 12p.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 NUTRIÇÃO DE AVESTRUZES

#### 2.1.1 Fisiologia da Digestão

O sistema digestivo dos avestruzes difere consideravelmente de outros não-ruminantes, e mesmo de outras aves, pois se inicia com uma língua rudimentar que segue o esôfago, que por sua vez se abre em um proventrículo grande e distensível que apresenta duas regiões distintas, uma glandular e uma com dobras regulares, que seguem ventralmente para o ventrículo ou moela (Garcia Neto, 2006). Os avestruzes não possuem dentes e não possuem inglúvio ou papo característico, assim, o esôfago liga-se diretamente ao estômago glandular (proventrículo), sem uma distinta demarcação anatômica entre o esôfago e o estômago.

Em continuidade, após a moela denominada estômago mecânico, o trato digestório apresenta o intestino delgado com intensa atividade enzimática pancreática luminal e enzimática membranosa nas vilosidades do duodeno, jejuno e íleo. Seguem-se então os dois grandes cecos, formando um longo intestino grosso (aproximadamente 16m de comprimento), o que permite uma eficiente digestão da parte fibrosa da dieta, daí a sua classificação como herbívoro não-ruminante de ceco funcional, similar aos eqüinos e coelhos. Este longo intestino permite que a flora microbiana tenha tempo hábil para fermentar a fibra alimentar. O produto desta fermentação tipicamente anaeróbia, são ácidos graxos voláteis de cadeia curta, formados, absorvidos e utilizados como fonte de energia, e provavelmente ocorra uma considerável síntese de aminoácidos e vitaminas do complexo B (Garcia Neto, 2006).

Bezvidenhout e Van Aswegen (1990), comparando a capacidade do trato digestivo de diferentes animais, evidenciaram a grande vantagem do tamanho do intestino grosso do avestruz quando comparados com frangos de corte ou suínos, proporcionalmente ao tamanho total do trato digestório, onde o ceco dos avestruzes representa 13% do comprimento do conjunto intestino delgado/grosso, enquanto que apenas 9% em frangos de corte e 2% nos suínos. Tal vantagem associa-se diretamente à habilidade do avestruz em aproveitar alimentos volumosos como gramíneas e leguminosas forrageiras *in natura* ou conservadas (fenos).

O ceco está presente em todas as aves domésticas, mas em cada espécie apresenta diferenças. Forma, tamanho e capacidade dos órgãos variam bastante dentre espécies em diferentes fases de evolução adaptativa. Stevens e Hume (1998) mensuraram o comprimento

relativo dos segmentos do intestino em 644 indivíduos, dentro de 24 ordens, 51 famílias, 124 gêneros e 166 espécies de aves; com base no estudo de mensuração, os pesquisadores concluíram que o desenvolvimento do ceco está relacionado com as espécies cujas dietas normais contêm altos níveis de fibra dietética. O fornecimento de alimento fibroso proporciona um impacto sobre a produção com o aumento da fermentação no ceco, mas também desencadeia alterações como a hipertrofia.

Muitos pesquisadores têm especulado sobre a função do ceco para as aves. Estudos de Herd e Dawson (1984) e Souza (2006) deixam claro que a função é de degradação microbiana dos carboidratos, absorção de água, síntese microbiana das vitaminas e degradação de compostos nitrogenados. Com isto, é bem aceito que o ceco é a principal câmara de fermentação no trato gastrintestinal das aves e ainda a muito a ser revelado sobre os microorganismos e o processo de fermentação. Além disso, as bactérias metabolizam os monossacarídeos em lactato, acetato, propionato e butirato, resultando em um pH intestinal variável, o qual suprime a fermentação anormal e estimula o peristaltismo do intestino (Mitsuoka, 1987).

A maior população microbiana coloniza a parte terminal do intestino delgado e o intestino grosso, facultativo a presença de oxigênio, assim, o ceco contém o maior número de bactérias e a maioria é anaeróbia. Quase 200 tipos de bactérias diferentes foram isolados no trato digestório das diversas espécies de aves e elas podem ser definidas em três populações: dominantes, subdominantes e temporárias (Barnes, 1979). Estas populações de bactérias são variáveis e sofrem influência de vários fatores como dieta, saúde e idade. Assim, nos primeiros dias de vida de um pintainho saudável, as bactérias cecais predominantes são a *Enterobacteriaceae spp.*, *Enterococcus spp.* e *Lactobacillus spp.*, porém, *Bacteroides spp.* e *Eubacterium spp.* são encontradas a partir da segunda semana (Van Der Wielen et al., 2001).

O intestino grosso mais os cecos do avestruz provêm um ambiente adequado para a fermentação dos componentes fibrosos da dieta. Grandes concentrações relativas de acetato, menores concentrações de propionato e butirato, e traços de isobutirato, isovalerato e valerato estão presentes na digesta do ceco e cólon. Estes resultados se devem a estudos do início da década de 70, quando se começou a avaliar a habilidade das aves para digestão e aproveitamento da fibra dietética (Mitsuoka, 1977).

### *2.1.2 Recomendações Nutricionais*

Visto o crescimento e a tendência de profissionalização dos sistemas de produção de carne, couro e plumas de avestruzes, a determinação do requerimento dos nutrientes se faz essencial (Cillers et al., 1998), desta forma, manter uma dieta corrigida e balanceada é primordial, principalmente para pintainhos de avestruzes até três meses de vida, fase em que são mais vulneráveis, devendo-se redobrar os cuidados com o aporte adequado de todos os nutrientes. Até a idade de 10 meses a conversão alimentar do avestruz é em torno de 6,5 kg de alimento para cada 1 kg de peso corporal adquirido. De acordo com o Cooper (2002), dietas desequilibradas podem aumentar a probabilidade de que ocorra má conversão alimentar e crescimento prejudicado, crescimento retardado e queda de penas, problemas de aprumos (pernas) nos primeiros meses de vida, baixa imunidade e aumento no nível de estresse.

Trabalhos preliminares (Vohra, 1992; Cillers et al., 1994; Cillers, 1995), ainda merecedores de aprofundamento, afirmam que dietas com concentrações de 16 a 20% de proteína bruta, 10% de extrato etéreo, 10% de fibra em detergente neutro, 2,5% de cálcio e 1,5% de fósforo, são adequadas para avestruzes. Outros estudos relatam que a energia de manutenção seja em torno de 1840 kcal/kg por dia (Swart et al., 1994), resguardadas as variações entre fases de produção, e a eficiência de utilização da energia metabolizável para crescimento seja de 32%. Essa exigência em energia sofre alterações não apenas em função da quantidade da fibra na dieta, mas também em função da sua qualidade dos ingredientes da formulação das dietas. Para avestruzes jovens, antes das oito semanas de vida, o aproveitamento da fração fibrosa da dieta não é pleno, no entanto, a inclusão da fibra é importante para prevenir problemas de impactação e disbioses intestinais. Garcia Neto (2006) e Souza (2006), sugerem que entre 8 e 16 semanas (aproximadamente 45kg de peso vivo) a ração deve ter maior nível de energia, quando comparada à ração dos adultos, proporcionalmente ao nível de 20% de proteína bruta.

Em relação aos polissacarídeos amiláceos ou carboidratos solúveis, amido é o principal componente gerador de energia nas dietas de criações comerciais de aves, sendo o monossacarídeo predominante a glicose, eficientemente absorvido no processo digestivo enzimático do intestino delgado. Em relação aos carboidratos estruturais ou fração fibrosa da dieta, estes consistem em misturas complexas de polímeros hidrocarbonados que se associam a outros componentes na parede celular das plantas, consistem em polissacarídeos complexados à lignina, proteínas e ácidos graxos em diferentes proporções. As propriedades físico-químicas dos carboidratos não-amiláceos das plantas têm sido reconhecidas como de

vital importância para a adequada fisiologia da digestão (Józefiak et al., 2004), pois a fração fibrosa da dieta melhora a condição da microflora, reduz o colesterol, aumenta o metabolismo da glicose, melhora a resposta à insulina, reduz os lipídios no sangue e reduz a incidência de certos cânceres em humanos (Cumming e Macfarlane, 1997; Cook e Sellin, 1998; Prosky, 2000), assim como o crescimento microbiano depende da transferência de energia da fermentação de carboidratos para o processo biossintético como síntese de proteína microbiana nos monogástricos de ceco funcional. O processo catabólico de fermentação de carboidratos está completamente vinculada ao processo anabólico de síntese de proteínas via adenosina trifosfato (Araújo et al., 2008).

Visando comparar a eficiência de digestão de dietas com vários níveis de fibra bruta com frangos, suínos e avestruzes, Brand et al. (2000) concluíram que avestruzes são 30% mais eficientes do que suínos ao aproveitar alimentos volumosos. Swart (1988), em sua pesquisa, também comprovou que avestruzes têm habilidade de digerir celulose e hemicelulose, podendo obter de 12 a 76% de suas necessidades energéticas a partir da absorção cecal dos ácidos graxos voláteis. A fibra é um importante componente da dieta dos avestruzes e deve variar na composição da dieta entre 6 e 18%, dependendo da categoria das aves. O avestruz é capaz de obter digestibilidade em torno de 60 % para FDN (Angel, 1996), pois Swart et al. (1993) demonstraram que a digestão fermentativa de forragens supre as necessidades diárias de energia de manutenção, e determinaram ainda que avestruzes confinados com peso corpóreo entre 5 e 50 kg, chegam a digerir 66% da hemicelulose e 38% da celulose que consomem, além de utilizar compostos nitrogenados e seus derivados a partir de forrageiras, como parte dos seus requerimentos protéicos.

A fermentação da fração fibrosa pela microflora produz ácidos graxos de cadeia curta, amônia, dióxido de carbono e metano (Jamroz et al., 1998). Em estudos comparativos com outros não ruminantes, sejam ratos, porcos ou equinos, a microflora cecal do avestruz é mais eficiente na fermentação da fração fibrosa das dietas. Não somente a quantidade, mas também o tipo da fibra, juntamente com a função da pectina podem afetar a performance das aves e a fermentação cecal, dependendo do grau de esterificação dos lipídios, Jamroz et al. (1998), demonstraram ainda, que a fermentação, também, é afetada em função da espécie e da taxa de passagem. A principal limitação associada com a utilização de carboidratos estruturais pelas aves está relacionada às propriedades físico-químicas e efeitos sobre a viscosidade da digesta com elevados níveis de fibra. Pesquisas têm demonstrado que a viscosidade se deve principalmente a pectina solúvel, mesmo em pequenas quantidades, representa diminuição do contato entre o substrato e as enzimas, tendendo a impedir a interação catalítica no intestino

delgado (lipase ou sais biliares) e prejudica o transporte e absorção de substâncias na superfície epitelial, gerando vínculos complexos entre enzimas digestivas e diminuindo sua atividade (Bedford e Morgan, 1996).

Outro importante fator para uma eficiente digestão da matéria fibrosa da dieta é o tempo de retenção ou taxa de passagem da digesta. Este é mensurado como o tempo total gasto pela digesta para percorrer o trato digestivo do animal. Quanto mais demorada a taxa de passagem, mais tempo haverá para a ação das enzimas e microorganismos, e uma maior proporção poderá ser digerida. A extensão com que os nutrientes são degradados é determinada pela competição entre taxa de passagem e degradação, com efeitos profundos sobre o desempenho animal (Araújo et al., 2008). A taxa de passagem para frangos de corte, suínos e avestruzes, situa-se em aproximadamente 10, 30 e 40 horas, respectivamente, como relatado em estudo de Swart (1988). O tempo de retenção médio no trato digestivo de avestruzes jovens pesando até 46 kg pode chegar a 48 horas, similar a taxas de passagem de ovelhas (Ullrey e Allen, 1996).

Além de ser a maior influência sobre o desempenho animal, a alimentação está diretamente envolvida com a viabilidade econômica de uma criação, constituindo-se normalmente de 70 a 80% do custo total, em um sistema de produção intensiva. Ao aproveitar a mencionada habilidade de aproveitamento dos alimentos ricos em fibra possibilita-se valiosa contribuição do suprimento de energia aos animais, de forma a trabalhar com uma dieta mais econômica. Neste contexto, as plantas forrageiras que compõem a vegetação do semi-árido, constituídas por arbustos e herbáceas com potencial forrageiro surgem como uma excelente alternativa para estratégias nutricionais de sistemas de criação, devido as suas características peculiares de composição nutricional e disponibilidade na região nordeste do Brasil.

## 2.2 DIGESTIBILIDADE IN VITRO DOS ALIMENTOS

Na criação comercial de aves as dietas são essencialmente baseadas em alimentos de origem vegetal, assim, a determinação da digestibilidade destes alimentos é de grande importância para a formulação de dietas balanceadas, sendo necessário quantificar não somente o teor dos nutrientes presentes nos alimentos, mas também a porção que será digerida, absorvida e disponibilizada para utilização metabólica dos animais. Várias técnicas de análises são atualmente utilizadas para avaliação de alimentos, destacando-se, os ensaios de digestibilidade *in vivo*, degradabilidade *in situ*, e a técnica de digestibilidade *in vitro*.

Na forma convencional, os ensaios *in vivo* permitem determinar a proporção do nutriente do alimento que pode ser absorvido no trato gastrointestinal. Durante um período preliminar de 4 a 10 dias, os animais recebem determinado tipo de alimento em quantidade conhecida. Então, inicia-se o período de coleta das fezes, que são colhidas e pesadas diariamente por 4 a 10 dias. Finalmente, verifica-se a diferença entre a quantidade de alimento ingerido e a quantidade excretada (fezes). É o método mais utilizado na determinação da digestibilidade, porém esses ensaios, normalmente, requerem uma grande quantidade de alimentos, além de serem muito trabalhosos e onerosos. Em razão das dificuldades inerentes à sua utilização, foram idealizados os métodos indiretos ou dos indicadores e muitos estudos foram realizados com o objetivo de se obter um método químico que permitisse avaliar a digestibilidade do alimento com alta correlação entre os resultados de laboratório e aqueles obtidos dos ensaios com os animais.

Dentre as formas de avaliação de alimentos para animais, a degradabilidade *in situ* tem se apresentado como uma alternativa, principalmente em função de sua simplicidade e economicidade. Conhecida por técnica do saco de náilon (AFRC, 1992) esta metodologia padrão para caracterização da degradabilidade do nitrogênio total ou proteína, fornece boas comparações com os resultados *in vivo*, tendo sido empregada para avaliar também a fibra de forragens (Orskov, 1980; Huntington e Givens, 1995). A técnica *in situ* permite o contato íntimo do alimento avaliado com a microflora, por isso pode ser considerada uma excelente forma de simulação, embora o alimento não esteja sujeito a todos os eventos digestivos do trato digestório.

Ainda considerando os estudos laboratoriais de simulação da digestão dos alimentos, o desenvolvimento da técnica de fermentação *in vitro* surgiu como alternativa para tal finalidade. O método original consiste em deixar amostras de alimentos em contato com o líquido do rúmen, no interior de uma vidraria específica, reproduzindo as condições digestivas dos animais ruminantes, presença de microorganismos, anaerobiose, poder tampão, temperatura e pH adequado. Sistemas *in vitro* utilizam meio de cultura tentando simular o processo anaeróbico de degradação fermentativa ruminal (Goering e Van Soest, 1975), com auxílio de solução tampão denominado rotineiramente de saliva artificial (McDougall, 1948).

Segundo Van Der Meer (1989), métodos biológicos laboratoriais baseados em cultura de microorganismos podem proporcionar valiosas informações sobre utilização de alimentos. Assim, por apresentar baixo custo, alta repetibilidade, capacidade de avaliar elevada quantidade de substratos e ainda possibilitar estimativas acuradas quando comparada com experimentos *in vivo*, pode ser importante ferramenta de balizamento nos estudos de avaliação

de forrageiras para alimentação de avestruzes, devido às limitadas informações sobre a digestibilidade dos nutrientes. Conforme a literatura e relatos de campo, a condução de ensaios de digestibilidade *in vivo* agrega uma série de fatores de variação inerentes ao manejo geral dos animais, em particular, os cuidados pós-eclosão com pintainhos, uniformização de unidades experimentais, e impossibilidade de manter avestruzes confinados em gaiolas de metabolismo, mas especialmente, por estes ensaios serem onerosos financeiramente e de criteriosa logística, muitas vezes de execução dificultada ou não compatível às condições propiciadas por instituições públicas comparada à iniciativa privada, entre outros.

Tem-se consciência da necessidade, cada vez maior, de se conhecer o valor nutritivo dos alimentos para poder utilizá-los, da melhor forma possível, de maneira a possibilitar o melhor desempenho animal e eficiência produtiva. Através das análises laboratoriais, pode-se obter uma noção da composição química do alimento, mas somente através da digestibilidade, pode-se ter uma idéia da qualidade e do valor nutritivo do mesmo. Desta maneira, a simulação da digestão *in vivo* pode ser realizada por uma variedade de procedimentos *in vitro*, sendo o mais utilizada a adaptação da técnica de Tilley e Terry (1963), normalmente empregada para avaliação de alimentos volumosos. A técnica de digestibilidade *in vitro* em duas fases apresenta um alto coeficiente de correlação com a digestibilidade *in vivo* e também um erro médio padrão da estimativa menor, quando utilizada na avaliação de forragens de alta qualidade (Yu Lan et al., 2005).

A técnica normal de Tilley e Terry (TTN) simula o processo de digestão dos ruminantes, que começa com a fermentação no rúmen antes da digestão gástrica e absorção no intestino delgado. Já a técnica reversa de Tilley e Terry (TTR) é utilizada para simular o processo que acontece nos monogástricos de ceco funcional, caso dos avestruzes. Nestes animais, a dieta é inicialmente exposta ao processo normal de digestão gástrica e absorção intestinal antes da fermentação microbiana no ceco/cólon. A técnica Tilley e Terry Reversa (TTR) envolve dois estágios de incubação, o primeiro estágio refere-se à incubação do material com solução de pepsina por um período de 48 horas, e o segundo estágio inicia-se após estas 48 horas, quando se adiciona o inóculo cecal (cerca de 20 ml) em um procedimento de incubação similar ao primeiro estágio. Mantendo-se o pH 6,9 e a temperatura 39°C; para que as amostras dos alimentos previamente processadas e pesadas (cerca de 10 gramas) sejam submetidas à ação microbiana nos recipientes fermentativos em procedimento tipo banho-maria. Ao final do segundo período da incubação as amostras são filtradas e a parte sólida deve ser colocada em vidrarias e levadas para a estufa de esterilização e secagem, durante período de 12 horas à temperatura de 105°C. Os coeficientes de digestibilidade *in vitro* das

amostras das forragens são determinados pela diferença entre o conteúdo de nutrientes antes e após a incubação, sendo expresso em base de matéria seca, levando-se em consideração o fator de indigestibilidade da fração lignificada da forragem.

Estimativas de digestibilidade aparente *in vivo* e *in vitro* se aproximam devido à similaridade em parede celular indigestível e resíduos bacterianos entre fezes do animal e o resíduo obtido por digestão *in vitro* (Lila et al., 2006). A maior desvantagem desta técnica é o tempo prolongado de execução e o alto número de fases na metodologia, justificando o desenvolvimento de modificações para acelerar a execução das análises. A metodologia de digestibilidade *in vitro* desenvolvida por Goering e Van Soest (1975) requer a metade do tempo da técnica de Tilley e Terry (1963) com a mesma precisão. A digestão com pepsina é abolida já que o resíduo da etapa fermentativa é extraído com detergente neutro. A digestibilidade neste caso é baseada na extração com detergente neutro (Van Soest et al., 1991) de toda a matéria microbiana do resíduo da digestão, resultando em um resíduo constituído apenas por parede celular indigestível, e mensurada como parâmetro confiável.

Para a avaliação de dietas para avestruzes, Nheta et al. (2005) estudando semelhanças nos padrões da *in vitro* e *in vivo* digestibilidade de dietas variadas, propuseram alterações na metodologia de digestibilidade, comparando a técnica descrita por Tilley e Terry (1963) em sua ordem normal (TTN) e em ordem reversa (TTR). A comparação entre técnicas se faz necessária, já que a capacidade preditiva e a aplicabilidade das técnicas *in vitro* resultam principalmente do grau de similaridade entre a técnica e o processo digestivo do animal. Concluíram que a TTN subestima a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica em dietas para avestruzes, sugerindo-se adaptações na metodologia, mantendo-se o procedimento do primeiro estágio da técnica *in vitro* conforme Tilley e Terry (1963), porém o segundo estágio ou digestão com pepsina ácida deve ser substituída pelo tratamento com solução detergente neutra para remoção o conteúdo celular, ficando a parede celular como resíduo, determinando assim a digestibilidade da parede celular. Esta técnica é recomendada para avaliação de forrageiras, inclusive as de baixa qualidade (Van Soest, 1994) e demonstrou os melhores resultados para avaliação de dietas para avestruzes, quando comparada com o processo normal (Nheta et al., 2005).

### 2.3 FORRAGEIRAS DO SEMI-ÁRIDO NORDESTINO

O Brasil apresenta grande diversidade de plantas forrageiras que são utilizadas na alimentação animal, muitas destas estudadas pela importância que desempenham em sua

região. No semi-árido nordestino, é conhecida a riqueza vegetativa de algumas leguminosas, entretanto, seu aproveitamento destina-se, em sua maioria, à alimentação dos animais ruminantes. Na alimentação de aves, o grande inconveniente dessas forrageiras seria a quantidade de fibra e a presença de fatores anti-nutricionais. Considerando a exigência das aves e a composição química dos alimentos, a introdução de ingredientes não convencionais nas dietas em quantidades suficientes para suprir as exigências nutricionais dos animais, no caso das forrageiras, depende do parâmetro qualitativo, a natureza genética e ambiental. Para que o animal possa expressar seu real potencial genético, necessário se faz a suplementação adequada, para atender as exigências nutricionais.

Desse modo, devem ser buscadas alternativas para produção de volumosos de qualidade e disponibilidade no âmbito regional. Neste sentido, pesquisas vêm sendo desenvolvidas em várias instituições da região Nordeste, com a atenção voltada para o potencial de espécies forrageiras nativas ou exóticas, que mesmo apresentando limitações quanto a ingestão de forma *in natura*, quando submetidas a processos de conservação, como a fenação, aliadas ou não a tratamentos químicos possam não só apresentar melhoria da palatabilidade, mas também elevar seu valor nutritivo, e assim, serem exploradas tanto no período chuvoso quanto no período seco, destacando-se as espécies leguminosas pelo elevado teor protéico. As leguminosas introduzidas no nordeste do Brasil mais utilizadas na alimentação animal, leucena, mata-pasto e cunhã, apresentam sob condições naturais de chuva uma produtividade de 4000 a 6000 kg/ha/ano, já as leguminosas nativas como sabiá e canafístula produzem de 1200 a 2400kg/ha/ano.

A leucena (*Leucaena leucocephala* Lam De Wit), uma leguminosa perene, de porte arbustivo ou arbóreo originária da América Central, tem se destacado na região do semi-árido nordestino, com amplas vantagens agrônômicas e nutricionais, entre elas o rápido crescimento, o alto teor de proteína bruta e o múltiplo potencial de utilização (Mitidieri, 1983). Os teores nutricionais baseados em matéria seca (MS) para a planta inteira (folhas e grãos) foram de 22,0% de proteína bruta (PB), 35,0% de fibra bruta (FB), 8,0% de matéria mineral (MM), 1,1 % de tanino e 2,1% de mimosina, sendo que após uma seleção das amostras para conterem apenas as folhas, a análise obtida demonstrou valor médio 29,0%PB (Franzolin Neto, 1984). A leucena também contém uma grande quantidade de carotenóides que podem ser convertidos em vitamina A pelos animais, e as xantofilas que, apesar de não terem função como vitamina podem ser usadas como fontes de pigmento pelas aves. Entre os diferentes cultivares as concentrações de  $\beta$ -caroteno e xantofilas podem variar de 227 a 248 mg/Kg MS e 741 a 766 mg/Kg MS, respectivamente (D'Melo e Taplin, 1978; D'Melo e

Acamovic, 1989). Apesar de ser uma boa fonte de proteína, a leucena contém ao menos dois fatores antinutricionais relevantes, a mimosina e o tanino, os quais são conhecidos como substâncias deletérias ao crescimento e desenvolvimento dos animais, presentes nas plantas para servirem como uma fonte de defesa contra bactérias, fungos e animais (Hussain et al., 1991; Snizek, et al., 1999).

A concentração de 5% de mimosina na ração pode diminuir o consumo e prejudicar o desempenho dos frangos de corte, embora se deva considerar que a quantidade presente no feno da folha da leucena é pouco absorvida, e que as sementes também contém inibidores de tripsina e tanino, que podem contribuir para a toxicidade (Mitidieri, 1983). Com a inclusão de diferentes níveis de feno da folha de leucena na ração, o desempenho de frangos de corte no período de 1 a 35 dias de idade reduziu significativamente com o nível 200 g/kg de ração, especialmente uma pior conversão alimentar, concluindo assim que a mimosina e o tanino foram os responsáveis pelo menor consumo de ração e ganho em peso vivo das aves em crescimento (Hussain et al., 1991). Existem alternativas para atenuar os efeitos antinutricionais da leucena, como o melhoramento genético, porém não há certeza de que os resultados através deste método sejam satisfatórios (D’Mello e Acamovic, 1989). Outra opção mais viável e bem conhecida são os diferentes tipos de processamento, destacando-se o tratamento térmico, desde a fenação até a peletização, já que alguns dos fatores antinutricionais são sensíveis ao calor, no entanto, o excesso de calor durante estes processamentos causam indisponibilidade de aminoácidos, assim, a adequação da temperatura é crucial para eficácia do processamento sem prejuízo da qualidade do feno de leucena (Snizek, et al., 1999). Apesar dos fatores antinutricionais, o feno das folhas de leucena pode ser usado nas rações para aves, em níveis limitados, visando perfil aminoacídico e o poder de pigmentação.

Na formação de banco de proteína ou legumineira, a leucena é uma das forrageiras mais promissoras para a alimentação animal na região semi-árida, pela facilidade na produção de sementes, na produção de feno e de silagem, capacidade de rebrota durante a época seca, habilidade para crescer em solos de baixa fertilidade, rápida dispersão, ciclo longo e o satisfatório valor nutritivo. O teor de PB na fração de folhas e vagens situa-se entre 21 e 23% e nas hastes finas situa-se entre 8 a 10%. A fração utilizável para forragem, sendo uma mistura de aproximadamente metade de folhas mais vagens e metade de hastes finas, faz com que a forragem obtida apresente teores médios entre 14,7 e 16,5% de PB. O valor nutritivo do material foliar da leucena pode ser comparado ao da alfafa (*Medicago sativa*), com teores de proteína bruta, minerais e aminoácidos muito similares. O mesmo é válido para outras duas

leguminosas típicas de uso empírico na agropecuária nordestina, cunhã e a canafístula. A cunhã é uma leguminosa tropical, perene, herbácea, de hábito trepador, que apresenta caules finos, com elevada massa foliar e excelente adaptação às condições ecológicas do semi-árido brasileiro. O feno da cunhã com cerca de 20% de proteína bruta (Araújo Filho et al., 1994) constitui uma das melhores alternativas para suplementação alimentar, no período seco, especialmente na criação de animais ruminantes. Já a canafístula é outra leguminosa que também pode ser usada para a produção de feno, pois, além de manter as folhas, também frutifica em plena época seca, sendo as folhas e os frutos muito apreciados por pequenos ruminantes. No entanto, a literatura científica sobre o uso desta leguminosa na alimentação animal ainda é muito escassa.

A forrageira denominada mata-pasto (*Senna obtusifolia* L.) é considerada planta invasora das pastagens, sendo normalmente retirada através de roçados ou herbicidas, pois é refugada pelos animais quando in natura, porém, apresenta boa palatabilidade quando oferecida na forma de feno e constitui-se em uma forrageira alternativa durante o período de estiagem na região do semi-árido nordestino. Segundo Nascimento et al. (2001), a produção de massa verde desta leguminosa alcança em média 8,35 ton/ha aos 98 dias de idade e a planta atinge até 1,5 m de altura. O teor de MS tende a aumentar linearmente com a idade de corte (16 a 27%), enquanto, o teor de PB diminui com o avanço na idade da planta, pois, dos 42 aos 98 dias, encontraram uma variação entre 28 e 12%. Segundo os mesmos autores, os teores de fibra observados entre 42 e 98 dias foram de 53 a 42% FDN e de 29 a 40% FDA, enquanto a digestibilidade da MS apresentou uma variação de 95 a 76%, justificado pela constatação que aos 98 dias as plantas não haviam iniciado a floração, e o caule encontrava-se relativamente tenro, sugerindo baixa lignificação do mesmo (Nascimento et al., 2001).

No caso da planta denominada sabiá, esta pertence à família Mimosaceae, alcança a altura de sete a oito metros e diâmetro à altura do peito de 20 centímetros. Tem aspecto entouceirado e boa capacidade de rebrota é bastante esgalhada, com ramos contendo acúleos de pontas agudas e recurvadas os quais desaparecem nos troncos de idade avançada, apesar de registros de mutações (Lorenzi, 2000; Mendes, 2001; Maia, 2004). A folhagem do sabiá é nutritiva com até 17% de proteína bruta e satisfatoriamente palatável. Pode constituir até 70% do volumoso ingerido pelos ruminantes sob pastejo no período das águas, e consumida em menor quantidade ao se desprender dos ramos após senescência na época seca (Araújo Filho et al., 1998; Mendes, 2001; Maia, 2004). A literatura recomenda o uso do sabiá na forma de feno como alimento alternativo para animais no período seco (Pereira, 1998; Vieira, 2000).

Outra forrageira que desperta grande interesse é a jitirana, pertencente à família das convolvuláceas, gênero *Merremia* ou *Ipomoea*, e entre as várias espécies, destaca-se a jitirana peluda (*Merremia aegyptiae*) e jitirana lisa (*Ipomoea glabra*), planta de caule frequentemente espinhoso, vegetação rasteira, com suas hastes e flores em aspecto de tabuleiro, encontrado em campos e caatingas, sendo uma planta forrageira nativa da região nordeste do Brasil (Braga, 1976). Palatável, suculenta e de odor agradável, apresenta ótima aceitação pelos animais. A jitirana lisa apresenta valores médios de 17,55% MS, 17,06% PB, 8,45% MM, 4,20% EE, 46,57% FDN e 33,77% FDA (Barbosa, 1997); enquanto o feno de jitirana peluda apresenta valores médios de 92,80% MS, 10,54% MM, 13,47% PB, 34,40% FB, 8,31% EE, 33,28% ENN, correspondendo a valores médios de digestibilidade da MS, PB, FB, EE e ENN em torno de 46,08%, 73,42%, 24,34%, 47,85% e 57,32%, respectivamente (Araújo et.al., 1996). Nas condições peculiares da região semi-árida devido à estacionalidade de produção de forragens, a jitirana é considerada uma alternativa promissora para a produção de silagem e de feno, analogamente, in natura ou pré-seca, opcional para o aumento do teor de proteína das dietas dos animais, além de fornecer quantidades razoáveis de cálcio e fósforo.

Portanto, todas as forrageiras do semi-árido demonstram satisfatório potencial para serem utilizadas como parte da dieta de várias espécies animais, no entanto, é ainda necessária melhor caracterização dos seus constituintes nutricionais e seus efeitos sobre o desempenho produtivo, bem como de sua disponibilidade e interação dietética com outros alimentos.

## Literatura Citada

- Agricultural And Food Reserch Council – AFRC. **Energy and Protein Requeriments of Ruminants**. London, 1992. 159p.
- Angel, C.R. A Review of Ratite Nutrition. **Animal Feed Science Technology**, 60, 246-246, 1996.
- Araújo, E.C., Vieira, M.E.Q., Pimentel, A.L. Valor nutritivo e consumo voluntário de forrageiras nativas da região semi-árida de Pernambuco. IV - Jitirana. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 33, 1996. **Anais...** Fortaleza: SBZ, p. 260-262, 1996.
- Araújo, S.A.C.; Dominicis, B. B; Oliveira, V. C. Sistemas CNCPS para avaliação da qualidade de forrageiras tropicais. **Pubvet**. v. 2, n. 10, 2008.

- Araújo Filho, J.A.; Gadelha, J. A.; Silva, N. L.; Pereira, R. M. A. Efeito da Altura e Intervalo de Corte na Produção de Forragem da Cunhã (*Clitoria ternatea*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 6, p. 979-982, 1994.
- Araújo Filho, J. A., Carvalho, J. A., Cavalvante, A. C. R. Fenologia e valor nutritivo de espécies leguminosas caducifólias da caatinga. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 35, 1998. **Anais...** Botucatu, SP, SBZ, p.360-362. 1998.
- Barnes, E. M., The intestinal microflora of poultry and game birds during life and after storage. **J. Appl. Bacteriol.** n.46, p.407-419. 1979.
- Bezuidenhout, A. J.; Van Aswegen, G. A light microscopic and immunocytochemical study of the gastrointestinal tract of the ostrich (*Struthio camelus* L.). Onderstepoort, **Journal of Veterinary Research**, n.57, p.37-48, 1990.
- Barbosa, H.P. **Tabela de Composição de Alimentos do Estado da Paraíba: Agropecuária.** João Pessoa: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Paraíba, 1997, 165p.
- Braga, R. **Plantas do Nordeste - Ceará.** Fortaleza: Editora Universitária, 1976. 540p.
- Brand, T.S.; Nell, C.J.; Van Schalkwyk, S.J. The effect of dietary energy and protein level on the production of growing ostriches. *38th Congress of the South African Society of Animal Science.* **The South African Journal of Animal Science**, 2000.
- Bedford, M.R.; Morgan, A.J. The use of enzymes in poultry diets. **Wid's Poult. Sci. J.**, n.52, p.61-69, 1996.
- Cillers, S.C.; Sales, J.; Hayes, J.P.; Chwalibog, A. et al., 1998. Comparison of metabolisable energy values of different foodstuffs determined in ostriches and poultry. **British Poultry Science**, v.40, n.4, p. 491-494. 1998.
- Cillers, S.C.; Hayes, J.P.; Maritz, J.S. et al. True and apparent metabolizable energy values of Lucerne and yellow maize in adult roosters and mature ostriches (*Struthio camelus*). **Animal Production**, v.59, p.309-313, 1994.
- Cilliers, S.C.; du Preez, J.J.; Maritz, J.S. et al. Growth curves of ostriches (*Struthio camelus*) from Oudtshoorn in South Africa. **Animal Science**, n.61, p.161-164, 1995.
- Cook, S.I.; Sellin, J.H., Review article: short-chain fatty acids in health and disease. **Aliment. Pharmacol. Ther.** n.12, p.499-507, 1998.
- Cooper, R.G.; Horbanczuk J.O. Anatomical and physiological characteristics of ostrich (*Struthio camelus var. domesticus*) meat determine its nutritional importance for man. **Animal Science Journal** , n.73, p.167-173. 2002.
- Cumming, J. H., Macfarlane, G.T., Role of intestinal bacteria in nutrient metabolism. **J. Parenter. Enteral. Nutr.** , n.21, p.357-365, 1997.

- D'Mello, J.P.F.; Acamovic, T. *Leucaena leucocephala* in poltry nutrition. A review. **Animal Feed Science Technology**. n.26, p.1-28. 1989.
- D'Mello, J.P.F.; Taplin, D.E. *Leucaena leucocephala* in poltry diets for the tropics. **World Rev. Animal Production**. n.14, p. 41-47. 1978.
- Józefiak, D.; Rutkowski, A.; Martin, S.A., Carbohydrate fermentation in the avian ceca: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v.113, n.1-4, p.1-15, 2004.
- Franzolin Neto, R. **Valor nutritivo e toxicidade da *Leucaena leucocephala* determinado em ovinos**. Pirassununga, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo (Dissertação). 1984. 96p.
- Garcia Neto, M., **Sistemas produtivos de avestruzes. In: Seminário Paulista De Estruticultura**. ABRE - Pesquisa e Estudos Direcionados a Estruticultura, São Paulo. 2006. 23p.
- Goering, H.K.; Van Soest, P.J. Forage fibre analyses (apparatus, reagents, procedures, and some applications). **Agriculture Handbook**. n. 379, Agric. Res. Serv., USDA, Washington, DC, USA, 1975. 20p.
- Herd, R. M.; Dawson, T. J. Fibre digestion in the emu *Dromaius novaehollandies*, a large bird with a simple gut and high rates of passage. **Physiol. Zool**. n.57., p. 70-84, 1984.
- Huntngton, J.A.; Givens, D.I. The in situ technique for studying rumen degradation of feeds: a review of the procedure. **Nutr. Abst. Rev.** (Series B), v.65, p.63-95, 1995.
- Hussain, J.; Satyanarayana Reddy, P.V.V.; Reddy, V. R. Utilisation of leucaena leaf meal by broilers. **British Poultry Science**. n.32, p. 131 – 137. 1991.
- Jamroz, D.; Wiliczekiewicz, A.; Skorupińska, J., Fermentation and apparent digestion of the structural carbohydrates in chicks ducks and geese fed triticale mixtures supplemented with enzymes. **J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.** 79, 1–17. 1998.
- Lila, Z. A.; Mohammed, N.; Takahashi, T; Yasui, T., Increase of ruminal fiber digestion by cellobiose and a twin strain of *Saccharomyces cerevisiae* live cells *in vitro*. **Japanese Society of Animal Science Journal**. n. 77, p.407- 413. 2006.
- Lorenzi, H. **Árvores Brasileiras – Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. V.1. 3ªed. Editora Plantarum. Nova Odessa – SP. 2000. 368 p.
- Maia, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. São Paulo: DeZ Computação Gráfica e Editora, 2004. 413p.
- McDougall, E.I. Studies on ruminant saliva. 1. The composition and output of sheep's saliva. **Biochemistry Journal**, v.43, p.99, 1948.
- Mendes, B. V. **Plantas da Caatinga: imbuzeiro, juazeiro e sabiá**. Mossoró: Fundação Vinght Unt Rosado, 2001. 110p. (Coleção Mossoroense).

- Mitidieri, J. **Manual de gramíneas e leguminosas para pastos tropicais**. São Paulo, 1983. 198p.
- Mitsuoka, T.; Itoh, K.; Lee, W. K. et al. Intestinal bacteria antagonistic to *Clostridium difficile* in mice. **Laboratory Animals**, v.21. p. 20-25, 1987.
- Mitsuoka, T.; Kaneuchi, C. Ecology of the bifidobacteria. **The American Journal of Clinical Nutrition**. n.30, p.1799-1810, 1977.
- Nascimento, H.T.S.; Nascimento, M.P.S.C.B.; Ribeiro, V.Q. Valor nutritivo do mato-pasto (*Senna obtusifolia* (L.) Irwin & Barneby) em diferentes idades. Teresina, Embrapa Meio-Norte - **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, n.33, 2001. 18 p.
- Nheta, C.; Topps, J. H.; Dzama, K., Kusina, J.; Mugabe, P. H. In vitro digestibility using caecal liquor of diets containing poor quality roughages and green forages fed to domesticated ostriches (*Struthio camelus var. domesticus*). **Animal Feed Science and Technology**, n.119, p.283-291, 2005.
- Orskov, E.R.; Hovell, F.D. de B. The use of nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. **Trop. Anim. Prod.**, v.5, p.195-223. 1980.
- Pereira, V. L. A. **Valor nutritivo do “mulch” e do fino de sabiá. (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth) inerme e com acúlios**. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1998. 67p. (Dissertação).
- Prosky, L. When is dietary fibre considered a functional food? **Biofactors**, n.12, p.289-297. 2000.
- Snizek, J.R.P.N; Rutz, F.; Brum, P.R.; et al. Soja integral destituída do fator anti-nutricional kunitz na alimentação de poedeiras semi-pesadas. **Revista Brasileira de Agrociência**. v.5, n. 2, p.: 111-113. 1999.
- Souza, J. D. S, Ferreira, W. M.; Alchinger, A., Aspectos estratégicos da nutrição e alimentação de avestruzes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 3, n. 5, p.361-367. 2006.
- Stevens, C. E.; Hume, I. D., Contributions of Microbes in Vertebrate Gastrointestinal Tract to Production and Conservation of Nutrients. **Physiol. Rev.** 78: 393-427, 1998.
- Swart, D. **Studies on the hatching, growth and energy metabolism of the ostrich chick (*Struthio camelus*)**. PHD Thesis. University of Stellenbosch, Stellenbosch, South Africa. 1988. 123p.
- Swart, D.; Siebrits, F. K.; Hayes, J. P. Utilization of metabolizable energy by ostrich (*Struthio camelus*) chicks at two different concentrations of dietary and crude fibre originating from leucerne. **South African Journal of Animal Science**, v. 23, n. 5/6, p.136-141, 1993.
- Tilley, J.M.A.; Terry, R.A. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. **Journal British Grassland Society**, v.18, p.104-111, 1963.

- Ullrey, D. E.; Allen, M. E. Nutrition and feeding of ostriches. **Animal Feed Science Technology**, n.59, p.27-36, 1996.
- Van Der Meer, J. M. Physical methods in the study of cell wall structures and wall degradation. In: Proceedings of a Workshop Held in Perignat-les-Sarlieves. 1989. 12p.
- Van der Wielen, P.W.; Biesterveld, S.; Lipman, L.J.A. et al. Inhibition of a glucose-limited sequencing fed-batch culture of *Salmonella enterica* Serovar Enteritidis by volatile fatty representative of the ceca of broiler chickens. **Appl. Environ. Microbiol.**, n.67, p.1979-1982, 2001.
- Van Soest, P. J.; Lewis, J.B. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **J. Dairy Sci.** v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- Van Soest, P. J., **Nutritional Ecology of the Ruminant**. New York (USA), 2<sup>a</sup> Ed., Cornell University Press. 1994. 476p.
- Vieira, E. L. **Composição química e digestibilidade *in situ* de forrageiras e seletividade de bovinos em bosques de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth), nos períodos chuvoso e seco**. Universidade Federal Rural do Pernambuco, Recife, 2000. 56p. (Dissertação).
- Vohra, P. Information on ostrich nutritonal needs still limited. **Feedstutts**, v. 64, n.28, p. 16-17, 1992.
- Yu Lan, C.; Williams, B. A.; Tamminga, S.; Boer, H. A. A., In vitro fermentation kinetics of some non-digestible carbohydrate by the caecal microbial community of broilers. **Animal Feed Science and Tecnology**, n. 123-124. p. 687-702. 2005.

## CAPÍTULO I

### DIGESTIBILIDADE *IN VITRO* DA JITIRANA UTILIZANDO INÓCULO CECAL DE AVESTRUZES

**Resumo:** O estudo objetivou avaliar a digestibilidade *in vitro* da jitirana usando inoculo cecal de avestruzes através de delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial (4x2), sendo os fatores de variação quatro diferentes idades de corte (60, 75, 90 e 105 dias) e a forrageira em duas formas de uso, *in natura* ou em feno. Os parâmetros avaliados para a digestibilidade *in vitro* foram matéria seca (DIVMS), proteína bruta (DIVPB), proteína insolúvel em detergente neutro (DIVPIDN), fibra em detergente neutro (DIVFDN) e da fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (DIVFDNcp). Houve interação significativa para digestibilidade da matéria seca e frações protéicas da jitirana, obtendo-se valores médios para DIVMS, DIVPB e DIVPIDN, respectivamente de 59,57%; 28,07% e 21,7%. Não foram observadas interações significativas para a digestibilidade da fração fibrosa da jitirana, obtendo-se valores médios de DIVFDN e DIVFDNcp, respectivamente de 45,20% e 49,83%. Em relação às diferentes idades de corte da jitirana, para a planta *in natura* os valores de DIVMS obtidos variaram entre 71,75% e 53,87%, enquanto para a planta fenada os valores obtidos variaram entre 61,36% e 50,23%. Conclui-se que tanto para a planta *in natura* como para o feno de jitirana, a idade de corte aos 60 dias propiciou os melhores resultados de digestibilidade quando comparado com idade de corte aos 105 dias, como consequência de uma melhor qualidade e disponibilidade nutricional para atividade fermentativa cecal.

**Palavras-chave:** *Merremia aegyptia* L. Urban, *Struthio camelus* var. *domesticus*

### ***IN VITRO DIGESTIBILITY OF JITIRANA USING CAECAL LIQUOR OF OSTRICHES***

**Abstract:** This study aimed to assess the digestibility *in vitro* of jitirana using ostriches caecal liquor in entirely randomized design on factorial schedule (4x2), with repetition, through on four different cut age of forage (60, 75, 90 and 105 days old) with two jitirana types, *in natura* or hay forms. The parameters evaluated for the *in vitro* digestibility were dry matter (DIVMS), crude protein (DIVPB), neutral detergent insoluble protein (DIVPIDN), neutral detergent fiber (DIVFDN) and the neutral detergent fiber corrected to ash and protein (DIVFDNcp). There were significant interaction between cut age of plant and jitirana type to the digestibility of dry matter and proteic fractions, and so the means values obtained to the DIVMS, DIVPB and DIVPIDN were 59.57, 28.07 and 21.7%, respectively. No were observed significant interaction to the *in vitro* digestibility of fiber fraction, and so the means values obtained to the DIVFDN and DIVFDNcp were 45.20 and 49.83% respectively. In relation to the different CUT age of jitirana plant, for the *in natura* type the DIVMS variation means showed values between 71.75% and 53.87%, while the jitirana hay type the DIVMS variation means showed values between 61.36% and 50.23%. It can be concluded to both jitirana type, *in natura* or hay forms, the cut age on 60 days old propitiated the best values of digestibility when compared to the cut age on 105 days old, as a result of the higher available and nutritional quality and propitiating a better fermentative caecal activity.

**Key words:** *Merremia aegyptia* L. Urban, *Struthio camelus* var. *domesticus*

## 1 Introdução

De acordo com os dados recentemente disponibilizados pela ACAB (2006), foi significativo o aumento do número de registros de criadouros comerciais de avestruz (*Struthio camelus var. domesticus*) no Brasil, desde a promulgação da Instrução Normativa 02 do MAPA em 2003 que regulamenta a criação de ratitas no território nacional. Esse aumento pode ser explicado pela perspectiva de boa rentabilidade, em virtude do potencial zootécnico, da rusticidade, valor comercial da carne, couro, plumas, gordura e dos ovos desta espécie.

Na Região Nordeste esta atividade pecuária gerou grande expectativa econômica, pois a criação comercial de avestruzes surge como uma alternativa de diversificação e integração de sistemas produtivos dentro das propriedades do semi-árido, respeitando-se os conceitos de viabilidade na produção, ecologicamente sustentável e socialmente justa. Porém, pesquisas e estudos relativos às exigências nutricionais do avestruz e dos alimentos que melhor suprem estas exigências ainda são limitadas. Não se pode considerar eficiente a comparação com outros animais, pois os avestruzes possuem uma estrutura anatômica e digestiva muito peculiar, com a capacidade muito próxima aos ruminantes em digerir a fibra dietética, em virtude da simbiose microbiana no intestino grosso. Segundo Cooper (2004), trata-se de uma característica adaptativa para sobrevivência em ambientes semi-áridos, com pouca oferta de alimentos e pastagem de baixo valor nutricional, promovendo o aproveitamento da série de reações energéticas catalisadas pela atividade fermentativa da microbiota do ceco e cólon.

Para os estrutiocultores os custos com alimentação são frequentemente altos pela grande dependência do binômio milho e soja, e desta maneira, em função das características fisiológicas do trato digestório destas aves ratitas, existe um grande interesse no uso de eventuais substitutivos ou alimentos regionais. Assim, os produtores devem ser incentivados ao uso de novas dietas para avestruzes, na intenção de estabelecer formas eficientes e eficazes de propiciar programas de alimentação de mínimo custo ou lucro máximo, baseados no uso de forrageiras nativas em sistemas de produção de avestruzes no semi-árido nordestino. Para tanto, o respaldo técnico-científico para utilização de estratégias nutricionais que representem um subsídio para a melhoria do desempenho e rentabilidade dos sistemas de produção animal inseridos em regiões peculiares como o nordeste, sustenta-se em pastagens e capineiras compostas por forrageiras não-convencionais, cujo melhor conhecimento em termos de disponibilidade e potencialidade destas forrageiras adaptadas à região semi-árida, pode expressar um diferencial significativo aos sistemas de produção animal (Lima et al., 2002).

A vegetação nativa do semi-árido brasileiro, denominada caatinga, é composta de plantas xerófilas, decíduas, com um padrão arbóreo a arbustivo ou herbáceo estacional (Vasconcelos, 1997). Por sua abundância e resistência a seca, essa vegetação tem sido historicamente utilizada para a alimentação animal e o reconhecimento do alto potencial forrageiro destas plantas poderá produzir quantidades consideráveis de biomassa de bom valor nutritivo, conduzindo ao desenvolvimento de sistemas agropecuários que integrem o uso de forrageiras locais com outros alimentos convencionais (Devendra, 1990). O bioma caatinga tem revelado este potencial forrageiro, como a jiterana (*Merremia aegyptia* L. Urban), uma planta suculenta, de odor agradável, boa aceitabilidade por parte dos animais e abundante regionalmente (Braga, 1976). Seu potencial nutritivo deve ser amplamente explorado, pois, apenas a composição químico-bromatológica não é suficiente para avaliar sua qualidade (Harris, 1970), e assim, a digestibilidade dos nutrientes torna-se fundamental para determinar sua limitação de uso para animais de interesse zootécnico.

Para o pleno conhecimento deste potencial determina-se a composição química e a digestibilidade dos nutrientes, sendo a linha de pesquisa em avaliação de alimentos sustentadora de parâmetros fundamentais para qualquer sistema de produção animal visando maior eficiência e rendimento (Nunes et al., 2005; Poppi et al., 2000), especialmente, pela escassez de informações técnico - científicas sobre nutrição e alimentação de avestruzes. As pesquisas de avaliação de alimentos, tendo como foco o uso de alimentos fibrosos, permitem vislumbrar perspectivas de complementação ou substituição parcial de ingredientes para suprir as exigências nutricionais destas aves, sem o comprometimento do desempenho produtivo, reprodutivo ou sanidade. Desta maneira, ensaios de digestibilidade *in vivo* que revelam tal potencial para a produção animal são métodos valiosos, porém, requerem excessivo uso de animais, alimentos, mão de obra, tempo e elevado custo financeiro, limitando a aplicabilidade e frequência destes estudos com avestruzes (Nheta et al., 2005).

Portanto, tornou-se amplo e emergente o uso da técnica *in vitro* para a avaliação de alimentos para animais, no presente estudo, o uso de conteúdo cecal de avestruzes como fonte de inoculadora em processo fermentativo ou incubação laboratorial, adaptado de um procedimento similar à técnica usada com animais ruminantes. Considerando a proposição de gerar informações sobre o uso de espécies forrageiras típicas da região semi-árida do nordeste, através dos coeficientes de digestibilidade *in vitro*, justifica-se a hipótese experimental, através de inferências sobre composição nutricional da jiterana em diferentes idades de corte e sob duas formas físicas, *in natura* (verde) e desidratada (feno).

## 2 Material e Métodos

A simulação do processo de digestão realizada por uma série de procedimentos laboratoriais de incubação *in vitro* em amostras do alimento em líquido ruminal, técnica desenvolvida por Tilley e Terry (1963), foi adaptada para avaliação da digestibilidade *in vitro* da jirirana com inóculo cecal de avestruzes. Os tratamentos experimentais foram constituídos de amostras de jirirana, em seu estado *in natura* e sob a forma de feno, obtidos a partir de quatro diferentes idades de corte à campo, 60, 75, 90 e 105 dias, através de delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial (4x2) com 4 repetições. Amostras representativas e compostas da forrageira do experimento foram trituradas em moinho tipo willey para um tamanho de partícula inferior a 2 mm, sendo utilizado 0,5g de amostra por tubo (Tilley e Terry, 1963), e submetidas à digestibilidade “*in vitro*” mediante técnica de incubação com inóculo cecal de avestruzes. As amostras de forragem e conteúdo cecal dos avestruzes, foram analisadas quanto aos teores de fibra detergente neutro (FDN) de acordo com recomendações de Van Soest et al. (1991). A proteína bruta (PB), matéria seca (MS) e matéria mineral (MM) foram determinadas conforme métodos e técnicas descritas pela AOAC (1990). As amostras foram analisadas também em fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (FDNcp) e proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) de acordo com métodos e técnicas descritas por Silva e Queiroz (2002).

O inóculo cecal para a incubação foi obtido a partir de um lote uniforme de vinte avestruzes machos com idade média de 12 meses, alimentados com dieta à base de ração concentrada (milho e soja) e acesso livre ao pastejo (capim elefante). O conteúdo cecal usado como inóculo foi coletado manualmente em abatedouro comercial, a partir da evisceração das carcaças, pela identificação e contenção do compartimento digestivo, e posteriormente, a coleta mediante filtragem do conteúdo cecal em tecido de algodão porosidade grossa, de forma a obter menor quantidade de partículas “grosseiras”, então armazenadas em garrafas térmicas previamente aquecidas e mantidas em condição de anaerobiose, e conduzidas em recipientes hermeticamente isolados ao laboratório para incubação do material experimental (Nheta et al., 2005). No laboratório, o inóculo cecal foi filtrado através de duas camadas de gazes de algodão sob injeção contínua de CO<sub>2</sub> e mantido em banho maria a 39°C. A digestibilidade *in vitro* da forragem em suas diferentes idades de corte foi determinada usando-se a técnica Tilley e Terry Reversa (TTR) proposta por Van Der Meer (1989) e

validada por Nheta et al. (2005), para simular atividade fermentativa microbiana em animais de ceco funcional, reproduzindo *in vitro* com fidelidade o processo digestório em avestruzes.

No processo de incubação utilizou-se vidraria tipo erlenmeyer adaptada com rolhas de borracha e válvula de bunsen, para conter 40 ml de solução tampão artificial de “McDougall”, 10 ml de líquido filtrado do inóculo cecal de avestruz, 0,5 g de amostra de jitirana, na proporção de 4:1 para manter o pH do meio dentro dos limites normais de fermentação encontrados no conteúdo cecal de avestruzes. A solução tampão e o inóculo foram previamente misturados, adicionando-se CO<sub>2</sub> para baixar o pH até 6,7 a 6,9 e mantendo-se a condição de anaerobiose (“borbulhamento” de CO<sub>2</sub>), posteriormente, levados a temperatura de 39°C em estufa de circulação forçada de ar durante 48 horas, agitando levemente os tubos 4 vezes durante esse tempo de fermentação, período em que observa-se as melhores correlações entre a digestibilidade *in vivo* e a *in vitro*. Foram preparados também repetições sem amostras do alimento (controle - branco), adicionando-se apenas solução tampão e líquido cecal, visando maior precisão dos coeficientes de digestibilidade *in vitro* da matéria seca, frações protéicas e fibrosas da jitirana, ou seja, monitorar o inóculo cecal e corrigir o resíduo indigerido no cálculo final da digestibilidade (Silva e Queiroz, 2002).

Os resíduos de fermentação foram obtidos por filtragem em cadinhos filtrantes de porosidade 1, foram secos por 12 horas e pesados para calcular os valores de digestibilidade da matéria seca. Após este primeiro estágio da digestibilidade *in vitro*, a digestão com pepsina ácida foi substituída pelo tratamento com solução detergente neutro em aparelho digestor, removendo o conteúdo celular das amostras, permanecendo apenas a parede celular como resíduo, e determinando assim a digestibilidade das frações fibrosas, através da transferência destes resíduos para digestores de fibra seguindo-se a técnica para determinação da fibra em detergente neutro, bem como a determinação do nitrogênio total e teores de matéria mineral (Goering e Van Soest, 1975). Assim, os coeficientes de digestibilidade *in vitro* foram determinados pela diferença entre o conteúdo de nutrientes antes e após a incubação, expresso em base de matéria seca (Van Der Meer, 1989; Nheta et al., 2005).

A análise estatística dos dados foi realizada através do programa computacional SAEG – Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas (UFV, 2000), usando procedimento de regressão polinomial em função das quatro idades de corte da jitirana no campo, e a análise de variância e teste de Duncan em função da forma física da jitirana, em nível de 5% de probabilidade, com desdobramento ou não das médias conforme a significância da interação entre os tratamentos estabelecidos na hipótese experimental.

Tabela 1. Composição Químico-Bromatológica da Jitirana *in natura* (JIN) ou feno (JFE) em diferentes idades de corte (IC) em dias.

Nutrientes	Jitirana In Natura (JIN)				Jitirana Feno (JFE)			
	IC45	IC60	IC75	IC90	IC45	IC60	IC75	IC90
MS %	10,82	11,20	11,40	12,30	90,01	90,20	90,40	91,06
PB % *	23,99	20,52	20,11	18,26	21,31	19,62	18,96	15,51
PIDN % **	28,08	30,64	32,53	35,91	20,68	26,01	32,69	34,71
FDN % *	66,72	67,80	68,21	71,64	65,63	66,59	69,05	72,98
FDNcp % *	61,22	61,69	63,82	66,48	62,01	62,37	63,96	67,09

\* expressos em base de matéria seca (MS)

\*\* expresso em base de fibra em detergente neutro (FDN)

Tabela 2. Valores médios de digestibilidade *in vitro* para matéria seca (DIVMS), proteína bruta (DIVPB), proteína insolúvel em detergente neutro (DIVPIDN), fibra em detergente neutro (DIVFDN) e fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (DIVFDNcp).

DIV	Jitirana In Natura (JIN)				Jitirana Feno (JFE)				CV
	IC 60	IC 75	IC 90	IC 105	IC 60	IC 75	IC 90	IC 105	%
MS % <sup>1,2</sup>	71,75 <sub>a</sub>	68,17 <sub>b</sub>	59,83 <sub>d</sub>	53,87 <sub>f</sub>	61,36 <sub>c</sub>	58,21 <sub>e</sub>	53,17 <sub>f</sub>	50,23 <sub>g</sub>	1,21
PB % <sup>3,4</sup>	40,13 <sub>a</sub>	34,73 <sub>b</sub>	27,86 <sub>c</sub>	22,23 <sub>e</sub>	34,29 <sub>b</sub>	26,91 <sub>d</sub>	20,23 <sub>f</sub>	18,21 <sub>g</sub>	1,54
PIDN % <sup>5,6</sup>	26,31 <sub>a</sub>	24,49 <sub>b</sub>	21,75 <sub>c</sub>	19,95 <sub>d</sub>	26,04 <sub>a</sub>	22,33 <sub>c</sub>	16,95 <sub>e</sub>	15,77 <sub>f</sub>	2,93
DIV	Idade de Corte (IC) dias				Tipo da Jitirana		CV		
	IC 60	IC 75	IC 90	IC 105	In Natura (JIN)	Feno (JFE)	%		
FDN % <sup>7</sup>	47,37 <sub>a</sub>	46,39 <sub>a</sub>	44,42 <sub>b</sub>	42,61 <sub>c</sub>	45,86 <sub>a</sub>	44,54 <sub>b</sub>	1,16		
FDNcp % <sup>8</sup>	51,03 <sub>a</sub>	50,70 <sub>a</sub>	49,48 <sub>b</sub>	48,08 <sub>c</sub>	51,24 <sub>a</sub>	48,40 <sub>b</sub>	0,77		

<sup>a, b, c, d, e, f, g</sup> \_ medias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem significativamente pelo teste de Duncan (P<0,05)

1\_ eq. linear IC (JIN):  $y = 97,4965 - 0,413188X$  ( $R^2 = 97,24$ ); 2\_ eq. linear IC (JFE):  $y = 76,8868 - 0,256267X$  ( $R^2 = 95,72$ )

3\_ eq. linear IC (JIN):  $y = 64,5598 - 0,403894X$  ( $R^2 = 99,50$ ); 4\_ eq. linear IC (JFE):  $y = 55,1158 - 0,366118X$  ( $R^2 = 94,17$ )

5\_ eq. linear IC (JIN):  $y = 34,6133 - 0,140037X$  ( $R^2 = 93,53$ ); 6\_ eq. linear IC (JFE):  $y = 40,6992 - 0,246738X$  ( $R^2 = 95,54$ )

7\_ eq. linear (IC):  $y = 54,1379 - 0,108300X$  ( $R^2 = 81,34$ ); 8\_ eq. linear (IC):  $y = 55,3739 - 0,124672X$  ( $R^2 = 74,33$ )

### 3 Resultados e Discussão

Com relação à composição químico-bromatológica da jirirana apresentada na Tabela 1, pode-se constatar que existe tendência de elevação no teor de matéria seca da forrageira proporcional a maturação da forrageira *in natura*, em contraste com teores constantes propiciados pelo processo de fenação, o que está de acordo com conceito de conservação da forragem para utilização em períodos posteriores (Lima, 2006). Observa-se, também, na Tabela 1 que os teores de proteína tenderam a diminuir enquanto os teores de fibra tenderam a aumentar com avanço na idade de corte da jirirana, independente da forma de apresentação da forrageira, característica comum a uma ampla variedade de forragens. Conseqüentemente, os teores de PIDN sempre foram maiores que os teores de PB pelo fato de serem expressos na base de FDN, e assim, também tenderam a aumentar com avanço na idade de corte, devido à complexação ou lignificação de componentes protéicos na parede celular (Deschamps, 2001) indisponibilizando a PB às bactérias responsáveis pela degradação. Também se sugere que a fenação não foi perfeitamente exequível em função da perda de conteúdo ou líquido celular, bem como a diminuição na relação folha:caule das plantas, fazendo com que os teores de proteína do feno fossem menores em relação a planta *in natura*. Por sua vez, os teores de FDN<sub>cp</sub> apresentaram médias inferiores aos valores de FDN, devido a correção efetuada pela subtração dos componentes nitrogenados e minerais presentes na parede celular, mas não apresentaram a mesma tendência de elevação dos componentes fibrosos com avanço na idade de corte, independente da forma de apresentação da jirirana, devido ao processo de fenação ter pouca influência sobre o aspecto quantitativo da fibra do alimento, apenas conservando o material original por desidratação simples (Reis et al., 2001). Segundo Pedreira (1995), as características intrínsecas da parede celular, representadas pelas proporções entre aspectos físicos e as frações constituintes influenciam a digestibilidade das forrageiras, ao constatar uma diminuição na digestibilidade de proteína correlacionada ao aumento na quantidade de fibra. Tais correlações podem ser corroboradas por Barbosa (1997) ao observar que a jirirana *in natura* apresentou médias de 17,55% MS, 17,06% PB, 46,57% FDN; enquanto Araújo et al. (1996) verificou que o feno de jirirana apresentou médias de 92,80% MS, 13,47% PB e 44,40% FB, proporcionando

com animais ruminantes coeficientes médios de digestibilidade da MS, PB, FDN, em torno de 46,08, 73,42 e 34,34%, respectivamente.

A partir da prerrogativa da disponibilidade de nutrientes sobre os coeficientes de digestibilidade, o fracionamento nutricional da jitrana foi determinante para os valores de digestibilidade *in vitro* (MS, PB e PIDN), verificando-se na Tabela 2 a interação significativa e efeito linear decrescente para idade de corte, ao considerar as duas formas físicas de jitrana. Os melhores valores DIVMS, DIVPB e DIVPIDN foram obtidos com a jitrana *in natura* com idade de corte aos 60 dias enquanto os piores valores foram obtidos com o feno de jitrana com idade de corte aos 105 dias. A mesma inferência pode ser feita para os valores médios de digestibilidade *in vitro* da FDN e FDNcp (Tabela 2), mas não houve interação significativa, constatando-se apenas efeito linear decrescente para idades de corte, independente do tipo de jitrana. Os melhores valores DIVFDN e DIVFDNcp foram obtidos com a forragem na idade de corte de 60 dias e os piores valores foram obtidos com a forragem na idade de corte de 105 dias, e a jitrana *in natura* apresentou melhor digestibilidade comparado ao feno. As diferenças nos resultados de digestibilidade entre as idades de corte devem-se principalmente à FDN, que mostrou relação negativa com a DIVMS, concordando com as observações de Pehrson e Faber (1994). Os valores de DIVPB da jitrana em relação aos valores PB na análise químico-bromatológica indicaram considerável quantidade de proteína não digerida, principalmente com o avançar da idade de corte. Isto representa também aumento no teor de FDN na planta (Tabela 1), e que por sua vez pode estar associado a fatores inibidores ainda não totalmente identificados, a exemplo, certos elementos complexados às pentosanas solúveis de algumas plantas influenciam a digestibilidade de proteínas e lipídios, no entanto, (Choct et al., 1992). Os melhores resultados de digestibilidade *in vitro* para matéria seca e fração protéica e fibrosa com inóculo cecal de avestruzes foi proporcionado pela jitrana *in natura* em relação ao feno, e simultaneamente houve redução na digestibilidade com o avanço na idade de corte, dos 60 aos 105 dias. Portanto, os efeitos observados estão relacionados aos níveis nutricionais da jitrana submetida à incubação *in vitro* com biomassa microbiana de ampla atividade fermentativa específica por substrato, a saber, um conjunto completo de biocatalisadores para degradação das frações protéica e fibrosa (Van Soest, 1994), o que corrobora a caracterização de avestruzes como herbívoros não-ruminantes de ceco funcional.

Os aspectos quantitativos e qualitativos da fibra dietética influenciam a disponibilidade de nutrientes dos alimentos fibrosos em dietas de avestruzes, especialmente a partir de inferências sobre a composição em celuloses, hemiceluloses, oligossacarídeos complexos, substâncias pécnicas, e outros que propiciam a geração de ácidos graxos voláteis a partir da fermentação pela microbiota cecal para o aproveitamento de energia, no entanto, influenciam também a manutenção do padrão peristáltico intestinal e a própria simbiose microbiana em animais não-ruminantes de ceco funcional (Arruda et.al., 2008). Já os níveis de proteína bruta têm sido usados para prever a disponibilidade dos aminoácidos essenciais e limitantes, pois a degradação da fração protéica ligada à parede celular para prever a capacidade de utilização de aminoácidos totais para o metabolismo microbiano e suprimento ao hospedeiro, ou seja, o aproveitamento dos aminoácidos em relação à proteína depende da digestibilidade enzimática e microbiana, e aproveitamento de compostos nitrogenados dietéticos e endógenos em não-ruminantes de ceco funcional. A quantidade de proteína associada à fração fibrosa influencia a atividade das proteases microbianas devido a alta dependência da ação fibrolítica a qual se revela variável de acordo com grau de complexação de seus componentes, distintas taxas de degradação da proteína e disponibilização de aminoácidos (Miranda et al., 2008).

O presente trabalho ratifica resultados de Pedreira (1995), o qual ressalta que a composição química e a digestibilidade da forragem estão diretamente relacionados à maturidade da planta e magnitude da lignificação da parede celular, uma alteração característica e referente à diminuição nos teores proteína e aumento nos teores de fibra, conseqüentemente, influenciando a qualidade nutricional do alimento volumoso, ou seja, a jitirana, tanto na forma *in natura* quanto na forma de feno, apresentou a mesma tendência de correlação negativa entre idade da planta e digestibilidade *in vitro* das frações nutricionais. Por outro lado, em concordância com Nheta et al. (2005), a adaptação da digestibilidade *in vitro* com inóculo cecal de avestruzes demonstrou ser viável como método laboratorial para avaliar a digestibilidade de alimentos fibrosos para avestruzes, com a perspectiva de manter boa correlação com ensaios *in vivo*, e em concordância com Perez (1997), a um menor custo logístico-operacional na execução destas pesquisas. Assim, a determinação da digestibilidade *in vitro* da matéria seca, frações protéica e fibrosa da jitirana, permitiu determinar o potencial nutritivo desta forrageira para avestruzes, com destaque para a planta mais nova ou menor idade de corte (60 a 105 dias) e a eficiência digestiva em relação à forma de apresentação da jitirana (*in natura* comparado ao feno). Desta maneira, sugere-se que a

jitirana possa ser utilizada na viabilização da estrutuicultura no semi-árido nordestino, comprovando um exemplo de forrageira adaptada às condições de semi-árido e passível de utilização na alimentação destes animais. Vale destacar a necessidade na condução de mais estudos para consolidar banco de dados e informações para produtores, técnicos e pesquisadores envolvidos com tais sistemas produção, e por fim, execução de testes *in vivo* como os ensaios de metabolismo, de desempenho e rendimento produtivo.

#### 4 Conclusões

A melhor qualidade e disponibilidade nutricional da jitirana foi obtida com a forma *in natura* comparada ao feno, bem como para a menor idade de corte desta forrageira, 60 dias em relação aos 105 dias.

#### 5 Literatura citada

- ACAB - **Anuário da Estrutuicultura Brasileira 2005/2006**. São Paulo. 2006. 91p.
- AOAC - Association of Official Analytical Chemistry. **Official Methods of Analysis**, Arlington, VA, USA. 15<sup>th</sup> ed. 1990. 1117p.
- Araújo, E.C., Vieira, M.E.Q., Pimentel, A.L. Valor nutritivo e consumo voluntário de forrageiras nativas do semi-árido de Pernambuco. IV - Jitirana. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 33, 1996. **Anais...** Fortaleza: SBZ, p. 260-262, 1996.
- Arruda, A.M.V.; Ribeiro, L.B.; Pereira, E.S.; Barreto, J.C. Fracionamento dos nutrientes e digestibilidade da energia em alimentos alternativos com equinos adultos. **Revista Caatinga**, v.21, n.1, p.1-10, 2008.
- Barbosa, H.P. **Tabela de Composição de Alimentos do Estado da Paraíba: Agropecuária**. João Pessoa: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Paraíba, 1997, 165p.
- Braga, R. **Plantas do Nordeste - Ceará**. Fortaleza: Editora Universitária, 1976. 540p.
- Choct, M.; Annison, G.; Trimbl, R. Soluble wheat pentosans exhibit different anti-nutritive

- activities in intact and cecectomized broiler chickens. **Journal Nutrition**, v.122, p.2457-2465, 1992.
- Cooper, R.G.; Horbanczuk, J.O. Ostrich nutrition: a review from a Zimbabwean perspective **Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.**, n.23, 1033-1042, 2004.
- Deschamps, F. C.; Brito, C. J. F. A. Qualidade da Forragem e Participação Relativa na Produção de Matéria Seca de Diferentes Frações de Cultivares de Capim-Elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach.). **Rev. Bras. Zootec.**, n.30, p.1418-1423, 2001.
- Devandra, C. **The use of shrubs and tree fodders by ruminants. Shrubs and tree fodders for farm animals.** Ottawa: International Development Research Center, p.24-29, 1990.
- Goering, H.K.; Van Soest, P.J. Forage fibre analyses (apparatus, reagents, procedures, and some applications). **Agriculture Handbook**. n.379, Agric. Res. Serv. USDA, Washington, DC, USA, 20 p. 1975.
- Harris, L. E., **Compilação de dados analíticos e biológicos para o preparo de tabelas de composição de alimentos para uso nos trópicos da América Latina.** Flórida (USA): Centro de Agricultura Tropical. 531p. 1970.
- Lima, G.F.C.; Aguiar, E.M.; Maciel, F.C.; et al. Produção de fenos alternativos para a agricultura familiar no semi-árido nordestino. In: Simpósio Paraibano de Zootecnia, 3, 2002. **Anais...** Areia: UFPB, 2002. 11p.
- Lima, J.L.S. **Plantas Forrageiras das Caatingas – Uso e Potencialidades.** Petrolina: EMBRAPA/CPATSA/ PNE/RBG – KEW, 2006. 28 p.
- Miranda, L.F.; Pereira, E.S.; Rodriguez, N.M.; Gontijo Neto, N.M.; Arruda, A.M.V. Avaliação da composição protéica e aminoacídica de forrageiras tropicais. **Revista Caatinga**, v.21, n.1, p.36-42, 2008.
- Nheta, C.; Topps, J. H.; Dzama, K., Kusina, J.; Mugabe, P. H. In vitro digestibility using caecal liquor of diets containing poor quality roughages and green forages fed to domesticated ostriches (*Struthio camelus var. domesticus*). **Animal Feed Science and Technology**, 119:283-291, 2005.
- Nunes, H.; Zanine, A. M.; Machado, M. M. T.; et al., Alimentos alternativos na dieta de ovinos – **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**. V.15, n.4:141-151, 2005.
- Pedreira, C. G. S. **Plant and animal responses on grazed pastures of “Florakirk” and “Tifton 85” Bermudagrasses** (Thesis PhD). Florida - USA, Florida University State, 1995. 153p.
- Pehrson, A.; Faber, W.E. Individual variation of *in vitro* dry matter digestibility in moose. **J. Range Manage**, n.47, p.392-394, 1994.

- Perez, J.R.O. **Sistemas para a estimativa de digestibilidade in vitro.** In: **Simpósio Internacional de Digestibilidade em Ruminantes.** Lavras: UFLA/FAEPE, p.55-68, 1997.
- Poppi, D. P; France, J; McLennan, S. R. **Intake, passage and digestibility.** In: **Theodorou, M. K; France, J. Feeding systems and feed evaluation modes.** Wallingford: CAB Publishing, cap. 3, p. 35-52, 2000
- Reis, R.A.; Moreira, A.L.; Pedreira, M.S. Técnicas para produção e conservação de fenos de forrageiras de alta qualidade. **Anais do Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas P. 1 – 39.** – Maringá : UEM/CCA/DZO, 2001. 319p.
- Silva, D.J.; A.C. Queiroz. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.** 3º ed. UFV, **Imprensa Universitária.** Viçosa-MG. 2002. 235p.
- Tilley, J.M.A.; Terry, R.A. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. **Journal British Grassland Society**, v.18, p.104-111, 1963.
- UFV - Universidade Federal de Viçosa. **SAEG : Sistema de análise estatísticas e genéticas,** versão 8.0. Viçosa - MG, 2000. 142p.
- Van Der Meer, J. M. **Physical methods in the study of cell wall structures and wall degradation.** In: **Proceedings of a Workshop Held in Perignat-les-Sarlieves.** 1989.
- Van Soest, P. J., **Nutritional Ecology of the Ruminant.** New York (USA), 2ª Ed., Cornell University Press. 1994. 476p.
- Van Soest, P. J.; Lewis, J.B. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **J. Dairy Sci.** 74 (10). 3583-3597, 1991.
- Vasconcelos, V.R., **Caracterização química e degradação de forrageiras do Semi-árido brasileiro no rúmen de caprinos.** Jaboticabal-SP, UNESP, 1997. 86p. (Doutorado).

## CAPÍTULO II

### DIGESTIBILIDADE *IN VITRO* DE LEGUMINOSAS DO SEMI-ÁRIDO NORDESTINO UTILIZANDO INÓCULO CECAL DE AVESTRUZES

**Resumo:** O estudo objetivou avaliar a digestibilidade *in vitro* de leguminosas forrageiras do semi-árido nordestino utilizando inóculo cecal de avestruzes (*Struthio camelus var. domesticus*), através de delineamento inteiramente casualizado para comparação entre feno de alfafa (*Medicago sativa*), feno de canafístula (*Senna multijuga*), feno de cunhã (*Clitoria ternatea L.*), feno de leucena (*Leucaena leucocephala*), feno de mata-pasto (*Senna obtusifolia L.*) e feno de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*). Os parâmetros avaliados foram digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), da proteína bruta (DIVPB), da proteína insolúvel em detergente neutro (DIVPIDN), da fibra em detergente neutro (DIVFDN) e da fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (DIVFDNcp). Verificaram-se diferenças significativas para digestibilidade da matéria seca, das frações protéicas e fibrosas dos fenos das leguminosas deste estudo, obtendo-se os seguintes valores médios gerais: 49,62% para DIVMS; 23,38% para DIVPB; 17,88% para DIVPIDN; 34,52% para DIVFDN; e 42,07% para DIVFDNcp. Considerando a influência da composição nutricional sobre a atividade fermentativa cecal, os fenos de mata-pasto e leucena propiciaram os melhores resultados de digestibilidade *in vitro* em relação aos demais fenos de leguminosas da região do semi-árido nordestino.

**Palavras-chave:** *Clitoria ternatea L.*, *Leucaena leucocephala*, *Medicago sativa*, *Mimosa caesalpinifolia*, *Senna multijuga*, *Senna obtusifolia L.*, *Struthio camelus var. domesticus*.

***IN VITRO DIGESTIBILITY OF LEGUMES FROM SEMI-ARID NORTHEAST USING  
CAECAL LIQUOR OF OSTRICHES***

**Abstract:** The study aimed to evaluate the *in vitro* digestibility of forage legume species of semi-arid region using cecal inoculum liquor of ostriches in a complete randomized design, to make the comparison between alfalfa hay (*Medicago sativa*), canafístula hay (*Senna multijuga*), cunhã hay (*Clitoria ternatea* L.), leucena hay (*Leucaena leucocephala*), mata-pasto hay (*Senna obtusifolia* L.) e sabiá hay (*Mimosa caesalpiniiifolia*). The parameters evaluated by *in vitro* digestibility were dry matter (DIVMS), crude protein (DIVPB), neutral detergent insoluble protein (DIVPIDN), neutral detergent fiber (DIVFDN) and neutral detergent fiber corrected for ash and protein (DIVFDNcp). There were verified significant differences in digestibility of dry matter, protein and fiber fractions of the legumes forages hays in this study, obtained the following total means values: 49.62% to DIVMS, 23.38% to DIVPB, 17.88% to DIVPIDN, 34.52% to DIVFDN and 42.07% to DIVFDNcp. Considering the influence of the nutritional composition on the caecal fermentative activity, the mata-pasto and leucena hays propitiated the best values of *in vitro* digestibility in relation to the other legumes hays of the northeast semi-arid region.

**Key words:** *Clitoria ternatea*, *Leucaena leucocephala*, *Medicago sativa*, *Mimosa caesalpiniiifolia*, *Senna multijuga*, *Senna obtusifolia* L., *Struthio camelus* var. *domesticus*.

## 1 Introdução

A avicultura vem se expandindo no nordeste do Brasil em virtude da facilidade de adaptação às condições bioclimáticas típicas dos sistemas de produção animal na região do semi-árido, estimulado pelo potencial alto valor comercialização da carne, couro, plumas, ovos e derivados, além de pintainhos de incubatório e das próprias aves reprodutoras. Assim, a avicultura possui história recente, caracterizada pela expansão da atividade e consolidação da cadeia produtiva no cenário brasileiro, ratificado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que instituiu legislação específica via edição da Instrução Normativa nº. 56/2007, regulamentando a criação de aves (MAPA, 2007). Assim, a adequada nutrição é essencial para uma boa produtividade na avicultura, pois ao proporcionar o aporte necessário de nutrientes ao metabolismo através de dieta balanceada, formulada com diversos tipos de ingredientes, suplementos e aditivos, contribui para uma boa eficiência alimentar, rendimento produtivo, sanidade e outros aspectos zootécnicos.

De forma equivocada muitos produtores assumem que exigências e recomendações nutricionais para outras aves, como perus e frangos caipiras, são também úteis para aves, elaborando então programas de alimentação incorretos. No entanto, cabe ressaltar que a literatura sobre nutrição de aves ainda é muito limitada e existem muitas questões a serem elucidadas pelos pesquisadores, pois a maior parte das informações publicadas nesta área são extrapolações empíricas ou de natureza sugestiva (Cooper, 2004). Assim, devido às características peculiares quanto ao trato digestório destas aves ratitas, torna-se fundamental a geração de conhecimento e maior esclarecimento de sua capacidade fisiológica e suas limitações no aproveitamento de alimentos. Assim, ao ser caracterizado como herbívoro não-ruminante de ceco funcional (Aganga et al., 2003; Angel, 1996), o avestruz demonstra certa habilidade no aproveitamento de plantas forrageiras em função da simbiose microbiana, sendo permissível não apenas a digestão de alimentos fibrosos, mas também a absorção de produtos do metabolismo microbiano, o que garante satisfatória conversão alimentar e boa vantagem ao custo-benefício dos sistemas de produção do nordeste brasileiro.

Na região semi-árida existe ampla diversidade de plantas forrageiras que se traduzem em oportunidades e desafios para a alimentação dos animais, tornando crescente a demanda por

estudos que revelem qual a viabilidade de uso em dietas de avestruzes. Para tanto a avaliação de seus valores nutritivos passa pela determinação da composição química e da digestibilidade dos nutrientes, conduzidos em diversos tipos de ensaios de avaliação de alimentos (Poppi et al., 2000). Neste sentido, métodos laboratoriais baseados em culturas de microorganismos a partir do trato digestório dos animais têm propiciado informações valiosas e constitui importante sistema de avaliação de alimentos. Assim, as técnicas *in vitro* são usadas amplamente para a avaliação de alimentos para ruminantes, atualmente adaptadas aos animais não-ruminantes através do uso de conteúdo cecal e adequando-se todo protocolo experimental para que seja simulação fidedigna do processo digestivo, total ou parcial, de animais não-ruminantes (Nheta et al., 2005).

Portanto, o presente trabalho traz à tona a preocupação no desenvolvimento de pesquisas que venham acrescentar informações para auxiliar os sistemas de produção de avestruzes no semi-árido nordestino, no caso, o aproveitamento do potencial forrageiro das plantas do bioma caatinga, ao avaliar o uso de leguminosas forrageiras típicas do nordeste, através da determinação da digestibilidade *in vitro* utilizando-se inóculo cecal de avestruzes. A hipótese experimental baseou-se na composição nutricional e digestibilidade *in vitro* das leguminosas: Canafístula (*Senna multijuga*), Cunhã (*Clitoria ternatea L.*), Leucena (*Leucaena leucocephala*), Mata Pasto (*Senna obtusifolia L. Irwin & Barneby*) e Sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*), estabelecendo-se comparação com o feno de alfafa (*Medicago sativa*).

## 2 Material e Métodos

A simulação do processo de digestão dos animais realizada por uma série de procedimentos laboratoriais de incubação *in vitro* de amostras do alimento em líquido ruminal, técnica desenvolvida por Tilley e Terry (1963), foi adaptada para avaliação da digestibilidade *in vitro* das forrageiras leguminosas com inóculo cecal de avestruzes. Os tratamentos experimentais foram constituídos de amostras de feno de alfafa (*Medicago sativa*) feno de canafístula (*Senna multijuga*), feno de cunhã (*Clitoria ternatea L.*), feno de leucena (*Leucaena leucocephala*), feno de mata-pasto (*Senna obtusifolia L.*) e feno de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*). As amostras dos

fenos das leguminosas foram provenientes de cultivo convencional e em processo de fenação padronizado (Lima et al., 2002).

Amostras representativas foram trituradas em moinho tipo willey para um tamanho de partícula inferior a 2 mm, sendo utilizado 0,5g de amostra por tubo (Tilley e Terry, 1963), e submetidas à digestibilidade *in vitro* mediante técnica de incubação laboratorial. As leguminosas e conteúdo cecal dos avestruzes, foram analisadas quanto aos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM) e proteína bruta (PB) conforme as técnicas descritas pela AOAC (1990). As amostras foram analisadas também quanto aos teores de fibra detergente neutro (FDN) de acordo com recomendações de Van Soest et al. (1991), fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (FDN<sub>cp</sub>) e proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) de acordo com as técnicas descritas por Silva e Queiroz (2002).

O inóculo cecal para a incubação foi obtido a partir de um lote uniforme de vinte avestruzes machos com idade média de 12 meses, alimentados com dieta à base de ração concentrada (milho e soja) e acesso livre ao pastejo (capim elefante). O conteúdo cecal usado como inóculo foi coletado manualmente em abatedouro comercial, a partir da evisceração das carcaças, pela identificação e contenção do compartimento digestivo, e posteriormente, a coleta mediante filtragem do conteúdo cecal em tecido de algodão porosidade grossa, de forma a obter menor quantidade de partículas “grosseiras”, então armazenadas em garrafas térmicas previamente aquecidas e mantidas em condição de anaerobiose, e conduzidas em recipientes hermeticamente isolados ao laboratório para incubação do material experimental (Nheta et al., 2005). No laboratório, o inóculo cecal foi filtrado através de duas camadas de gazes de algodão sob injeção contínua de CO<sub>2</sub> e mantido em banho maria a 39°C. A digestibilidade *in vitro* da forragem em suas diferentes idades de corte foi determinada usando-se a técnica Tilley e Terry Reversa (TTR) proposta por Van Der Meer (1989) e validada por Nheta et al. (2005), para simular atividade fermentativa microbiana em animais de ceco funcional, reproduzindo *in vitro* com fidelidade o processo digestório em avestruzes.

No processo de incubação utilizou-se vidraria tipo erlenmeyer adaptada com rolhas de borracha e válvula de bunsen, para conter 40 ml de solução tampão artificial de “McDougall”, 10 ml de líquido filtrado do inóculo cecal de avestruz, 0,5 g de amostra de jitirana, na proporção de 4:1 para manter o pH do meio dentro dos limites normais de fermentação encontrados no conteúdo cecal de avestruzes. A solução tampão e o inóculo foram previamente misturados,

adicionando-se CO<sub>2</sub> para baixar o pH até 6,7 a 6,9 e mantendo-se a condição de anaerobiose (“borbulhamento” de CO<sub>2</sub>), posteriormente, levados a temperatura de 39°C em estufa de circulação forçada de ar durante 48 horas, agitando levemente os tubos 4 vezes durante esse tempo de fermentação, período em que observa-se as melhores correlações entre a digestibilidade *in vivo* e a *in vitro*. Foram preparados também repetições sem amostras do alimento (controle - branco), adicionando-se apenas solução tampão e líquido cecal, visando maior precisão dos coeficientes de digestibilidade *in vitro* da matéria seca, frações protéicas e fibrosas da jitirana, ou seja, monitorar o inóculo cecal e corrigir o resíduo indigerido no cálculo final da digestibilidade (Silva e Queiroz, 2002).

Os resíduos de fermentação foram obtidos por filtração em cadinhos filtrantes de porosidade 1, foram secos por 12 horas e pesados para calcular os valores de digestibilidade da matéria seca. Após este primeiro estágio da digestibilidade *in vitro*, a digestão com pepsina ácida foi substituída pelo tratamento com solução detergente neutro em aparelho digestor, removendo o conteúdo celular das amostras, permanecendo apenas a parede celular como resíduo, e determinando assim a digestibilidade das frações fibrosas, através da transferência destes resíduos para digestores de fibra seguindo-se a técnica para determinação da fibra em detergente neutro, bem como a determinação do nitrogênio total e teores de matéria mineral (Goering e Van Soest, 1975). Assim, os coeficientes de digestibilidade *in vitro* foram determinados pela diferença entre o conteúdo de nutrientes antes e após a incubação, expresso em base de matéria seca (Van Der Meer, 1989; Nheta et al., 2005).

A análise estatística dos dados foi realizada através do programa computacional SAEG – Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas (UFV, 2000), usando procedimento de análise de variância e teste de médias em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 1. Composição Químico-Bromatológica dos fenos de Alfafa (FAL), Cunhã (CUN), Leucena (LEU), Sabiá (SAB), Canafístula (CAN) e Mata-Pasto (MAT).

Nutrientes	FAL	CUN	LEU	SAB	CAN	MAT
MS %	90,40	91,00	90,30	92,00	91,90	91,20
PB % *	21,65	14,94	25,79	19,51	13,10	21,35
PIDN % **	27,67	19,26	31,78	22,83	16,07	27,59
FDN % *	67,54	77,59	74,54	72,76	66,71	65,16
FDNcp % *	58,44	70,58	63,91	63,92	59,70	57,13

\* expressos em base de matéria seca (MS)

\*\* expresso em base de fibra em detergente neutro (FDN)

Tabela 2. Médias da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), proteína bruta (DIVPB), proteína insolúvel em detergente neutro (DIVPIDN), fibra em detergente neutro (DIVFDN) e fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (DIVFDNcp) para os fenos de Alfafa (FAL), Cunhã (CUN), Leucena (LEU), Sabiá (SAB), Canafístula (CAN) e Mata-Pasto (MAT).

Parâmetros	Leguminosas						Média	CV %
	FAL	CUN	LEU	SAB	CAN	MAT		
DIVMS %	58,36 <sub>a</sub>	48,23 <sub>c</sub>	54,93 <sub>b</sub>	39,15 <sub>e</sub>	41,68 <sub>d</sub>	55,39 <sub>b</sub>	49,62	2,36
DIVPB %	30,35 <sub>a</sub>	21,23 <sub>d</sub>	26,08 <sub>c</sub>	16,07 <sub>f</sub>	17,76 <sub>e</sub>	28,81 <sub>b</sub>	23,38	3,54
DIVPIDN %	21,25 <sub>b</sub>	16,48 <sub>c</sub>	22,64 <sub>b</sub>	9,82 <sub>e</sub>	11,46 <sub>d</sub>	25,62 <sub>a</sub>	17,88	5,30
DIVFDN %	41,75 <sub>a</sub>	32,54 <sub>c</sub>	36,29 <sub>b</sub>	26,97 <sub>d</sub>	28,06 <sub>d</sub>	41,49 <sub>a</sub>	34,52	3,00
DIVFDNcp %	48,80 <sub>a</sub>	38,31 <sub>c</sub>	45,78 <sub>b</sub>	34,47 <sub>e</sub>	36,74 <sub>d</sub>	48,30 <sub>a</sub>	42,07	2,19

a, b, c, d, e, f \_ médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem significativamente pelo teste de Duncan (P<0,05).

### 3 Resultados e Discussão

Na Tabela 1 pode-se observar que os fenos de alfafa, de leucena e de mata-pasto apresentaram os teores mais elevados de proteína (21,65; 25,79 e 21,35% PB, respectivamente); enquanto que os fenos de sabiá, de cunhã e de canafístula apresentaram menores teores de proteína (19,51; 14,94 e 13,10% PB, respectivamente). Estes resultados são similares aos encontrados na literatura pertinente (Oliveira et al., 1986; Vasconcelos, 1997; Nascimento et al., 2000; Sousa, 2004; Vieira et al., 2005; Alencar, 2006; Andrade et al., 2006; Nozela, 2006). Assim, o valor nutritivo refere-se à composição química da forragem em conjunto com a sua digestibilidade, assim, o maior teor de proteína é uma característica desejável para forrageiras na forma de feno como alternativa às pastagens em épocas secas do ano, especialmente pelo potencial aporte de aminoácidos aos animais para garantir bons índices produtivos (Gerdes et al., 2000; Pires et al., 2006).

Pode ser observado também na Tabela 1 que os teores de PIDN sempre foram maiores que os teores de PB pelo fato de serem expressos na base da FDN, e os teores de FDNcp apresentaram médias inferiores aos valores de FDN, devido a correção efetuada pela subtração dos componentes nitrogenados e minerais presentes nos alimentos. Assim, os fenos de cunhã, de leucena e de sabiá apresentaram maiores teores de fibra (77,59; 74,54 e 72,76% FDN, respectivamente), enquanto os fenos de alfafa, de canafístula e de mata-pasto apresentaram teores relativamente mais baixos de fibra (67,54; 66,71 e 65,16% FDN, respectivamente). De acordo com a literatura (Nascimento et al., 2000; Sousa, 2004; Vieira et al., 2005; Alencar, 2006; Andrade et al., 2006; Nozela, 2006; Pires et al., 2006), as variações na composição nutricional entre distintas forrageiras são resultantes da diversidade fenotípica destas plantas, cuja disponibilidade em nutrientes é altamente influenciada pela lignificação dos componentes na parede celular destes vegetais.

A incidência de distúrbios digestivos e comportamentais decorrentes de um desequilíbrio quantitativo ou qualitativo da fibra na dieta, bem como a disponibilidade em nutrientes de alimentos fibrosos e sua interatividade em dietas de avestruzes, sugerem influências dos componentes da parede celular vegetal, em virtude dos carboidratos estruturais (celulose, hemicelulose, oligossacarídeos complexos, substâncias pécticas, e outros) produzirem ácidos graxos voláteis para o aproveitamento de energia a partir da atividade fermentativa do ceco-cólon, e também devido às suas propriedades físicas permitirem a manutenção do padrão peristáltico intestinal além da própria simbiose

microbiana em animais não-ruminantes de ceco funcional (Arruda et al., 2008). Por outro lado, os níveis de proteína bruta podem prever a disponibilidade dos aminoácidos essenciais e limitantes aos animais, ou seja, a degradação da fração protéica ligada à parede celular permite inferências sobre a disponibilidade de aminoácidos totais para o metabolismo microbiano e suprimento ao animal hospedeiro. Neste caso, existe certa variabilidade pela ampla diversidade nutricional de alimentos fibrosos, já que o aproveitamento dos aminoácidos em relação à proteína bruta pode ser influenciado pela digestibilidade enzimática intestinal e atividade fermentativa cecal em não-ruminantes, pois a proteína microbiana é resultante do aproveitamento de compostos nitrogenados dietéticos e endógenos, além de produtos intermediários (Arruda et al., 2008; Miranda et al., 2008). Independente da quantidade de proteína associada à fração fibrosa, a atividade das proteases microbianas sobre as ligações peptídicas entre os aminoácidos e compostos nitrogenados da parede celular vegetal precisa ser precedida de ação fibrolítica, cuja extensão pode variar de acordo com grau de lignificação de seus componentes, ou seja, diferentes proteínas podem ser degradadas em diferentes taxas, influenciando a disponibilidade dos aminoácidos totais (Miranda et al., 2008).

Na Tabela 2 pode-se observar diferença significativa no coeficiente de digestibilidade *in vitro* da matéria seca das distintas leguminosas, tendo o feno de alfafa apresentado o maior valor e seguidas pelos fenos nativos do semi-árido nordestino, mata-pasto e leucena com valores superiores à média geral de todos os fenos, enquanto, em ordem decrescente, os fenos de cunhã, canafístula e sabiá apresentaram valores inferiores à média geral. Provavelmente, o maior teor de proteína e menor teor em fibra foram fatores determinantes para elevada digestibilidade do feno de alfafa, seguidos do mata-pasto e leucena, em concordância com Deschamps (1999), que verificou aumento na digestibilidade à medida que diminuiu a insolubilidade ou complexidade da fibra. Assim, nota-se que DIVMS dos fenos pode ser associada aos teores de FDN, pois quanto maior o teor de fibra da leguminosa menor a digestibilidade da matéria seca.

Neste contexto, entre as leguminosas do semi-árido nordestino, os fenos de leucena e de mata-pasto apresentaram os maiores valores de proteína (Tabela 1) e também proporcionaram os melhores resultados de DIVPB (Tabela 2), sugerindo que a diferença nos teores de proteína insolúvel em detergente neutro destas leguminosas foi determinante para tais resultados. Tal inferência é justificável pela mesma tendência verificada para DIVPIDN, ou seja, apesar da maior quantidade de proteína ligada à fibra na leucena e mata-pasto, proporcionalmente, apresentaram maior quantidade de proteína desvinculada da parede celular, ou seja, maior disponibilidade no conteúdo celular. Interessante notar que o feno de

sabiá apesar de possuir nível de proteína superior ao feno de canafístula, proporcionou uma menor DIVPB, evidenciando que a proteína desta leguminosa pode apresentar-se fortemente complexada com a fração lignocelulose, dificultando os processos de colonização de partícula e degradação microbiana, também justificável pela correlação entre proteína insolúvel em detergente neutro e DIVPIDN. Já o feno de cunhã apresentou nível de proteína intermediário entre canafístula e sabiá, no entanto com satisfatório resultado de DIVPB e DIVPIDN, apesar do nível de fibra ser superior a todas as outras leguminosas, sugerindo a influência do aspecto qualitativo de seus componentes sobre o maior ou menor acesso da microflora cecal à fração protéica do alimento (Van Soest, 1994).

Segundo Beelen (2002), as forrageiras do semi-árido brasileiro apresentam concentrações de tanino que influenciam negativamente a digestibilidade dos nutrientes, especialmente a degradação da proteína e da fibra, em função da diminuição na adesão microbiana às partículas e da atividade enzimática. Assim, a melhor digestibilidade das frações protéicas dos fenos de mata-pasto e leucena comparados aos demais, possam ser atribuídas às diferenças nas interações entre seus componentes específicos e a acessibilidade da microflora cecal, em função de fatores anti-nutricionais e lignificação da parede celular.

As análises dos alimentos fornecem subsídios indicativos do aproveitamento dos nutrientes das forrageiras pelos animais, porém, estas técnicas isoladamente são insuficientes para a predição do possível desempenho animal (Forbes, 2000), já que interações nutricionais diversas, não apenas de substâncias nutritivas, mas também elementos do metabolismo secundário ou fatores anti-nutricionais podem alterar a eficiência alimentar (Andrade et.al., 2006). Segundo Chubb (1982), os fatores anti-nutricionais são de três tipos: substâncias que prejudicam a digestibilidade ou a utilização metabólica de nutrientes (inibidores de enzimas digestivas e outros); substâncias que reduzem a solubilidade ou interferem na disponibilidade dos minerais (fitatos, oxalatos, glicosinolatos e outros); e substâncias que inativam ou aumentam as necessidades de algumas vitaminas.

Portanto, os resultados de digestibilidade *in vitro* apresentados na Tabela 2 podem ter sido influenciados não apenas pela quantidade e qualidade da fração fibrosa, mas também em maior ou menor magnitude por estes fatores anti-nutricionais, pois, conforme a literatura muito pouco se sabe sobre tal composição para as leguminosas nativas do semi-árido. Sabe-se que os processos digestivos e metabólicos converterem e eliminam uma relativa variedade de compostos, os quais podem exercer um efeito negativo sobre a nutrição dos animais (Pires et al., 2006). Nesta ampla classe de compostos, como alcalóides e polifenóis, destaca-se o tanino, presente em leguminosas forrageiras e que, dependendo do seu grau de polimerização

influencia a formação de complexos tanino-proteínas e reduz a digestibilidade da fração protéica (Lascano, 1992).

Os níveis nutricionais das leguminosas submetidas à incubação *in vitro* com inóculo cecal de avestruzes permitiram determinar a extensão da atividade fermentativa desta biomassa microbiana para o aproveitamento das frações protéicas e fibrosas. Tal adaptação de técnica laboratorial para avaliação de alimentos mostrou-se viável para diagnosticar a perspectiva de quais alimentos regionais traziam maiores benefícios na alimentação de avestruzes com um menor custo logístico-operacional (Perez, 1997; Nheta et al., 2005).

Considerando que o fracionamento nutricional das forrageiras foi determinante para elucidação dos resultados observados na digestibilidade *in vitro*, sugere-se que entre as leguminosas do semi-árido, os fenos de mata-pasto e de leucena sejam mais promissores na alimentação de avestruzes, devido a melhor digestibilidade das frações protéica e fibrosa em relação ao feno de canafístula e sabiá, tendo nesta inferência uma situação intermediária para o feno de cunhã. Finalmente, mais estudos são necessários para validação no uso destas leguminosas, através de ensaios *in vivo* de digestibilidade e desempenho.

#### 4 Conclusão

A digestibilidade *in vitro* pode ser utilizada para predizer o valor nutritivo de forrageiras para avestruzes, e entre as leguminosas do semi-árido nordestino avaliadas neste estudo, destacaram-se o feno de mata-pasto e o feno de leucena.

#### 5 Literatura Citada

Aganga, A.A.; Aganga, A.O.; Omphile, U.J. Ostrich Feeding and Nutrition. **Pakistan Journal of Nutrition**, v.2, n.2, p.60-67, 2003.

Alencar, F.H.H. **Potencial forrageiro da espécie sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.) e sua resistência a cupins subterrâneos**. Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande - UFCG. 2006. 100p. (Dissertação)

- Andrade, M.V.M.; Silva, D.S.; Queiroz Filho, J.L.; et al., Desidratação de cultivares de alfafa (*Medicago sativa*) durante o processo de fenação. **Arch. Zootec.** v.55, n.212, p.385-388, 2006.
- Angel, C.R. A Review of Ratite Nutrition. **Animal Feed Science Technology.** n.60,p.246-246, 1996.
- AOAC - Association of Official Analytical Chemistry. **Official Methods of Analysis**, Arlington, VA, USA. 15<sup>th</sup> ed. 1990. 1117p.
- Arruda, A.M.V.; Ribeiro, L.B.; Pereira, E.S.; Barreto, J.C. Fracionamento dos nutrientes e digestibilidade da energia em alimentos alternativos com equinos adultos. **Revista Caatinga**, v.21, n.1, p.1-10, 2008.
- Chubb, L.G. **Anti-nutritive factors in animal feedstuffs.** In: Haresing, W. Studies in the Agriculture and food Science butterworths. Recent Adv. Anim. Nutr., Philadelphia, n.1, p. 31-37, 1982.
- Cooper, R.G.; Horbanczuk, J.O. Ostrich nutrition: a review from a Zimbabwean perspective **Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.** n.23, p.1033-1042, 2004.
- Beelen, P.M.G. **Taninos condensados de leguminosas nativas do semi-árido nordestino.** Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002. 71p. (Doutorado)
- Deschamps, F.C. Implicações do período de crescimento na composição química e na composição dos tecidos de cultivares de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, n. 28, p. 1356-1369. 1999.
- Forbes, J. M. Physiological and metabolic aspects of feed intake control. Farm animal metabolism and nutrition. Wallingford, CAB Publishing, n.15, p. 319-334, 2000.
- Gerdes, L.; Werner, J. C.; Coloza, M. T.; et al., Avaliação de características de valor nutritivo das gramíneas forrageiras Marandú, Setária e Tanzânia nas estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 29, n. 4, p. 955-963, 2000.
- Goering, H.K.; Van Soest, P.J. Forage fibre analyses (apparatus, reagents, procedures, and some applications). **Agriculture Handbook.** n.379, Agric. Res. Serv., USDA, Washington, DC, USA, 20 p. 1975.
- Lascano, C.E.; Carulla, J. Avaliação da qualidade de leguminosas arbustivas e arbóreas tropicais taníferas para solos ácidos. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 29, 1992. **Anais...** Lavras: SBZ, 1992, p. 299 –321.
- Lima, G.F.C.; Aguiar, E.M.; Maciel, F.C.; et al. Produção de fenos alternativos para a agricultura familiar no semi-árido nordestino. In: Simpósio Paraibano de Zootecnia, 3, 2002. **Anais...** Areia: UFPB, 2002. 11p.
- MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Ementa: Estabelece

Procedimentos para Registro, Fiscalização e Controle de Estabelecimentos Avícolas de Reprodução e Comerciais. Instrução Normativa n. 56, de 04 de dezembro de 2007. **Diário Oficial da União** de 06/12/2007, seção 1, página 11.

Miranda, L.F.; Pereira, E.S.; Rodriguez, N.M.; Gontijo Neto, N.M.; Arruda, A.M.V. Avaliação da composição protéica e aminoacídica de forrageiras tropicais. **Revista Caatinga**, v.21, n.1, p.36-42, 2008.

Nascimento, H.T.S.; Nascimento, M.P.S.C.B.; Ribeiro, V.Q. Valor nutritivo do mata-pasto (*Senna obtusifolia* (L) H.S. Irwin & Barneby) em diferentes idades. In: Simpósio Nordeste de Alimentação de Ruminantes, 2, 2000. **Anais...** Teresina, 2000, p.130-131.

Nheta, C.; Topps, J.H.; Dzama, K., Kusina, J.; Mugabe, P.H. In vitro digestibility using caecal liquor of diets containing poor quality roughages and green forages fed to domesticated ostriches (*Struthio camelus var. domesticus*). **Animal Feed Science and Technology**, n.119, p.283-291, 2005.

Nozella, E.F. **Valor nutricional de espécies arbóreo-arbustivas nativas da caatinga e utilização de tratamentos físico-químicos para redução do teor de taninos**. Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo - USP. Piracicaba, 2006. 99p. (Doutorado)

Oliveira, E.R.; Barros, N.N.; Robb, T.W. Substituição da torta de algodão por feno de leguminosas em rações balanceadas em restolho de cultura do milho para ovinos confinados. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 21, n 5, p. 555-564, 1986.

Perez, J.R.O. **Sistemas para a estimativa de digestibilidade in vitro**. In: **Simpósio Internacional de Digestibilidade em Ruminantes**. Ed. Teixeira, J.C. Lavras: UFL – FAEPE, p.55-68, 1997.

Pires, A.J.V.; Reis, R.A.; Carvalho, G.G.P. Degradabilidade ruminal da matéria seca, da fração fibrosa e da proteína bruta de forrageiras. **Pesq. Agropec. Bras.**, n. 41, p.1-4, 2006.

Poppi, D.P; France, J; McLennan, S.R. **Intake, passage and digestibility**. In: Theodorou, M. K; France, J. Feeding systems and feed evaluation modes. Wallingford: CAB Publishing, n. 3, p. 5-52, 2000.

Silva, D.J.; Queiroz, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3º ed. UFV, Imprensa Universitária. Viçosa-MG. 235p. 2002.

Sousa, H.M.H., **Avaliação do mata-pasto (*Senna obtusifolia* L. Irwin & Barneby) e (*Senna uniflora* P. Miller, Irwin & Barneby) para alimentação de caprinos**. Universidade Federal da Paraíba - UFPB. Areia, 2004. 55p. (Doutorado)

Tilley, J.M.A.; Terry, R.A. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. **Journal British Grassland Society**, v.18, p.104-111, 1963.

- UFV - Universidade Federal De Viçosa. **SAEG - Sistema de análise estatísticas e genéticas.** Versão 8.0., Viçosa-MG, 2000. 142p.
- Van Der Meer, J.M. **Physical methods in the study of cell wall structures and wall degradation.** In: Proceedings of a Workshop Held in Perignat-les-Sarlieves. 1989. 234p.
- Vieira, E.L.; Carvalho, F.F.R.; Batista, A.M.V. Composição química de forragens e seletividade de bovinos em bosque-de-sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) nos períodos chuvoso e seco. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 34, n. 5, p.1-11, 2005.
- Van Soest, P.J.; Lewis, J.B. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **J. Dairy Sci.**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- Van Soest, P.J., **Nutritional Ecology of the Ruminant.** New York, 2ª Ed., Cornell University Press. 1994. 476p.
- Vasconcelos, V.R. 1997. **Caracterização química e degradação de forrageiras do Semi-árido brasileiro no rúmen de caprinos.** Universidade Estadual Paulista – UNESP. Jaboticabal, 1997. 86p. (Doutorado)

ANEXO



Figura 1. Abate dos avestruzes (a)



Figura 2. Abate dos avestruzes (b)



Figura 3. Evisceração dos avestruzes



Figura 4. Trato dogestório dos avestruzes



Figura 5. Coleta do material cecal



Figura 6. Filtragem e armazenamento do conteúdo cecal



Figura 7. Incubação do material



Figura 8. Borbulhamento com CO<sub>2</sub> para incubação das amostras



Figura 9. Amostra do material incubado

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)