



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

**FERMENTAÇÃO *In Vitro* DA TORTA DE DENDÊ CULTIVADO NAS
CONDIÇÕES DO CERRADO**

MOÍRA PARANAGUÁ NOGUEIRA

BRASÍLIA, DF
DEZEMBRO/2011

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

**FERMENTAÇÃO *In Vitro* DA TORTA DE DENDÊ CULTIVADO NAS
CONDIÇÕES DO CERRADO**

MOÍRA PARANAGUÁ NOGUEIRA

ORIENTADOR PROFESSOR DR. SÉRGIO LÚCIO SALOMON CABRAL FILHO

BRASÍLIA, DF
DEZEMBRO/2011

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

**FERMENTAÇÃO *In Vitro* DA TORTA DE DENDÊ CULTIVADO NAS
CONDIÇÕES DO CERRADO**

MOÍRA PARANAGUÁ NOGUEIRA

Monografia apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - FAV da Universidade de Brasília – UnB, como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para a obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

APROVADO POR:

Prof. Dr. Sergio Lúcio Salomon Cabral Filho (UnB – FAV)
(Orientador)

Prof. Dr. Rodrigo Vidal Oliveira (UnB – FAV)
(Examinador interno)

Prof. Dr. Clayton Quirino Mendes (UnB – FAV)
(Examinador interno)

Brasília, 01 de dezembro de 2011

Às minhas tias Elaine e Eliane, pelo amor de sempre.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por tudo.

Ao professor Dr. Sergio Lúcio Salomon Cabral Filho, pelas orientações na condução desse trabalho, pelo apoio, disponibilidade e ensinamentos.

Aos meus queridos pais, Augusto Elias e Clésia e meus irmãos Emma Augusta e Marcos, pelo amor e dedicação incondicional.

Aos meus Avós, Guiomar e Elias, por sempre estarem presente na minha vida.

À minha família - meus “tios-pais” Elaine e Edson e Eliane e Ricardo e aos meus primos-irmãos, Larissa e Rafael, tios e primos pelo amor, carinho, incentivo e cuidados durante todos os momentos.

A equipe do laboratório de Oleaginosas da Embrapa Cerrados por ter cedido o material e espaço para o processamento das tortas de dendê, em especial ao Dr. Nilton Junqueira e Juarez, pela paciência e ajuda.

À Dr^a Cristina Miranda Alencar, pela fundamental ajuda durante o processamento das amostras.

Aos responsáveis técnicos do laboratório de nutrição animal, do laboratório de ensaios metabólicos e do laboratório de solos da FAL, Fernanda e Cristiane, Frederico e Esdras, pela ajuda e agradáveis conversas.

Ao Diego de Paula, pelo amor, carinho, ajuda e compreensão.

Aos amigos da Agronomia, pelos bons momentos de alegria, pelo companheirismo e amizade.

À todos que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

RESUMO	ix
1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1. Importância e descrição do dendê	11
2.2. Utilização de subprodutos do biodiesel para nutrição animal	13
2.3. Torta de dendê	14
2.4. Produção de gás <i>in vitro</i>	16
3. MATERIAIS E MÉTODOS	19
3.1 Local e período do experimento	19
3.2 Amostragem e tratamentos	19
3.3 Obtenção dos co-produtos do dendê.....	20
3.4 Análises bromatológicas.....	21
3.5 Produção de gás <i>in vitro</i>	22
3.6 Análise dos dados	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
5. CONCLUSÕES	34
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fruto do dendê	12
Figura 2 - Área cultivada com dendezeiro irrigado. Embrapa Cerrados, Planaltina/DF.....	19
Figura 3 - (A) Cultivar C2528; (B) Cultivar C2501; (C) Cultivar C1001; (D) Cultivar C2301	20
Figura 4 - (A) Polpa e nozes (casca + amêndoa) do dendê. (B) Polpa de dendê moída em moinho de moer carne. (C) Óleo de palmiste (amêndoa). (D) Torta da amêndoa	21
Figura 5 - (A) Solução nutritiva-tamponante. (B) Garrafas de fermentação contendo solução nutritiva-tamponante e torta de dendê em bolsas de filtro F57 25 μ (ANKON).....	22
Figura 6 - (A) Fístula de Bovino da raça Nelore. (B) Retirada do inóculo de bovino.	24
Figura 7 - (A) Inóculo de ruminante com injeção contínua de CO ₂ . (B) Garrafas de fermentação sendo inoculadas.	24
Figura 8 - Sistema de leitura da pressão dos gases acumulados nas garrafas.	25
Figura 9 - Gráfico da produção cumulativa de gás das tortas de polpa e de amêndoa da época das águas de quatro cultivares de dendê com inóculo de bovino.	30
Figura 10 - Gráfico da produção cumulativa de gás das tortas de polpa e de amêndoa da época das águas de quatro cultivares de dendê com inóculo de ovino.	30
Figura 11 - Gráfico da produção cumulativa de gás das tortas de polpa e de amêndoa da época da seca de quatro cultivares de dendê com inóculo de bovino.....	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição da solução nutritiva-tamponante	23
Tabela 2 - Rendimentos das cultivares de dendê na época das águas	26
Tabela 3 - Rendimentos das cultivares de dendê na época da seca.....	26
Tabela 4 - Composição nutricional de duas partes do fruto de dendê nas quatro cultivares avaliadas	27
Tabela 5 - Influência da época do ano na composição bromatológica dos co-produtos de dendê.....	29
Tabela 6 - Variáveis da equação de France para as tortas de dendê da época das águas e inóculo ovino	33
Tabela 7 - Variáveis da equação de France para as tortas de dendê da época das águas e inóculo bovino	33
Tabela 8 - Variáveis da equação de France para as tortas de dendê da época da seca e inóculo bovino	34

RESUMO

FERMENTAÇÃO *In Vitro* DA TORTA DE DENDÊ NAS CONDIÇÕES DO CERRADO

Autora: MOÍRA PARANAGUÁ NOGUEIRA

Orientador: Prof. Dr. SERGIO LÚCIO SALOMON CABRAL FILHO

O objetivo desse trabalho foi realizar a caracterização nutricional das tortas da polpa e da amêndoa de quatro cultivares de dendezeiros, na época das águas e da seca, cultivados em área irrigada da Embrapa Cerrados, Planaltina-DF. As tortas foram extraídas pelo processo de prensagem, sem a utilização de solventes, e submetidas à análise de MS, PB, FDN, FDA e EE. Avaliou-se a cinética de fermentação ruminal da torta de dendê, por meio da técnica *in vitro* semiautomática de produção de gases. As leituras de pressão foram realizadas às 3, 6, 9, 12, 16, 24, 48, 72 e 96 horas de fermentação. Os rendimentos médios dos produtos e co-produtos do dendê na época das águas e da seca foram respectivamente 37,3% e 29,9% de óleo de palma, 1,6% e 1,1% de óleo de palmiste, 24,3% e 19,02% de torta de palma e 2,5% e 2,2% de torta de palmiste. Na análise bromatológica não houve diferença significativa dos teores de nutrientes entre as cultivares avaliadas. Houve variação da composição nutricional nas épocas em estudo. O potencial máximo de produção de gases da época das águas (222,3 mL/g de MS) foi superior à época da seca (155,4 mL/g de MS). As tortas de amêndoa apresentaram os maiores potenciais máximo de produção de gases quando comparado às tortas de polpa. O estudo foi capaz de identificar diferença no tempo de colonização das bactérias do rúmen nos substratos polpa e amêndoa, sendo maior no período das águas do que na seca. Conclui-se que as tortas de dendê podem ser utilizadas como alimentos alternativos para ruminantes, pois apresentaram boa composição química e qualidade fermentativa.

Palavras-chave: avaliação de alimentos, biodiesel, co-produtos, produção de gases.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, nos últimos anos, a produção de biodiesel vem crescendo significativamente. A preocupação com o meio ambiente e a busca por fontes de energias renováveis fortaleceram a produção do biocombustível cujo objetivo é reduzir a emissão de gases poluentes e aumentar a inclusão social e econômica. Devido às diversidades climáticas, o Brasil tem capacidade de produzir combustíveis alternativos a partir de diversas espécies oleaginosas. Dentre estas destaca-se o dendê (*Elaeis guineensis*).

O processo de extração de óleo das oleaginosas para o biodiesel contribui para a produção de ruminantes, pois possibilita a utilização dos co-produtos, principalmente as tortas e farelos, na alimentação desses animais. Dentre os co-produtos aproveitados na alimentação animal, a torta de dendê apresenta grande potencial levando em consideração não só a sua rica composição em nutrientes, como também a sua disponibilidade durante o ano e o seu baixo custo (CARVALHO, 2006).

A torta de dendê apresenta elevado valor nutritivo, altos teores energéticos e de fibra e conteúdo protéico, embora baixo, de alta qualidade. Analisando a composição bromatológica, Bonfim *et al.* (2009) afirmaram que a torta de dendê é um alimento pobre em proteína (13,87% PB) e com alta concentração de fibra (>79% FDN), apresentando valores compatíveis com o capim-tifton (*Cynodon* spp.) e, portanto, possível de ser utilizada como alimento alternativo ao volumoso da ração animal.

A utilização de co-produtos agroindustriais na alimentação de ruminantes tem crescido de maneira expressiva, devido, principalmente, a necessidade de elaboração de dietas que tenham baixo custo e que visam o bom desempenho dos animais, seja na produção de carne ou leite. No entanto, estes alimentos, quando empregados de maneira inadequada, podem deprimir o consumo e ainda causar prejuízos aos animais (ARMENTANO & PEREIRA, 1997).

A determinação do valor nutritivo dos alimentos é de suma importância para a formulação de rações, principalmente dos alimentos alternativos. Portanto, novas metodologias de avaliação de alimentos que sejam rápidas, pouco onerosas e precisas tem sido buscada constantemente. A técnica *in vitro* semiautomática é uma eficiente metodologia para avaliar a qualidade dos substratos. Simulando o ambiente ruminal a técnica de produção

de gás *in vitro* permite mensurar o desaparecimento do material no decorrer do tempo, a taxa de digestão dos carboidratos e a cinética fermentativa (FARIAS, 2008).

As técnicas de produção de gases baseiam-se na estimativa do volume de gases produzidos por meio da leitura direta com seringas graduadas ou por conversão de volume a partir de dados de pressão (MAURÍCIO *et al.*, 2003). A técnica de produção cumulativa de gases gera gráficos, pelos quais se mensura os gases gerados pela atividade microbiana anaeróbica nos frascos de fermentação, os quais são utilizados para interpretação das características nutricionais (CABRAL *et al.*, 2000).

O presente trabalho tem como objetivo realizar a caracterização nutricional das tortas da polpa e da amêndoa de quatro cultivares de dendezeiros, na época das águas e da seca, cultivados em área irrigada da Embrapa Cerrados, Planaltina-DF.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Importância e descrição do Dendê

O dendezeiro (*Elaeis guineensis*) é uma palmeira pertencente à família Arecaceae. De origem africana (Golfo de Guiné) foi introduzida no continente americano a partir do século XV e constitui-se na oleaginosa de maior produtividade conhecida no mundo, cerca de 4.000 kg de óleo/ha/ano, podendo chegar a mais de 6.000 kg de óleo/ha/ano, enquanto que a soja produz cerca de 500 kg/ha/ano. O seu rendimento em grãos (kg/ha), comparado ao da soja, é aproximadamente oito vezes maior (CARVALHO *et al.*, 1998; BRASIL, 2006).

É uma cultura perene com produção contínua ao longo do ano, sem problemas de sazonalidade. A produção dos cachos tem início a partir dos 3,5 anos após o plantio, podendo ser explorada economicamente por mais de 25 anos e chegando ao ápice de produção entre o 7° ao 15° ano, podendo atingir 25 toneladas de cachos/ha. Dos frutos (Figura 1) são extraídos dois tipos de óleo: o de palma, retirado da polpa ou mesocarpo; e o de palmiste, obtido da amêndoa ou endosperma (SUFRAMA, 2003). O primeiro, em estado puro, tem larga utilização na alimentação humana – responsável pela absorção de 80% da produção mundial – no fabrico de margarinas, gorduras sólidas, óleo de cozinha, maionese, panificação, chocolates, para fritura industrial, dentre outras. Já o óleo de palmiste é muito valorizado nas indústrias farmacêutica, cosmética e de perfumaria, entre outras (BIONDI *et al.*, 2008). O

rendimento em óleo representa 22% do peso dos cachos para o óleo de palma e 3% para o óleo de palmiste (CEBDS, 2008).



Figura 1 - Fruto do dendê

Fonte: Embrapa

A cultura do dendezeiro é praticada com baixo nível de agressão ambiental, podendo ser cultivado em solos de baixa fertilidade, estabelecendo rapidamente uma cobertura arbórea, protegendo-os contra a lixiviação e a erosão. Apresenta extraordinária capacidade de retenção de carbono, uma vez que um hectare de dendezal com 15 anos de idade fixa aproximadamente treze toneladas de carbono por ano (FURLAN & MULLER, 2004).

Os fatores climáticos mais importantes para o desenvolvimento da palma são: índices pluviométricos em torno de 2.500 mm/ano, bem distribuídos ao longo do ano, pois a cultura não tolera mais do que três meses com menos de 100 mm de precipitação, sendo nesse caso necessário complementação com irrigação; a insolação é outro fator importante devido a intensa atividade fotossintética, exigindo 2.000 horas luz bem distribuídas ao longo do ano; temperatura média adequada entre 24°C e 28°C; e umidade relativa, média mensal, em torno de 75% a 90% (FURLAN *et al.*, 2006).

Embora as exigências climáticas do dendezeiro limitem o estabelecimento da cultura aos trópicos, em geral a uma faixa de +/- 10 graus de latitude em torno do Equador, onde 95% dos plantios existentes no mundo estão localizados (FURLAN *et al.*, 2006), pesquisas têm demonstrado que é possível produzir em áreas de altitude elevada, temperatura e umidade baixas e sem condições hídricas, ampliando a lavoura de dendê para o Distrito Federal, Tocantins, Mato Grosso, São Paulo e estados diversos do Nordeste (GAMA & REYNOL, 2011).

Segundo a CONAB (2010) há aproximadamente 121 mil hectares de área plantada com dendê no Brasil. Entre os estados brasileiros, o Pará é o maior produtor, responsável por aproximadamente 160 mil toneladas de óleo/ano (DURÃES, 2011) e uma área de 110 mil hectares, seguido da Bahia e Amazonas (CONAB, 2010). Na América Latina, o Brasil ocupa o 3º lugar depois da Colômbia e Equador (SUFRAMA, 2003), sendo que a Malásia, Indonésia e Nigéria respondem por cerca de 80% da área cultivada no mundo.

O óleo de dendê ocupa, atualmente, o primeiro lugar na produção mundial de óleos (LIMA, 2011) devido, principalmente, ao seu baixo custo de produção, boa qualidade do óleo e inúmeros usos, atendendo os diversos segmentos na alimentação humana e animal, indústrias oleoquímicas, farmacêuticas, cosméticas e produção de limpeza doméstica (SUMATHI *et al.*, 2007). A demanda mundial de óleo de palma cresceu 167% entre 1998 e 2010, passando de 17 para 45,5 milhões de toneladas. Essa demanda continuará crescendo nos próximos anos, devendo chegar a 63 milhões em 2015. De acordo com Souza Junior (2011) o óleo de palma já responde por 57% das exportações de óleo vegetal no mundo.

2.2. Utilização de co-produtos do biodiesel para nutrição animal

Nos últimos anos tem-se estimulado a busca por fontes energéticas alternativas, como o biodiesel. Trata-se de um combustível biodegradável derivado de fontes renováveis (óleos vegetais, óleos vegetais residuais e gordura animal), atóxico e de baixa emissão de enxofre, que pode ser obtido por diferentes processos tais como o craqueamento, a esterificação ou transesterificação (SILVA, 2009).

A transesterificação é o processo mais utilizado na produção de biodiesel e consiste em uma reação química dos óleos vegetais ou gorduras animais com o álcool comum (etanol) ou o metanol, estimulada por um catalisador. O processo gera dois produtos: ésteres (o nome químico do biodiesel) e glicerina (produto valorizado no mercado de sabões); além de co-produtos (torta, farelo etc.) que podem constituir outras fontes de renda importantes para os produtores (ABDALLA *et al.*, 2008).

O Brasil, devido à sua extensa área geográfica, clima tropical e subtropical, oferece condições edafoclimáticas favoráveis ao cultivo de grande variedade de oleaginosas com potencial para a produção do biodiesel, destacando-se a soja, o algodão, o amendoim, o girassol, a mamona, o pinhão manso, o babaçu, a colza e o dendê (SEBRAE, 2007). Dentre

estas oleaginosas, o dendzeiro destaca-se das demais por apresentar elevada produtividade em óleo, o que representa 10 a 12 vezes mais óleo bruto do que a soja, principal oleaginosa cultivada no país (SLUSZZ & MACHADO, 2006).

O uso do biodiesel gerou oportunidades para o sistema de produção de ruminantes, pela possibilidade de utilização de farelos e tortas na alimentação desses animais, resultantes do processo de extração do óleo (NUNES *et al.*, 2010). Alimentos alternativos para a substituição dos grãos estão sendo testados como uma opção de redução dos custos com alimentação. As tortas oleaginosas oriundas da produção do biodiesel surgem então como alternativa de substituição dos componentes protéicos do concentrado (geralmente, a base de farelo de soja) que atualmente correspondem à fração de custo mais elevado do concentrado (CORREIA, 2010).

A torta de dendê, dentre os co-produtos aproveitados da agroindústria utilizados na alimentação animal, apresenta grande potencial na alimentação de ruminantes, pois, apresenta uma boa composição de nutrientes, tem oferta abundante ao longo do ano, podendo ser uma das alternativas de suplementação de baixo custo (ANDRADE SOBRINHO, 2010).

2.3. Torta de dendê

A torta de dendê é o produto resultante da polpa seca do dendê, após moagem e extração de seu óleo, utilizado para a produção de biodiesel ou para alimentação humana (BRASIL, 1998). O uso mais importante da torta de dendê é como ingrediente para a formulação de dietas na alimentação animal. Por possuir valor nutritivo elevado, com elevado teor de fibra e regular conteúdo protéico, é considerado excelente para ruminantes (CARDOSO *et al.*, 2006). A utilização da torta de dendê na fabricação de rações para bovinos pode ser alternativa para redução de custos de produção. No entanto, é preciso que seja utilizada de forma criteriosa, ou seja, avaliando o nível máximo de inclusão na dieta, sem causar efeitos indesejáveis no sistema de produção (FERREIRA, 2011).

Os ruminantes são capazes, por meio da flora microbiana presente no rumem, de aproveitar alimentos grosseiros, porção fibrosa das plantas e co-produtos diversos, e originar produtos de elevado valor nutritivos, como leite e carne. Portanto, esse grupo de animais exerce importante papel no aproveitamento de resíduos da agricultura e subprodutos da agroindústria na alimentação, reciclando-os e reduzindo a demanda por alimentos mais nobres

(cereais), destinados à alimentação humana (COSTA *et al.*, 1996). O uso da torta de dendê na alimentação animal também evita a possível destinação ineficiente destes resíduos, com consequentes danos ao meio ambiente (COSTA, 2006).

Os rendimentos produtivos resultantes da utilização da torta de dendê na alimentação animal têm sido considerados ótimos, podendo ser utilizada como fonte de alimento energético, na produção animal, especialmente na alimentação de ruminantes. Sua composição química varia de acordo com o processo de extração do óleo, que pode ser mecânico ou através da adição de solventes químicos. Embora os maiores atrativos venham a ser o elevado teor energético, resultando em valores elevados de energia metabólica, a torta de dendê apresenta alto teor de fibra e o conteúdo protéico, apesar de ser baixo, é de alta qualidade, em função do alto teor de aminoácido metionina (COSTA, 2006).

As variações encontradas na composição da torta de dendê produzida na Malásia, segundo Food and Agriculture Organization of the United Nations-FAO (2002), estão entre 89 a 93% para matéria seca (MS), 14,6 a 16% para proteína bruta (PB), 12,1 a 16,8% para fibra bruta (FB); 39,6 a 46,1% para fibra em detergente ácido (FDA); 66,4 a 66,7% para fibra em detergente neutro (FDN); 0,9 a 10,6% para extrato etéreo (EE); 3,5 a 4,3% para matéria mineral (MM); 52,5 a 65% para extrato não nitrogenado (ENN); e 67,0 a 75,0% para nutrientes digestíveis totais (NDT). Os teores de EE sofrem influências em função dos métodos de extração do óleo de dendê que são por prensagem ou com o uso de solventes. O primeiro método proporciona maiores teores de EE no co-produto (FAO, 2002).

Silva *et al.* (2000), ao avaliarem a torta de dendê para bezerros utilizando níveis de 0, 25, 50 e 75% em substituição ao milho no concentrado, observaram que os níveis de 25 e 50% de torta de dendê apresentaram o menor custo de produção por arroba e que o nível de 25% propiciou produção em arrobas de carne superior aos tratamentos contendo 50 e 75% de torta de dendê em substituição do milho. Na análise bromatológica da torta de dendê realizada pelos mesmos autores foram encontrados os seguintes valores: 89,18% de matéria seca (MS); 11,03% de proteína bruta (PB); 69,56% de fibra em detergente neutro (FDN) e 11,17% de extrato etéreo (EE).

Segundo Bonfim *et al.* (2009), a torta de dendê é um alimento com baixo teor protéico (13,87% PB) e com alta concentração de fibra (>79% FDN). Composição compatível com aquelas apresentadas por forrageiras como o capim-tifton (*Cynodon spp.*). Portanto, este subproduto deve ser usado como alimento alternativo ao volumoso da ração animal. Apesar

disto, pela alta digestibilidade da sua fibra e alta concentração de óleo (8,54%) apresenta bom conteúdo de energia.

Vasconcelos Filho *et al.* (2005) avaliaram amostras de dendê referente a produção industrial e encontraram valores médios de 97,70% de matéria seca, 18,21% de proteína bruta, 5,7% de extrato etéreo, 22,17% de fibra bruta, 71,07% de fibra em detergente neutro, 49,93% de fibra em detergente ácido, 7,82% de matéria mineral e 4,792 kcal/Kg de energia bruta.

2.4. Produção de gás *in vitro*

As técnicas de produção de gases avaliam a qualidade dos substratos utilizados na nutrição de ruminantes (NOGUEIRA *et al.*, 2006). As técnicas *in vitro* de produção de gases são capazes de simular o ambiente ruminal e a digestão enzimática (THEODOROU *et al.*, 1994) e baseiam-se na estimativa do volume de gases produzidos por meio da leitura direta com seringas graduadas ou por conversão de volume a partir de dados de pressão (MAURÍCIO *et al.*, 2003).

As técnicas de produção de gases *in vitro* foram desenvolvidas para prever a fermentação de alimentos para ruminantes. O alimento é incubado com líquido ruminal e solução tampão; e os gases produzidos são medidos como indicadores indiretos da cinética de fermentação. Quando o alimento é incubado, este primeiramente é degradado e a fração degradada pode ser fermentada e produzir gases e ácidos da fermentação ou incorporar-se à biomassa microbiana (RYMER *et al.*, 2005).

Segundo Maurício *et al.*, (2003), os ensaios *in vivo* são os mais adequados para determinar o valor nutricional dos alimentos utilizados na nutrição de ruminantes, porém requerem considerável uso de animais, alimentos, mão-de-obra, tempo e alto custo financeiro, limitando assim a sua utilização. Além disso, Stern *et al.* (1997) relataram que os ensaios *in vivo* estão sujeitos as variações inerentes aos animais. Por tais razões têm-se desenvolvido técnicas *in vitro*, as quais são menos onerosas e facilitam o controle das condições experimentais (VELÁSQUEZ, 2006). Segundo Campos *et al.*, (2000) a técnica de produção de gás *in vitro* oferece rápida estimativa da taxa de digestão e é útil para estimar a digestibilidade dos alimentos pelos bovinos.

O princípio de determinar a degradabilidade ruminal potencial ou fermentabilidade de um alimento por medição dos gases produzidos em uma cultura foi primeiramente desenvolvido por MCBEE (1953) e posteriormente modificado por HUNGATE (1966)

(VELÁSQUEZ, 2006). A técnica consiste na mensuração da produção de gás manometricamente (WILLIAMS, 2000). Wilkins (1974) descreveu a técnica a que fermentação era realizada em garrafas seladas e os gases produzidos eram determinados usando um transdutor ou sensor de pressão para medir o acúmulo de pressão no “head-space” da garrafa. Theodourou *et al.* (1994) desenvolveram a técnica de produção de gases caracterizada pela leitura manual do volume de gases produzidos através de uma seringa plástica graduada. Todavia, o uso da seringa restringe o número de amostras analisadas por experimento, diminui o número de leituras e compromete a descrição da curva de fermentação principalmente durante o *lag-phase* (período inicial de fermentação) e muitas vezes está sujeita a erros cometidos pelo operador (MAURÍCIO *et al.*, 2003). A técnica *in vitro* semiautomática de produção de gases (MAURÍCIO *et al.*, 1999) na qual um transdutor mede a pressão e registra os dados para depois serem descarregados no computador (VELÁSQUEZ, 2006) apresenta potencial em descrever a cinética da fermentação no rúmen, fornecer a taxa e a extensão da degradação das forrageiras (GATACHEW *et al.*, 1998).

A técnica *in vitro* semiautomática de produção de gases tem sido utilizada para estimar a digestibilidade *in vivo* e mensurar a degradação ruminal dos alimentos (GATACHEW *et al.*, 1998). Tal técnica tem por objetivo simular as condições do rúmen, como atmosfera anaeróbica, temperatura de incubação constante (39°C) e pH adequado (NOGUEIRA *et al.*, 2004). Esse método pode ser utilizado para determinar a degradação dos substratos por monitoramento da produção de gases durante determinados intervalos de tempo (JAYME *et al.*, 2009).

Além disso, a técnica *in vitro* de produção de gases permite avaliar grande número de amostras por experimento, com boa acurácia, facilidade de manuseio e baixo custo por amostra analisada (FARIAS JR. *et al.*, 2010). Possibilita avaliar diferentes ambientes do rúmen e da taxa de fermentação dos constituintes solúveis e estruturais (MAURÍCIO *et al.*, 2003). Segundo Williams (2003), a técnica tem sido utilizada em estudos de classificação de substratos com altos teores de carboidratos, em estudos de fermentabilidade de componentes específicos, na avaliação de fatores antinutricionais e na estimativa da energia metabolizável dos alimentos.

A fermentação é um processo anaeróbico, efetuado pela população microbiana ruminal, que converte os substratos em ácidos graxos, principalmente acético, propiônico e butírico (MARCHESIN, 2010). A fermentação dos substratos leva também a liberação de subprodutos do metabolismo microbiano como o dióxido de carbono (CO₂) e o metano (CH₄),

gases que não são aproveitáveis pelos microrganismos ruminais (NOGUEIRA *et al.*, 2006). Segundo Moss (1993) o metano não pode ser metabolizado pelos animais sendo removido do rumem por expiração ou eructação, refletindo em perdas da energia bruta da dieta. Os gases mensurados *in vitro* são provenientes dos gases liberados a partir da produção dos ácidos graxos e da reação de neutralização dos mesmos com os tampões (WILLIAMS, 2000).

Os gases oriundos da fermentação estão relacionados com a composição dos alimentos, ou seja, a maioria dos gases é liberada pela fermentação dos carboidratos, seguido por menor volume os gases liberados pelas proteínas e nenhuma quantidade liberada pelos lipídeos. Também outras alterações podem ser causadas pela fermentação da fibra (maior produção de gases) e do amido (menor produção de gases) (NOGUEIRA *et al.*, 2006). Segundo Nogueira *et al.* (2006a) a relação acetato: propionato pode alterar o volume de gases, sendo que substratos com maior capacidade de produção de acetato (maior composição de fibra em sua composição bromatológica) produzem maior quantidade de gases quando comparados aos substratos com alto teor de amido os quais apresentam maior capacidade de produção de propionato e, conseqüentemente, menor produção de gases.

Segundo Williams (2000), uma limitação da técnica de produção de gás *in vitro* é a falta de uniformidade dos métodos o que torna difícil comparar resultados. Alguns pontos críticos do método são citados por Menke *et al.* (1979): 1) Amostra em pequena quantidade, tornando maiores os erros experimentais; 2) Dificuldades de padronização e conservação de alimentos, para correção dos desvios causados pela mudança na atividade microbiana do líquido ruminal; 3) O alimento pode ter baixa produção de gases, mas a digestão *in vivo* pode ter alta digestibilidade; 4) pH dos alimentos e do líquido ruminal, no processo de digestão, pode influenciar negativamente o crescimento microbiano, acarretando menor taxa de degradação do alimento ao final da incubação (MENKE *et al.*, 1979).

Uma vez obtido o perfil de produção de gases, dispõem-se diversos modelos matemáticos para descrevê-los. Os modelos matemáticos mais utilizados são os de Orskov e McDonald (1979), Mertens e Loften (1980), Beuvinck e Kogut (1993), France *et al.* (1993), logístico uni ou bicompartimental, proposto por Schofield *et al.* (1994), Groot *et al.* (1996) e de Gompertz, proposto por Lavrencic *et al.* (1997). A descrição matemática das curvas de produção de gases permite a análise dos dados, a comparação dos substratos e a evolução de diferentes ambientes de fermentação, proporcionando valiosas informações sobre a composição do substrato estudado e das taxas de fermentação dos constituintes solúveis e estruturais dos substratos (FARIAS *et al.*, 2011).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Local e Período do experimento

O presente trabalho foi conduzido no Laboratório de Nutrição Animal, na Fazenda Água Limpa (FAL), pertencente à Universidade de Brasília, Distrito Federal, localizada na latitude 15°56' S e na longitude 47° 56' W, com altitude média de 1080 m; e no Laboratório de Oleaginosas da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, localizado geograficamente na latitude 15°36' S e na longitude 47°42' W, com altitude média de 1.007 m. O experimento foi realizado no período de maio a novembro de 2011.

As amostras foram obtidas de dendezeiros cultivados em área experimental da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF. O clima, segundo Köppen é classificado como Aw, com duas estações bem definidas (a seca e a chuvosa) e ocorrência de veranicos durante a estação chuvosa. O solo é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo (Figura 2).



Figura 2 - Área cultivada com dendezeiro irrigado. Embrapa Cerrados, Planaltina/DF

Fonte: Arquivo pessoal

3.2 Amostragem e tratamentos

As tortas da polpa e da amêndoa do dendê utilizadas para a análise bromatológica e para a determinação da produção de gás *in vitro* foram obtidas de quatro cultivares de dendezeiros cultivados em área irrigada em blocos casualizados nas dependências da Embrapa Cerrados, Planaltina/DF. Uma planta de cada cultivar foi selecionada ao acaso e os frutos do

cacho foram utilizados para a extração do óleo e obtenção das tortas pelo processo de prensagem.

Como tratamentos, foram avaliadas as tortas da polpa e da amêndoa retiradas das cultivares C2528, C2501, C1001 e C2301 de dendê durante a época da seca e das águas (Figura 3).

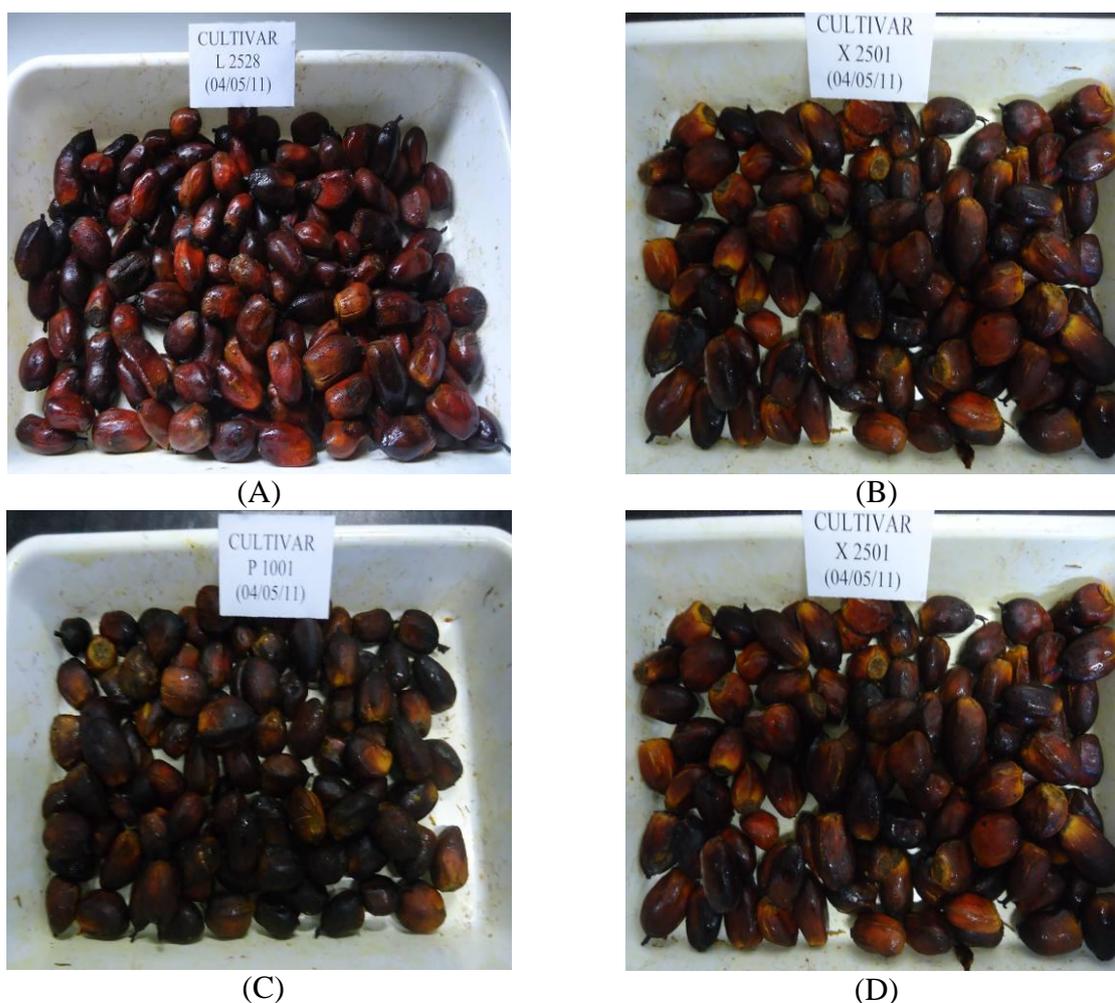


Figura 3 - (A) Cultivar C2528; (B) Cultivar C2501; (C) Cultivar C1001; (D) Cultivar C2301

Fonte: Arquivo pessoal

3.3 Obtenção dos co-produtos do dendê

Os cachos dos dendezeiros foram desbulhados e os frutos levados à autoclave a 121⁰C sobre pressão de 2 a 3 kg/cm² durante 60 minutos. Após esse período, aproximadamente 1.500 gramas dos frutos de cada cultivar foram despulpados com o objetivo de separar a polpa

(mesocarpo) da amêndoa (Figura 4). A polpa e a amêndoa do dendê foram moídas em moinho de moer carne e levadas para a estufa a 65⁰C durante 24 horas. A extração do óleo de palma (mesocarpo) e de palmiste (amêndoa) e a obtenção das respectivas tortas foi feita pelo processo de prensagem em prensa hidráulica sobre pressão de 10 a 15 toneladas.

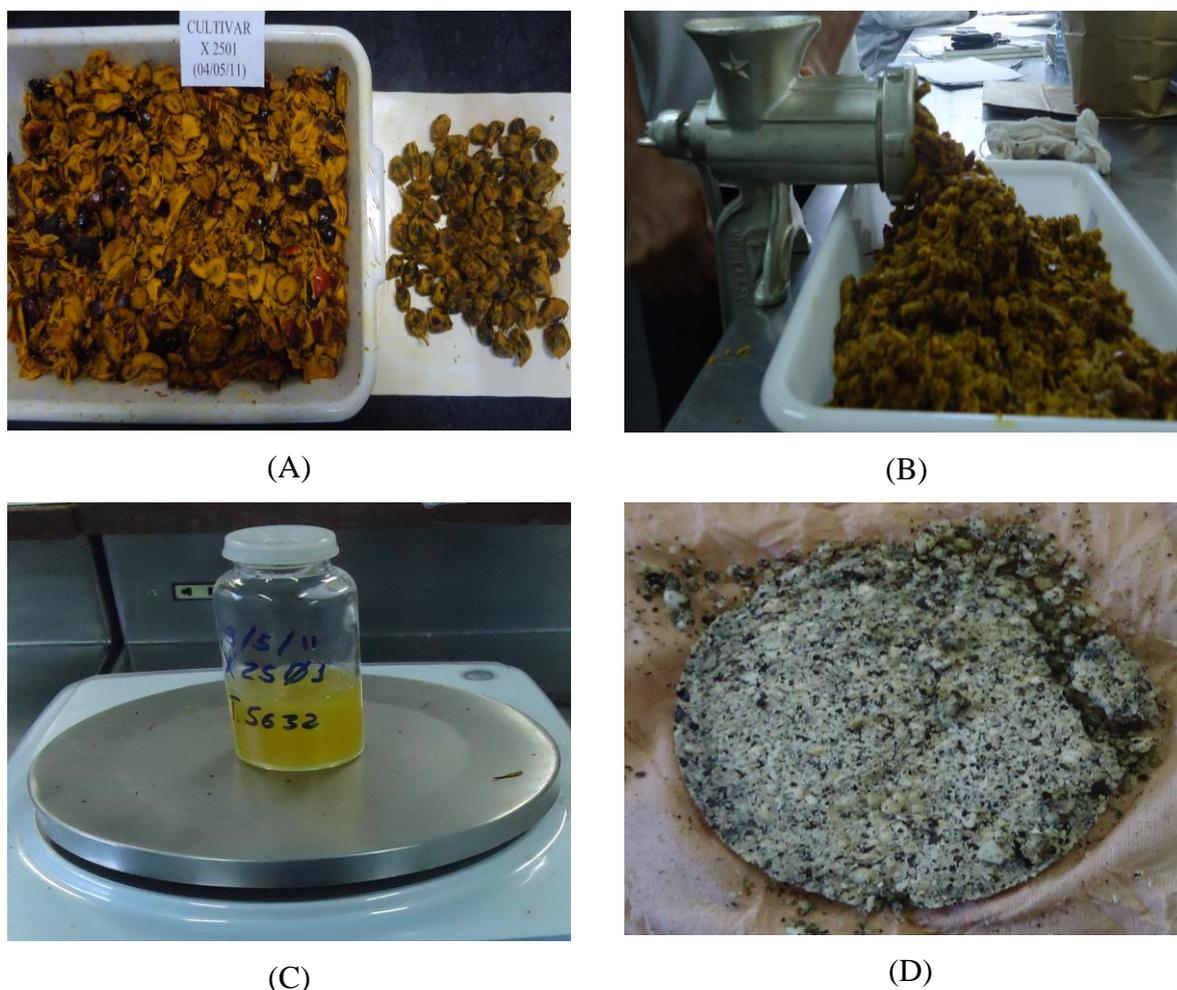


Figura 4 - (A) Polpa e nozes (casca + amêndoa) do dendê. (B) Polpa de dendê moída em moinho de moer carne. (C) Óleo de palmiste (amêndoa). (D) Torta da amêndoa

Fonte: Arquivo pessoal

3.4 Análises Bromatológicas

As amostras da torta da polpa e amêndoa do dendê foram submetidas às análises de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) e extrato etéreo (EE). As amostras foram analisadas segundo a metodologia de Van Soest *et al.*(1991) para FDN e o AOAC (1995) para MS, PB, FDA e EE.

3.5 Produção de gás *in vitro*

As amostras das tortas de dendê foram pré-secadas a 65°C em estufa de ventilação forçada e trituradas em moinho modelo TE-631/2. Um grama de amostra foi adicionado em 102 bolsas de filtro F57 25µ (ANKON) e introduzido em garrafas de vidro de 160 mL (Figura 5). Posteriormente foram adicionados, utilizando uma proveta, 90 mL de solução nutritiva-tamponante. A composição da solução, conforme recomendado por Theodorou *et al.* (1994), encontra-se na Tabela 1. Garrafas contendo somente solução nutritiva-tamponante e inóculo foram utilizados como branco, com objetivo de descontar a produção de gases vinda do inóculo. As garrafas foram mantidas em estufa a 39°C até o momento da inoculação.



(A)



(B)

Figura 5 - (A) Solução nutritiva-tamponante. (B) Garrafas de fermentação contendo solução nutritiva-tamponante e torta de dendê em bolsas de filtro F57 25µ (ANKON)

Fonte: Arquivo pessoal

Tabela 1 - Composição da solução nutritiva-tamponante

Solução/Reagente	Quantidade
Tampão	
NH ₄ HCO ₃ (g)	8,4
NaHCO ₃ (g)	73,5
Água destilada (mL)	2.101,3
Macromineral	
Na ₂ HPO ₄ .12H ₂ O (g)	19,9
KH ₂ PO ₄ (g)	13,0
MgSO ₄ .7H ₂ O (g)	0,6
Água destilada (mL)	2101,3
Micromineral	
	50 mL
CaCl ₂ .2H ₂ O (g)	6,6
MnCl ₂ .4H ₂ O (g)	5
CoCl ₂ .6H ₂ O (g)	0,5
FeCl ₃ .6H ₂ O (g)	4
Solução Rezasurina (g/L)	
	0,01
Meio B	
	630,4
Cisteína HCl (g)	4,1
Água destilada (mL)	630,4
1 M NaOH (mL)	26,5
Na ₂ S.9H ₂ O (g)	4,1

Fonte: Theodorou *et al.* (1994)

A inoculação foi feita usando líquido ruminal obtido de um bovino da raça Nelore, fistulado (Figura 6-A), mantido em dieta a base de silagem de milho e 90g de mistura mineral; e de um ovino da raça Santa Inês, fistulado, mantido em dieta a base de silagem de milho, 200g de concentrado e 10g de mistura mineral. Os líquidos ruminais foram retirados (em torno de 0,6 litros) e levados para o laboratório, onde foram então filtrados e mantidos em banho maria a 39°C com injeção contínua de CO₂ (Figura 7-A). Posteriormente 10 mL dos inóculos foram injetados através de uma seringa plástica nos respectivas garrafas (Figura 7-B). As garrafas foram vedadas com rolhas de borracha e mantidas em estufa a 39°C.



Figura 6 - (A) Fístula de Bovino da raça Nelore. (B) Retirada do inóculo de bovino.

Fonte: Arquivo pessoal

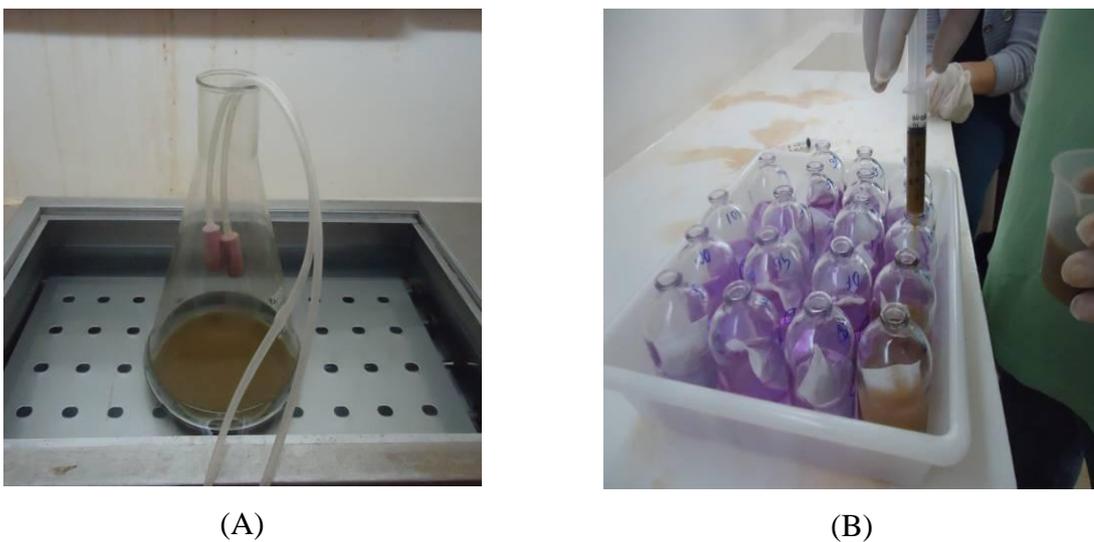


Figura 7 - (A) Inóculo de ruminante com injeção contínua de CO₂. (B) Garrafas de fermentação sendo inoculadas.

Fonte: Arquivo pessoal

A pressão, originada pelos gases produzidos e acumulados nas garrafas, foi medida por meio da inserção da agulha acoplada ao transdutor de pressão modelo PressData à tampa de borracha (Figura 8). A leitura foi feita no leitor digital do aparelho nos tempos de 3, 6, 9, 12, 16, 24, 48, 72 e 96 horas de fermentação. Após cada leitura as garrafas eram agitadas manualmente e recolocadas na estufa a 39°C. A transformação dos dados de pressão de gases (psi=pressão por polegada quadrada) em volume de gases foi estimada pela equação

matemática volume (mL) = $4,50231 \cdot \text{PSI} + 0,05164 \cdot \text{pressão}^2$ ($R^2=0,996$) (GUIMARÃES JR *et al.*, 2008).



Figura 8 - Sistema de leitura da pressão dos gases acumulados nas garrafas.

Fonte: Arquivo pessoal

3.6 Análise dos dados

Os dados de volume de gases acumulados nas 96 h de fermentação foram analisados pelo modelo descrito por France *et al.* (1993) gerando informações sobre o tempo de colonização (L), produção potencial (Vf) e taxa de produção de gases (c). O experimento foi delineado em um fatorial 4x2x2, formado por quatro cultivares, duas partes da planta e duas épocas de colheita. As médias foram comparadas pelo teste Tukey com 95% de probabilidade utilizando o modelo SAS (2001).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os rendimentos dos produtos e subprodutos das cultivares de dendê na época das águas e na época da seca estão apresentados nas Tabelas 2 e 3. Numericamente a média dos rendimentos da época das águas foi superior em relação à época da seca. Os resultados encontrados para os rendimentos de óleo da amêndoa, assim como sua respectiva torta estão próximos aos citados por Furlan (2006), que encontrou média de 1,5% e 3,5% para o óleo e

torta de palmiste (amêndoa) respectivamente, exceto para a porcentagem de óleo de palma (polpa) que obteve valor de 20%, sendo inferior que os valores de 37,30% da época das águas e 29,95% da época da seca encontrados no presente trabalho.

Dentre as cultivares, na época das águas, a C2301 apresentou maior rendimento de óleo de palma quando comparada as demais, porém apresentou menor rendimento de óleo de palmiste (amêndoa), sendo este o de maior valor agregado. Na época da seca, a cultivar C1001 apresentou maior rendimento de óleo de palma quando comparada com as demais, porém também apresentou menor rendimento de óleo de palmiste. A cultivar 2528, tanto na época das águas quanto na época da seca obteve bons rendimentos para a produção de óleo de palma e palmiste, assim como suas respectivas tortas.

Tabela 2 - Rendimentos das cultivares de dendê na época das águas

Amostra	% Óleo de palma	% Torta de palma	% Óleo de palmiste	% Torta de palmiste	% Cascas
C 2528	38,67	25,09	1,42	3,76	5,43
C 1001	36,82	30,06	2,54	1,36	4,17
C 2301	39,97	19,43	0,81	1,89	3,02
C 2501	33,73	22,67	1,62	2,91	4,94
Média	37,30	24,31	1,60	2,48	4,39

Tabela 3 - Rendimentos das cultivares de dendê na época da seca

Amostra	% Óleo de palma	% Torta de palma	% Óleo de palmiste	% Torta de palmiste	% Cascas
C 2528	31,60	20,43	1,16	2,43	5,95
C 1001	35,90	22,49	0,70	1,22	4,04
C 2301	24,65	15,51	1,61	3,34	10,25
C 2501	27,66	17,67	1,09	1,95	4,82
Média	29,95	19,02	1,14	2,23	6,27

Os co-produtos de óleo do dendê, formados pela torta da polpa e torta da amêndoa podem ser classificados como alimento concentrado, devido à alta concentração de extrato etéreo em ambas as partes, com médias de $42,3 \pm 7,14\%$ e $31,8 \pm 4,36\%$ para a torta da polpa e amêndoa, respectivamente. Devido aos elevados teores de EE as tortas devem ser classificados como concentrado energético.

Os teores de fibra podem ser considerados elevados em ambas às partes, $61,1 \pm 3,75\%$ e $41,6 \pm 5,79\%$, na torta de polpa e $68,5 \pm 5,50\%$ e $39,4 \pm 5,66\%$ na torta de amêndoa para FDN e FDA, respectivamente. Esses valores mostram que os co-produtos contribuem para aumento de FDN e FDA em dietas de ruminantes podendo ser utilizados no balanceamento de dietas de bovinos, que necessitam mínimo de 25% FDN na dieta para garantir a ruminação e saúde do rúmen e manutenção dos teores de gordura do leite (NRC, 2001).

Os resultados de composição bromatológica encontrados nos co-produtos de dendê sugerem inclusões em dietas de ruminantes semelhantes a alimentos mais comumente utilizados como o caroço de algodão, com 23,5% de PB; 19,51% de EE e 47,4% de FDN e a soja grão, como 39,05% de PB; 20,34% de EE e 28,54% de FDN (VALADARES FILHO *et al.*, 2000). Devido aos elevados teores de EE, os co-produtos do dendê devem ter sua inclusão limitada de 0,5 a 2 kg/animal/dia, em dietas de vaca de leite, por exemplo. Esses alimentos devem ser utilizados em misturas com outros alimentos energéticos protéicos como milho, farelo de soja, farelo de algodão, etc., e podem ser explorados com objetivo de fornecer energia e fibra simultaneamente, importante em fases de balanço energético negativo, como no pico de lactação e em dietas de terminação em animais para corte (NRC, 2001).

Na Tabela 4 são apresentados os teores de nutrientes encontrados nos co-produtos de dendê de quatro cultivares avaliadas no presente estudo.

Tabela 4 - Composição nutricional de duas partes do fruto de dendê nas quatro cultivares avaliadas

Cultivares	Polpa					Amêndoa				
	MS	PB	FDN	FDA	EE	MS	PB	FDN	FDA	EE
C2501	95,3	7,2	60,2	36,8	41,9	94,3	14,6	67,5	37,7	29,9
C2301	92,8	8,5	61,3	43,6	38,8	93,6	14,8	64,1	34,3	33,5
C1001	95,9	6,5	63,9	44,5	48,2	94	14,5	69,8	46,2	30,4
C2528	95	7,1	59,2	41,3	40,2	93,8	12,8	72,5	39,4	33,2
Média	94,8	7,3	61,2	41,6	42,3	93,9	14,2	68,5	39,4	31,8
EPM	11,4	1,9	4,3	6,4	8	6,1	2,5	5,8	4,2	5,3
CV	3,6	19,1	7	15,3	18,8	6,5	17,8	8,5	10,8	16,7

EPM – erro padrão da média; CV – coeficiente de variação (%).

MS: Matéria seca; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; EE: estrato etéreo.

O presente estudo não detectou diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os teores de nutrientes das cultivares avaliadas. Estudos realizados com co-produtos do biodiesel como o da macaúba que apresentaram valores próximos de 5% de PB e 22% de EE para a polpa

integral e 4,70% de PB e 13,48% de EE na polpa desengordurada (CASARI *et al.*, 2011). Oliveira *et al.* (2010) avaliando a polpa de macaúba encontraram valores de 22% de gordura bruta e 49% de FDA.

As tortas das polpas mostraram-se pouco proteicas quando comparado às tortas das amêndoas. Porém quando comparado com outros alimentos, como a soja que apresenta 39,05% de PB (VALADARES FILHO *et al.*, 2000), ambas apresentaram baixo teor de proteína. Contudo a proteína da torta de dendê é de alta qualidade, devido a presença do aminoácido metionina (COSTA, 2006) e, portanto é possível de ser aproveitada na alimentação de ruminantes, principalmente de vacas leiteiras, pois a metionina é um dos aminoácidos mais limitantes à produção de leite em dietas comerciais (ALVES, 2004).

A torta de dendê apresentou valores de MS (matéria seca), PB (proteína bruta), FDN (fibra em detergente neutro) e FDA (fibra em detergente ácido) (Tabela 4) semelhantes aos apresentados pela FAO (2002) que foram respectivamente, 89 a 93 para MS, 14,6 a 16 para PB; 39,6 a 46,1 para FDA; 66,4 a 66,7% para FDN.

Os teores de MS, FDN e PB, estão próximos dos valores encontrado por Nunes *et al.*, (2010) de 95,29%, 70,04% e 16,64% respectivamente. Analisando a composição química da torta de dendê nos meses de outubro de 2004 a dezembro de 2005, Vasconcelos Filho, *et al.* (2005) obteve resultado para MS (97,7%) semelhante ao encontrado no presente estudo.

Os teores de PB da torta de amêndoa observados são também semelhantes aos encontrados por Carvalho *et al.* (2005), Silva *et al.* (2005) e Silva *et al.* (2008) que encontraram valores de 17,50, 14,51 e 14,78% de PB, respectivamente. Os percentuais de PB, tanto da torta de amêndoa quanto da torta da polpa, estão acima do intervalo de 6% a 8% de PB recomendado por Van Soest (1994) para a efetiva fermentação microbiana ruminal.

O percentual de extrato etéreo (EE) das tortas de dendê é elevado. Valores médios de 42,27% EE para a torta de polpa e de 31,75% da torta de amêndoa. Esses resultados são muito superiores aos observados por FAO (2002), Silva *et al.* (2000), Silva *et al.* (2008), Vasconcelos Filho (2005) que obtiveram resultado de 10,6%, 11,17%, 6,22% e 5,7% respectivamente para os teores de EE da torta de dendê. Essas diferenças observadas podem ser atribuídas ao método de extração.

Não foram observadas diferenças nos teores de FDN, FDA e EE entre as épocas de colheita ($P > 0,05$).

Foram encontradas diferenças significativas ($P < 0,05$) na PB da amêndoa e taxa de produção de gases (c), volume de gases em 48h (G48) e na produção potencial de gases (A),

entre as diferentes épocas do ano estudadas (água e seca), mostrando haver influências das variáveis climáticas na composição nutricional do co-produto (Tabela 5).

Tabela 5 - Influência da época do ano na composição bromatológica dos co-produtos de dendê

Período	Polpa					Amêndoa				
	PB	A	G48	c	L	PB	A	G48	c	L
Águas	7,3	154,7	129,1	0,06 ^a	2,6	15,5 ^a	222,3 ^a	136,6 ^a	0,05 ^a	6,1 ^a
Seca	7,2	118,6	86,6	0,04 ^b	1,2	12,7 ^b	155,4 ^b	90,1 ^b	0,03 ^b	2,2 ^b
EPM	1,3	31,3	29,3	0,007	0,9	1,6	7,9	6,9	0,003	0,7
CV	18,2	22,9	27,2	15,3	46,9	11,1	4,2	5,9	9,12	17,3

Proteína bruta (PB, %); produção de gases potencial (A, mL); produção de gases em 48h (G48,mL); taxa de produção de gases (c, %/h); lag fase (L, h).

EPM – erro padrão da média; CV – coeficiente de variação (%)

a, b – letras diferentes nas linhas representam diferenças estatísticas pelo teste de Tukey com 95% de probabilidade.

Nas figuras 9, 10 e 11 observam-se os gráficos da produção cumulativa de gases das tortas da polpa e da amêndoa de diferentes cultivares de dendê na época das águas e na época da seca com inóculos de ovino e bovino avaliadas nos diferentes tempos de fermentação. As curvas de produção de gases caracterizam-se por apresentar formas sigmóides, sendo visíveis três fases: a inicial com baixa produção de gases, fase intermediária (exponencial) de rápida produção e final (assintótica) de lenta ou inexistente produção de gases (NOGUEIRA *et al.*, 2004).

O estudo foi capaz de identificar uma diferença no tempo de colonização (fase lag: L) das bactérias do rúmen nos substratos polpa e amêndoa, sendo maior no período das águas do que na seca ($P < 0,05$), podendo estar relacionado com a disponibilidade dos nutrientes nos diferentes períodos (concentrações de frações solúveis e relação entre proteína degradável e energia disponível). Foi detectadas também maiores diferenças nas curvas de fermentação entre cultivares e partes da planta no período das águas com relação ao período da seca (Figuras 9,10 e 11).

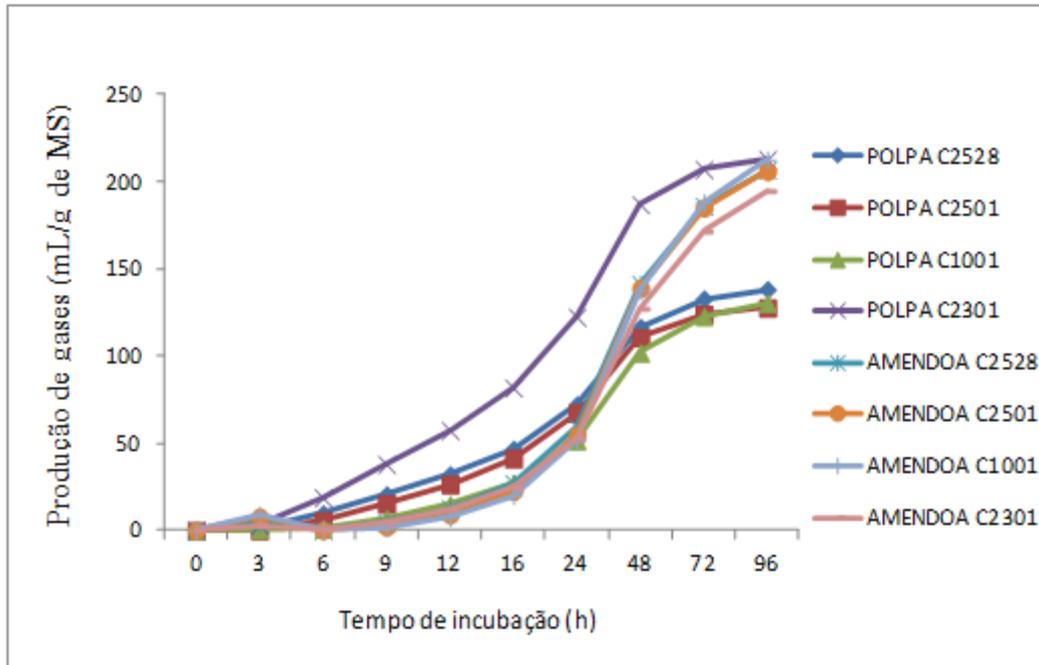


Figura 9 - Gráfico da produção cumulativa de gás das tortas de polpa e de amêndoa da época das águas de quatro cultivares de dendê com inóculo de bovino.

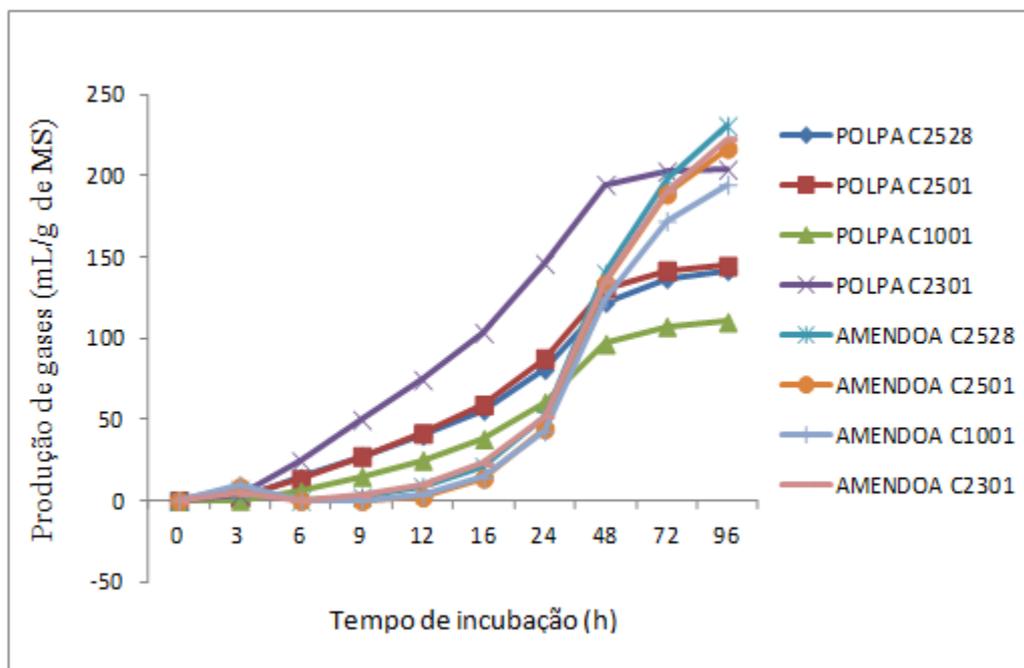


Figura 10 - Gráfico da produção cumulativa de gás das tortas de polpa e de amêndoa da época das águas de quatro cultivares de dendê com inóculo de ovino.

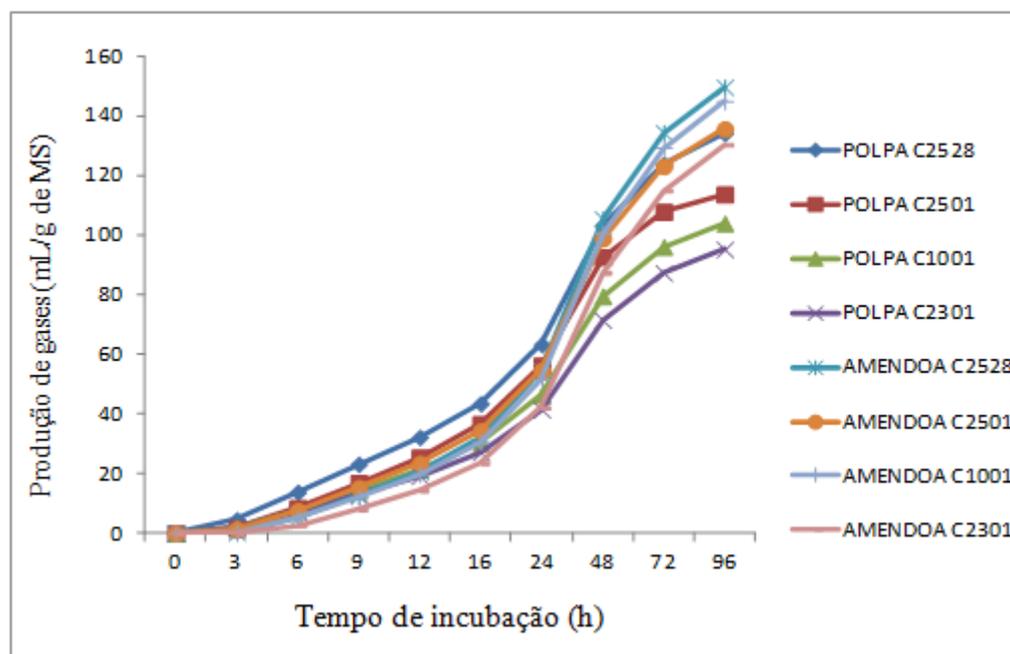


Figura 11 - Gráfico da produção cumulativa de gás das tortas de polpa e de amêndoa da época da seca de quatro cultivares de dendê com inóculo de bovino.

Nas primeiras horas de fermentação uma parte do substrato, geralmente os açúcares solúveis, é fermentada rapidamente, mas isto representa uma pequena porção do total a ser degradado. Na sequência, menor quantidade de alimento é hidratada e colonizada pela microbiota, dando origem a degradações distintas, dependendo do substrato, quanto aos constituintes solúveis e estruturais (BEUVINK & KOGUT, 1993).

A energia utilizada pelos microrganismos nas primeiras horas de incubação é proveniente, quase que totalmente, da fermentação dos carboidratos não fibrosos (AZEVEDO *et al.*, 2003), o que condiz com a maior velocidade de produção de gases nos tempos iniciais. Segundo Van Soest (1994), a parede celular é constituída de polímeros heterogêneos e pode possuir frações de fácil e difícil degradação microbiana, resultando em diferentes produções de gases.

Os tempos de colonização (Tabelas 6, 7 e 8) das tortas de amêndoa, principalmente na época das águas, foram maiores quando comparados aos tempos de colonização das tortas de polpa, porém aquelas obtiveram potencial máximo de produção de gás superior, com exceção da torta de polpa da cultivar C2301 que na época das águas sobressaiu sobre as demais tortas da polpa chegando a ser superior às tortas da amêndoa quando utilizou o inóculo de bovino. Nogueira *et al.*, (2006) comparando substratos com diferentes quantidades de carboidratos solúveis, observaram que materiais mesmo com maior potencial de produção de gases, porém

com maior *lag phase* e menor taxa de produção de gases são nutricionalmente inferiores (NOGUEIRA *et al.*, 2006).

A superioridade das tortas de amêndoa em relação às tortas de polpa quanto ao potencial máximo de produção de gases pode estar relacionada à maior quantidade de lipídios encontrados nas tortas da polpa, já que a fermentação ruminal dos carboidratos estruturais assim como o crescimento microbiano ruminal são reduzidos pela adição de lipídios (KOZLOSKI, 2002). A superioridade da torta de polpa da cultivar C2301 na época das águas em relação às demais tortas de polpa deve-se ao mesmo fato, pois dentre as tortas de polpa a cultivar C2301 foi a que apresentou menor valor de EE e portanto menor quantidade de lipídios. A correlação entre o potencial máximo de produção de gases e o teor de EE foi negativa (-0,9264), indicando que o aumento do teor de extrato etéreo influencia negativamente a produção de gases.

As tortas da polpa, apesar de apresentarem potencial máximo de produção de gases inferior às tortas da amêndoa, mantiveram ao longo das primeiras 24 horas de fermentação, produção de gases superior às tortas de amêndoa, que provavelmente está ligado à fermentação dos carboidratos fibrosos (Figuras 9,10 e 11). As tortas de polpa apresentaram também menores tempos de colonização e maiores taxas de produção de gases em relação às tortas da amêndoa (Tabelas 7 e 8), fato provavelmente relacionado à fermentação dos carboidratos solúveis e prontamente fermentáveis e às características físicas e químicas da parede celular da amostra, capazes de facilitar a colonização microbiana (MAGALHÃES *et al.*, 2006). Segundo Bueno (2002), a maior taxa de produção de gases é resultante da maior concentração de carboidratos não fibrosos e que, com o transcorrer do tempo, esses componentes tornam-se escasso e as fontes de energias restantes (FDN) são fermentadas com menor velocidade.

O potencial de produção de gases foi superior na época das águas, atingindo o potencial máximo de 264,2 mL/gMS (torta de amêndoa da cultivar C2528) quando foi utilizado inóculo de ovino e de 231,3 mL/gMS (torta de amêndoa da cultivar C1001) quando foi utilizado inóculo de bovino. A produção potencial de gases descrita no presente trabalho foi superior ao observado por da Silva *et al.*[s.d.] que encontrou resultado de 111,30 mL/gMS para a torta de dendê coletada em indústrias produtoras de biodiesel.

Na época da seca, em todos os tratamentos, o tempo de colonização foi menor em relação aos resultados referentes à época das águas com ambos os inóculos. Entretanto, o potencial máximo de produção de gases da época da seca foi muito inferior à época das águas,

atingindo o potencial máximo de produção de gases de 161,5 mL/gMS (torta de amêndoa da cultivar C1001) (Tabela 8).

Tabela 6 - Variáveis da equação de France¹ para as tortas de dendê da época das águas e inóculo ovino

Tratamentos	Variável		
	A (mL/ g de MS)	c	L
Torta da polpa C2528	144,00	0,051	2,65
Torta da polpa C2501	145,40	0,071	1,65
Torta da polpa C1001	111,00	0,071	2,46
Torta da polpa C2301	204,00	0,097	1,70
Média torta polpa	151,10	0,07	2,11
Torta da amêndoa C2528	264,20	0,039	6,51
Torta da amêndoa C2501	239,80	0,048	10,90
Torta da amêndoa C1001	210,80	0,052	10,19
Torta da amêndoa C2301	258,80	0,036	5,79
Média torta amêndoa	243,40	0,044	8,348

¹Modelo de France et al. (1993).

A: Potencial máximo da produção de gases (mL/g de MS); c: taxa de produção de gases(/hora) ; L: tempo de colonização (horas).

Tabela 7 - Variáveis da equação de France¹ para as tortas de dendê da época das águas e inóculo bovino

Tratamentos	Variável		
	A	c	L
Torta da polpa C2528	140,80	0,056	1,73
Torta da polpa C2501	129,00	0,070	2,74
Torta da polpa C1001	134,00	0,060	4,23
Torta da polpa C2301	215,00	0,063	1,55
Média torta da polpa	154,70	0,06	2,56
Torta da amêndoa C2528	221,90	0,049	5,63
Torta da amêndoa C2501	220,30	0,052	6,55
Torta da amêndoa C1001	231,30	0,049	6,94
Torta da amêndoa C2301	215,60	0,041	5,16
Média torta da amêndoa	222,28	0,05	6,07

¹Modelo de France et al. (1993).

A: Potencial máximo da produção de gases (mL/g de MS); c: taxa de produção de gases(/hora) ; L: tempo de colonização (horas).

Tabela 8 - Variáveis da equação de France¹ para as tortas de dendê da época da seca e inóculo bovino

Tratamentos	Variável		
	A (mL/ g de MS)	c	L
Torta da polpa C2528	144,10	0,031	0,03
Torta da polpa C2501	117,10	0,048	0,03
Torta da polpa C1001	110,60	0,037	0,03
Torta da polpa C2301	102,70	0,034	0,03
Média torta polpa	118,63	0,04	0,03
Torta da amêndoa C2528	164,80	1,285	2,22
Torta da amêndoa C2501	147,80	1,418	1,44
Torta da amêndoa C1001	161,50	1,105	2,14
Torta da amêndoa C2301	147,40	0,962	2,87
Média torta amêndoa	155,38	1,19	2,17

¹Modelo de France et al. (1993).

A: Potencial máximo da produção de gases (mL/g de MS); c: taxa de produção de gases(/hora) ; L: tempo de colonização (horas).

5. CONCLUSÕES

As tortas de dendê mostraram potencial para uso na alimentação de ruminantes por apresentarem boa composição química e qualidade fermentativa. As tortas, principalmente a torta de amêndoa, da época das águas apresentou melhor composição nutricional.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDALLA, A. L.; SILVA FILHO, J. C.; GODOI, A. R.; CARMO, C. A.; EDUARDO, J. L. **P. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.37, suplemento especial, p.260-258, 2008.
- ALVES, D. D. **Nutrição aminoacídica de bovinos.** Revista Brasileira Agrociência, v.10, n. 3, p. 265-271, 2004.
- ANDRADE SOBRINHO, L.E.C. **torta de dendê (Elaeis guineensis, Jacq.), em substituição ao concentrado a base de milho e farelo de soja, na alimentação de cabras em lactação.** 2010. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncovo, 42f. Cruz das Almas/BA, 2010.
- ARMENTANO, L.; PEREIRA, M. **Measuring the effectiveness of fiber by animal response trials.** Journal of Dairy Science, v.80, p.1416-1425, 1997.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**, 16th ed., v.1, Arlington:A.O.A.C., 1995, chapter 3. p.4. (method 985.01).
- AZEVÊDO, J.A.G.; PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C. *et al.* **Composição química bromatológica, fracionamento de carboidratos e cinética da degradação in vitro da fibra de três variedades de cana-de-açúcar (Saccharum spp.).** Revista Brasileira de Zootecnia, v.32, n.6, p.1443-1453, 2003.
- BIONDI, A.; MONTEIRO, M; GLASS, V. **O Brasil dos Agrocombustíveis: Impacto das Lavouras sobre a Terra, o Meio e a Sociedade- Palmáceas, Algodão, Milho e Pinhão Manso.** ONG REPORTER BRASIL, 2008.
- BONFIM, M.A.D.; SILVA, M.M.C; SANTOS, S. F. **Potencialidades da utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de caprinos e ovinos.** Tecnologia & Ciência. Agropecuária., João Pessoa, v.3, n.4, p.15-26, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. **Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal**. Brasília: Sindirações/Anfar;CBNA; SDR/MA, 1998. 12p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Produção e Agroenergia. **Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011**. 2 ed. rev.- Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 110p.

BUENO, I.C.S. **Cinética digestiva e síntese microbiana ruminal em ovinos alimentados com fenos de três qualidades distintas**. 2002. 97f. Tese (Doutorado em Ciência) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Piracicaba, 2002.

CABRAL, L.S. *et al.* **Frações de carboidratos de alimentos volumosos e suas taxas de degradação estimada pela técnica de produção de gases**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.29, n.6, p. 2087-2098 (suplemento 1), 2000

CAMPOS, F.P.; LANNA, D.P.D.; BOSE, M.L.V.; BOIN, C. **Avaliação do Sistema de Monitoramento Computadorizado de Digestão In Vitro. 1. Testes Preliminares**. Revista Brasileira de Zootecnia., v.29, n.2, p. 525-530, 2000.

CARDOSO, A.R.; PIRES, C.C.; CARVALHO, S. **Consumo de nutrientes e desempenho de cordeiros com dietas que contêm diferentes níveis de fibras em detergente neutro**. Revista Ciência Rural, v.36, n.1, p.2156221, 2006.

CARVALHO, J.E.U.; NASCIMENTO, W. M. O. do; MÜLLER, C. H. **Características físicas e de germinação de sementes de espécies frutíferas nativas da Amazônia**. Belém, PA: Embapa-CPATU, 1998. 18p.

CARVALHO, E.M. **Torta de dendê (*Elaeis guineensis*, Jacq) em substituição ao feno de capim-tifton 85 (*Cynodon spp*) na alimentação de ovinos**. Dissertação (Mestrado). 46p. Itapetinga, BA: UESB, 2006.

CASARI, T.M.; RORIZ, C.G.Q.; MOREIRA, J.S.; NOGUEIRA, M.P.; SILVA, F.L.; MURATA, L.S.; CABRAL FILHO, S.L.S. **Avaliação química de co-produtos derivados da extração do biodiesel no Brasil com potencial de utilização na alimentação suína.** Universidade de Brasília-DF. Pibic 2011.

CEBDS- Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável. **Biocombustíveis e Mudanças Climáticas-Interfaces e Potencialidades.** 2008. Disponível em < www.cebds.org.br > Acesso em 10 set. 2011.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento.** Acompanhamento da safra brasileira: Palma. Segundo levantamento Agosto 2011. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/camaras_setoriais/Palma_de_oleo/4R0/App_CONAB.pdf> Acesso em: 10 set. 2011.

CORREIA, B.R. **Tortas oriundas da produção de biodiesel em substituição ao farelo de soja na dieta de novilhos holandês x zebu.** Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal do Recôncovo da Bahia. Cruz das Almas/BA, 2010.

COSTA, D.A. **Avaliação nutricional da torta de dendê para suplementação alimentar de ruminantes na Amazônia Oriental.** Dissertação (Mestrado) – Universidade federal do Pará, Centro de Ciências Agrárias, Núcleo de Estudos em Ciência Animal, 2006.

COSTA, N.L.; MAGALHÃES, J.A.; TAVARES, A.C.; TOWNSEND, C.R.; PEREIRA, R.G.A.; SILVA NETTO, F.G. **Diagnóstico da pecuária em Rondônia.** Porto Velho: EMBRAPA/CPAF/Rondônia, 1996. 34p. (Embrapa Rondônia. Documentos, 33).

DURÃES, F. M. O. Requerimentos de PD&I na Agroindústria de Palma de Óleo no Brasil: O Papel da Embrapa. **Agroenergia em Revista**, ano 2, n. 2, maio 2011. Disponível em: <www.cnpae.embrapa.br>. Acesso em: 7 ago. 2011.

FARIAS Jr, W.G.; GONÇALVES, L.C.; MAURÍCIO, R.M.; RODRIGUES, J.A.S.; COLODO, J.C.N.; FARIA, W.G.; SOUZA, L.F. **Avaliação das silagens de sorgo BRS-610**

em sete estádios de maturação pela técnica *in vitro* semiautomática de produção de gases. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia., v.62, n.4, p.898-905, 2010.

FARIAS, L.A. **Dinâmica da fermentação ruminal de co-produtos do babaçú utilizando a técnica *in vitro* semiautomática de produção de gases.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, 53 f. Teresina/PI, 2008.

FARIAS, L.N.; VASCONCELOS, V.R.; CARVALHO, F.F.R; SARMENTO, J.L.R. **Avaliação dos modelos logístico bicompartimental e de Gompertz na estimativa da dinâmica de fermentação ruminal *in vitro* do farelo e da torta de babaçu (*Orbigya martiana*).** Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.63, n.1, p.136-142, 2011.

FERREIRA, A.C. **Níveis de torta dendê oriunda da produção de biodiesel na alimentação de bovinos holandês x zebu.** Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal da Bahia, Escola de Medicina Veterinária. Salvador/BA, 2011.

FURLAN Jr., J. et al. **BIODIESEL: Porque tem que ser dendê.** EMBRAPA, 1 ed. Belém, PA, 2006.

FURLAN Jr., J.; MÜLLER, A. A. **A Agricultura Familiar e a Dendeicultura na Amazônia.** EMBRAPA Amazônia Oriental (Comunicado Técnico 107), Belém, PA, Dezembro de 2004.

FRANCE, J.; DHANOA, M.S.; THEODOROU, M.K.; LISTER, S.J.; DAVIS, D.R.; ISAC, D. **A model to interpret gas accumulation profiles associated with *in vitro* degradation of ruminant feeds.** Journal Theoretical of Biology, v.163, p.99-111, 1993.

GAMA, L.C.; REYNOL, F. O dendê do Cerrado. **Agroenergia em Revista**, ano 2, n. 2, maio 2011. Disponível em: <www.cnpea.embrapa.br>. Acesso em: 7 ago. 2011.

GETACHEW, G.; BLÜMMEL, M.; MAKKAR, H.P.S. et al. ***In vitro* gas measuring technique for assessment of nutritional quality of feeds: a review.** Animal Feed Science and Technology, v.72, p.261-281, 1998.

GUIMARÃES JÚNIOR, R. *et al.*. **Relação entre pressão e volume para implantação da técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases na Embrapa Cerrados**. Planaltina / DF: Embrapa Cerrados, 2008 (Comunicado Técnico - Embrapa).

JAYME, D.G.; GONÇALVES, L.C., MAURÍCIO, R.M. *et al.* **Avaliação pela técnica de produção de gases das silagens de quatro genótipos de girassol (*Helianthus annuus*) (Rumbosol 91, Victoria 627, Victoria 807 e Mycogen 93338)**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.61, p.1403-1410, 2009.

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Meria: Ed. UFSM, 2002. 140 p.

LIMA, W. Perspectivas de Futuro em Relação à Produção de Óleo para a Alimentação, Cosméticos e Biodiesel. Palmas para o Dendê. **Agroenergia em Revista**. Ano II, nº 2, maio de 2011.

MAGALHÃES, R.T.; GONÇALVES, L.C.; MAURICIO, R.M. *et al.* **Avaliação de quatro genótipos de sorgo pela técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases**. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.5, n.1, p.101-111, 2006.

MARCHESIN, W.A. **Estudo da Produção de gases pela digestibilidade *in vitro* do capim-marandu [*Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich) STAPF], submetido a intensidades de pastejo**. Tese (Doutorado). Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – universidade de São Paulo. Pirassununga, 2010. 57f.

MAURÍCIO, R.M.; MOULD, F.L.; DHANOA, M.S.; OWEN, E.; CHANNA, K.S.; THEODOROU, M.K. **A semi-automated *in vitro* gas production technique for ruminant feedstuff evaluation**. Animal Feed Science and Technology, v.79, p.321-330, 1999.

MAURÍCIO, R.M.; PEREIRA, L.G.R.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M. **Relação entre pressão e volume para implantação da técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases na avaliação de forrageiras tropicais**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.55, n.2, 2003.

MAURÍCIO, R.M.; PEREIRA, L.G.R.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M.; MARTINS, R.G.R.; RODRIGUES, J.A.S. **Potencial da Técnica *in Vitro* Semi-Automática de Produção de Gases para Avaliação de Silagens de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.32, n. 4, p.1013-1020, 2003.

MENKE, K.H.; RAAB, L.; SALEWSKI, A. et al. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feeding stuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. **Journal of Agricultural Science**, v.93, p.217-222, 1979.

MOSS, A.R. **Methane: global warming and production by animals**. Chalcombe Publications, Kingston, United Kingdom, 1993. 105p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.rev.ed. Washinton, D.C.: 2001. 381p.

NOGUEIRA, R.R.; SALIBA, E.O.; MAURICIO, R.M. **Comparación de modelos matemáticos para estimar los parámetros de degradación obtenidos a través de la técnica de producción de gas**. 2004.

NOGUEIRA, U.T.; MAURÍCIO, R.M.; GONÇALVES, L.C. **Comparação de substratos com diferentes quantidades de carboidratos solúveis utilizando a técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.58, n.4, p.633-641, 2006.

NOGUEIRA, U.T.; MAURÍCIO, R.M.; GONÇALVES, L.C.; PEREIRA, L.G.R. **Predição da degradação da matéria seca pelo volume de gases utilizando a técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.58, n.5, p.901-909, 2006a.

NUNES, A.S.; OLIVEIRA, R.L.; AYRES, M.C.C.; BAGALDO, A.R.; NETO, A.F.G.; BARBOSA, L.P. **Condição hepática de cordeiros mantidos com dietas contendo torta de**

dendê proveniente da produção de biodiesel. Revista Brasileira de Zootecnia, v.39, n.8, p.1825-1831, 2010.

OLIVEIRA, P. B.; BRAVO, M.O.; CABRAL FILHO, S.L.S. **Prediction of intake of macaúba pulp (*acrocomia aculeata*) in cattle using the in situ technique.**(2010). Disponível em <<http://www.kenes.com/buiatrics/cd/pdf/71.pdf>> Acesso em 27 nov 2011.

RYMER, C.; HUNTINGTON, J.A.; WILLIAMS, B.A.; GIVENS, D. I. **In vitro cumulative gas production techniques: History, methodological considerations and challenges.** Animal Feed Science and Technology, v. 123-124, n. 1, p. 9-30, 2005.

SEBRAE. **Biodiesel.** 2007. Disponível em: <http://www.biodiesel.gov.br/docs/docs/Carilha_Sebrae.pdf>. Acesso em: 21 set. de 2011.

SILVA, J.; ARIETA, N.F. *et al* [s.d.]. **Avaliação in vitro de farelo e tortas da cadeia do biodiesel em dietas para ruminantes.** Escola de Engenharia de Piracicaba, Piracicaba –SP.

SILVA, H.G.O. *et al.* **Capim-elefante amonizado e farelo de cacau ou torta de dendê em dietas para ovinos em crescimento.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.37, n.4, p.734-742, 2008.

SILVA, H.G.O. *et al.* **Farelo de Cacau (*Theobroma cacao L.*) e Torta de Dendê (*Elaeis guineensis. Jacq*) na alimentação de cabras em lactação: consumo e produção de leite.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.34, n.34, p.1794, 2005.

SILVA, F.F. *et al.* **Torta de Dendê em Dietas de Bezerros Leiteiros Desmamados Precocemente.** In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2000, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: SBZ, 2000.

SLUSZZ, T.; MACHADO, J.A.D. **Características das potenciais culturas matérias primas do biodiesel e sua adoção pela agricultura familiar.** AGRENER GD, 2006. 10 p

SOUZA JUNIOR, M. T. PD&I em Suporte ao Melhoramento Genético de Palma de Óleo na Embrapa. **Agroenergia em Revista**, ano 2, n. 2, maio 2011. Disponível em: <www.cnpae.embrapa.br>. Acesso em: 7 ago. 2011.

STERN, M.D.; BACH, A.A.; CASAMIGLIA, S. **Alternative techniques for measuring nutrient digestion in ruminants**. *Journal of Animal Science*, v. 75, p. 2256-2276, 1997.

SUFRAMA- Superintendência da Zona Franca de Manaus. **Potencialidades-Estudo de Viabilidade Econômica- Dendê** Manaus, AM. v. 5. 29p. 2003.

SUMATHI, S.; CHAI, S. P.; MOHAMED, A.R. **Utilization of oil palm as a source of renewable energy in Malaysia**. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2007, 18p.

THEODOROU, M.K.; WILLIAMS, B.A.; DHANOA, M.S.; McALLAN, A.B.; FRANCE, J. **A simple gás production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds**. *Animal Feed Science and Technology*, v.48, p. 185-197, 1994.

VALADARES FILHO, S.C. **Nutrição, avaliação de alimentos e tabelas de composição de alimentos para bovinos**. In: XXXVII REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Viçosa, 2000. Anais... Viçosa: SBZ, 2000, p.267-337.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. 2.ed., Ithaca: Cornell University Press, 1994, 476p.

VASCONCELOS FILHO, R.F.; RABELLO, C.B.V.; ALBURQUERQUE, C.S.; LIMA FILHA, O.S. **Determinação da análise bromatológica da torta de dendê**. Anais do ZOOTEC 2005. Campo Grande-MS

VELÁSQUEZ, P.A.T. **Composição química, digestibilidade e produção de gases “in vitro” de três espécies de forrageiras tropicais**. Dissertação Mestrado. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. UNESP- Campus Jaboticabal, 2006.

WILLIAMS, B. A. **Cumulative gas production techniques for forage evaluation.** In: GIVENS, D. I.; OWEN, E.; AXFORD, R. F. E.; OMED, H. M. (Ed). **Forage evaluation in ruminant nutrition.** Wallingford: CAB International Publishing, p. 189-214, 2000.

WILLIAMS, B.A. **Cumulative gas production: how to measure it, and what it can (not) tell you.** In: ISNH6 SATELLITE WORKSHOP/SYMPOSIUM WILD AND DOMESTIC HERBIVORE DIET CHARACTERIZATION, 2003, Mexico. *Anais...* Mexico: UADY, 2003. p.1-3.