



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS

CURSO DE ZOOTECNIA

DÉBORA INÊS COSTA DA HORA

**CINÉTICA DE FERMENTAÇÃO *IN VITRO* DE FORRAGEIRAS NATIVAS E
ADAPTADAS DA CAATINGA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CRUZ DAS ALMAS - BAHIA

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS

CURSO DE ZOOTECNIA

DÉBORA INÊS COSTA DA HORA

**CINÉTICA DE FERMENTAÇÃO *IN VITRO* DE FORRAGEIRAS NATIVAS E
ADAPTADAS DA CAATINGA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao colegiado do curso de Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como um dos requisitos a obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Prof^ª Orientadora: Dr.^a. Soraya Maria Palma Luz Jaeger

CRUZ DAS ALMAS - BAHIA

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

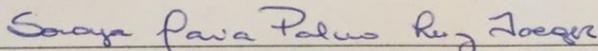
DÉBORA INÊS COSTA DA HORA

CINÉTICA DE FERMENTAÇÃO *IN VITRO* DE FORRAGEIRAS NATIVAS E
ADAPTADAS DA CAATINGA

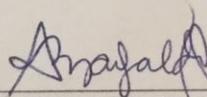
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aprovada em: 13 / 09 / 2017

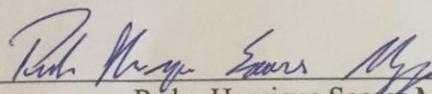
BANCA EXAMINADORA



Soraya Maria Palma Luz Jaeger - Professora Associado IV da
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (Orientadora)



Adriana Regina Bagaldo – Professora Adjunto da
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (Membro)



Pedro Henrique Soares Mazza - Mestrando do
Programa Ciência Animal da UFRB (Membro)

CONCEITO FINAL: 8,6

CRUZ DAS ALMAS – BA

2017

Dedico este trabalho a minha família,
em especial aos meus pais José e Cassia (*in memoriam*)
pelo apoio incondicional, estímulo
e carinho durante essa caminhada.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus, por renovar minha fé e força a cada dia e fazer-me persistir mesmo quando os obstáculos pareciam impossíveis de ultrapassar.

Obrigada a minha preciosa família por seu incentivo e amor incondicionais que me sustentaram a cada dia. Ao meu pai, exemplo de determinação e coragem, que apesar de todas as dificuldades sempre me fortaleceu e não me deixou desistir mesmo nos momentos mais difíceis.

Ao meu grande amor, minha saudosa mãe, Cassia Maria (*in memoriam*) que foi meu maior exemplo, a principal responsável pelas minhas vitórias, inspiração para vencer todas as minhas batalhas, por acreditar em mim e pelo exemplo de ser humano que sempre foi. Eu não poderia pedir por uma Mãe melhor!

Meus irmãos, minhas cunhadas e sobrinhos, que apesar da distância sempre se fizeram presentes, que nos momentos de minha ausência dedicados ao estudo, sempre fizeram entender que o futuro é feito a partir da constante dedicação no presente!

Agradeço a minha orientadora, professora Soraya por sua sabedoria, paciência e colaboração durante este percurso, por sempre transmitir valiosos valores ético e morais, nos mostrando a importância de seguir um caminho honrado e conquistar o sucesso através do nosso próprio esforço.

Ao amigo Pedro Mazza, sem sua orientação e ajuda esse trabalho seria impossível, obrigada por todas as questões que ajudou a solucionar, por estar sempre disponível a sanar desde as mais simples dúvidas e a aguentar o drama, pelo constante incentivo. Obrigada jovem!

Agradeço aos colegas do PET Zootecnia por todos os momentos que compartilhamos, fundamentais para a minha formação.

Não poderia deixar de agradecer aos amigos que fiz durante essa jornada, obrigada por seu companheirismo, pelos momentos de descontração e apoio tão necessários durante esse período. A minha querida turma de 2012, obrigada por todos os momentos que vivenciamos juntos

A Tathiane, Daniela, Virginia, Isabela, Ayara, Milena e Rafaela por terem se tornado minha “família fora de casa”, sem o seu apoio e carinho esse caminho teria sido muito mais difícil de trilhar, levarei comigo esses momentos inesquecíveis. A Tamires e Tiago por fazerem parte desse nosso irreverente “hostel”. Obrigada amados!

A todos que participaram dessa incrível caminhada, Muito Obrigada!

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Volume de gases produzidos durante incubação <i>in vitro</i> de espécies forrageiras da Caatinga.....	28
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Fazenda Leite Verde Agropecuária LTDA – Agosto a setembro de 2016.....	10
Tabela 2. EMEPA - Estação Experimental Pendência – Abril a maio de 2017.....	13
Tabela 3. Composição química das forrageiras analisadas com base na matéria seca (% da MS).....	21
Tabela 4. Composição da solução de macro e microminerais para incubação anaeróbica <i>in vitro</i> (Van Soest & Robertson, 1985).....	23
Tabela 5. Parâmetros de produção de gases <i>in vitro</i> de espécies forrageiras da Caatinga obtidos pelo modelo logístico bicompartimental.....	26

SUMÁRIO

1. ESTÁGIO SUPERVISIONADO.....	08
1.1 Introdução.....	08
1.2 Metodologia.....	09
1.3 Atividades desenvolvidas durante o período de estágio supervisionado.....	10
1.4 Conclusão.....	15
2. MONOGRAFIA.....	16
2.1 Introdução.....	19
2.2 Materiais e Métodos.....	21
2.3 Resultados e discussão.....	25
2.4 Conclusão.....	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30

1. ESTÁGIO SUPERVISIONADO

RESUMO: O presente estágio foi realizado pela discente Débora Inês Costa da Hora, nas empresas, Fazenda Leite verde LTDA e Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba, durante os períodos, agosto à Setembro de 2016, e Abril à Maio de 2017, respectivamente. Com carga horária total de 400 horas.

1.1. Introdução

O estágio supervisionado em Zootecnia tem como objetivo principal o aprimoramento da formação graduando, capacitando-o para exercer as atribuições da sua futura profissão nas mais diversas áreas de atuação profissional.

Baseado no princípio metodológico de que o desenvolvimento profissional implica na utilização de conhecimentos adquiridos, tanto no âmbito acadêmico quanto na vida profissional e pessoal, o estágio supervisionado pode ser encarado como um instrumento de aprendizado e desenvolvimento de competências profissionais vivenciadas em realidade social e econômica a que profissional será submetido quando do seu ingresso no mercado de trabalho.

De maneira geral, o estágio supervisionado procura mesclar a teoria estudada em sala de aula a situações reais, validando o conhecimento teórico em determinada área, de forma a proporcionar ao graduando maior segurança quanto à sua formação e capacidade de trabalho.

O Estágio Supervisionado, descrito no presente relatório foi desenvolvido em duas instituições: a) Fazenda Leite Verde LTDA; e b) Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (Emepa-PB). Em ambas as instituições, a estagiária pôde aprofundar experiências tanto na Produção, como na Nutrição de ruminantes, que constituem-se em importantes áreas de atuação do Zootecnista.

Na etapa realizada na Fazenda Leite Verde Ltda, teve-se a oportunidade de vivenciar a realidade de um grande empreendimento leiteiro, privado, no estado da Bahia. Já na Emepa-PB foi possível conhecer e atuar numa estatal que tem como finalidade a pesquisa e a difusão de

tecnologias relacionadas à cadeia produtiva de ovinos e caprinos, onde se teve uma ampla visão da agropecuária do Cariri Paraibano.

1.2. Metodologia

As atividades práticas relacionadas a bovinocultura leiteira foram desenvolvidas na Fazenda Leite Verde Agropecuária LTDA, situada no município de Jaborandi, Bahia, no período de agosto a setembro de 2016, com carga horária total de 210 horas, sob a orientação da Professora Soraya Maria Palma Luz Jaeger, e supervisão do Zootecnista, Juliano Alves de Almeida, gerente geral da fazenda.

A fazenda Leite Verde, se destaca na bovinocultura leiteira nacional por sua produção de leite com ciclo completo a pasto e oferece possibilidade de estágio para estudantes de Zootecnia de todo o Brasil.

Em sua organização estrutural própria, a fazenda é subdividida em nove grandes áreas, denominadas “pivôs”, quatro dessas destinados à produção de leite e cinco destinados a cria e recria das bezerras e novilhas. Cada pivô conta com a presença de um gerente, um subgerente e funcionários, e periodicamente conta com estagiários que têm a oportunidade de realizar atividades de manejo zootécnico, tais como: a) ordenha; b) controle da qualidade do leite, c) controle zootécnico do rebanho; e d) manejo reprodutivo (incluindo detecção de cio e inseminação artificial).

As atividades relacionadas à cadeia produtiva de ovinos e caprinos foram desenvolvidas na Emepa-pb, Estação Experimental de Pendência, localizada no município de Soledade, Paraíba, distante aproximadamente 210 km da cidade de João Pessoa, capital do estado, no período de abril a maio de 2017, com carga horária total de 194 horas, sob a orientação da professora Soraya Jaeger e supervisão do técnico responsável, o zootecnista João Paulo de Farias Ramos.

A estação experimental possui uma área total de 727 ha, com instalações como: centros de manejo animal, laboratório de biotecnologia reprodutiva, laboratório para CAEV, mini usina de processamento de leite, fábrica de queijos e derivados, abatedouro e laboratório de carne, centro de treinamento com sala de aula, refeitório e dormitório, casa de hóspedes, casa de

colonos e salas para técnicos e pessoal administrativo. Dentre as atividades técnicas de manejo desenvolvidas nessa etapa do estágio, destacam-se o manejo nutricional de caprinos e ovinos, a estimativa do estoque de palma no campo, a coleta e avaliação de sêmen, o acompanhamento de monta natural controlada e as análises dos constituintes do leite de cabra.

1.3 Atividades desenvolvidas durante o período de estágio supervisionado.

Tabela 1. Fazenda Leite Verde Agropecuária LTDA – Agosto a setembro de 2016	
Metas	Atividades
Manejo de ordenha	A fazenda adota o regime de duas ordenhas ao dia, a primeira as 06:00h e a segunda as 15:00h. As vacas são destinadas ao curral de espera e logo em seguida se inicia a ordenha com as ordenhadeiras mecânicas do tipo espinha de peixe de sistema fechado, onde não há contato com o leite. A ordenha é feita por lotes, onde as vacas estão divididas em lotes de alta e baixa produção, baseado no controle leiteiro que é realizado mensalmente. Após a ordenha as vacas recebem uma solução de pós-dipping tipo barreira à base de Lactato, em seguida os animais são direcionados para a curral de arraçoamento, a quantidade de ração fornecida varia com a produção do animal e a formulação testada no pivô, em média os animais de alta produção recebem 7 kg e de baixa de 4,5 a 5 kg. Após a ordenha dos animais sadios, é realizada a dos animais tratados com antibióticos no pós-parto, com colostro e com mastite/mamite, sendo esse “leite” normalmente destinado à alimentação das bezerras, esse momento é aproveitado para se administrar o tratamento de cada animal e fazer a avaliação para determinar a permeância ou a saída do animal do lote. Todo mês é feita o controle leiteiro de cada pivô, onde é instalado o equipamento higienizado anteriormente, sendo medido e anotado a

	quantidade de leite por vaca, por ordenha.
Manejo Sanitário	A sanidade é um dos pontos mais cobrados na fazenda, a limpeza e a sanitização são praticados em todos os setores. Na ordenha é recomendado o uso de luvas e lavagem constante das mãos com solução de cloro, essa mesma solução é utilizada na limpeza das teteiras, que é realizada ao fim de cada ordenha. É feita também a limpeza dos currais e sala de ordenha após sua utilização, tanques e mamadeiras são lavadas pela manhã com solução de água quente e detergente alcalino a base de hidróxido de sódio, no período da tarde é utilizado um detergente ácido a base de ácido fosfórico e sulfúrico. Estes procedimentos promovem a diminuição da CTB no leite e a possibilidade de diarreia nos bezerros.
Qualidade de Pasto	Os pivôs são plantados com capim Tifton 85 e estão divididos em 12 grandes piquetes, que podem ser subdivididos em mais 12 piquetes pequenos de acordo a necessidade. Existe uma grande preocupação de manter um pasto de boa qualidade, visto que o mesmo é a base da produção da fazenda, sendo assim existe um controle constante da pastagem por meio do controle da altura do capim na entrada e na saída dos animais de cada piquete, dados estes que estabelecem a biomassa do capim e o tempo de pastejo em cada piquete. A adubação com NPK é feita após a saída dos animais de cada piquete, e as cargas são determinadas após realização de análise do solo. Os pastos são irrigados por pivô central.
Manejo pré e pós-parto, e desenvolvimento dos bezerros	Diariamente foi feito o acompanhamento das vacas prenhes, a fim de detectar o início do parto e/ou possíveis complicações no mesmo. Após o nascimento é feita a limpeza, se necessária, e a identificação, relacionando mãe e sexo do filhote, e marcação com brinco na orelha esquerda dos bezerros, os

	<p>mesmos são deixados com mãe para ingerir o colostro. No dia seguinte as bezerras são separados e levados para o bezerreiro, onde são pesadas, brincadas, tatuadas, feita a cura do umbigo, recém dose de vermífugo e em seguida amamentadas. Quando é identificado problemas no parto, a vaca é destinada ao curral para observar a evolução do parto, e se necessário é feita intervenção para retirar o bezerro e realização do protocolo de tratamento estabelecido para os partos assistidos. A alimentação dos bezerros nos primeiros 14 dias é base de leite a vontade oferecido duas vezes ao dia, após esse período cada animal passar a receber 4 litros ofertados uma vez ao dia, água e ração a base de farelo de soja são ofertados à vontade. Ao atingirem em média 80 kg, são levadas para um piquete, onde o leite é trocado pelo sucedâneo, após período de adaptação.</p>
<p>Manejo reprodutivo</p>	<p>A detecção do cio é feita duas vezes ao dia, de manhã cedo e final da tarde, logo após as ordenhas, onde dois funcionários ficam observando os animais no piquete por cerca de meia hora, quando detectado comportamento de receptividade sexual (aceite de monta), os animais são marcados e a sua identificação (número do brinco) anotada para que após a próxima ordenha ela seja separada para inseminação. Com a intenção da inseminação artificial ser realizada no horário ideal, momento de fertilidade mais alto (final do cio) as vacas são inseminadas seguindo o esquema de Trimberger, que é bastante prático e apresenta bons resultados, as vacas observadas em cio (aceitando monta) pela manhã, deverão ser inseminadas na tarde do mesmo dia, já as vacas observadas em cio à tarde, deverão ser inseminadas na manhã do dia seguinte, bem cedo.</p>

Tabela 2. EMEPA - Estação Experimental Pendência – Abril a maio de 2017	
Metas	Atividades
Estimativa do estoque de palma no campo	<p>A atividade foi realizada no momento da visita técnica a Fazenda Donana, localizada no município de Soledade – PB, no palmal da espécie <i>Opuntia tuna</i> (L.) Mill, que popularmente é conhecida como “palma orelha de elefante mexicana”. A metodologia utilizada para se obter a estimativa do estoque de palma forrageira no campo foi a descrita por Pinto <i>et al.</i> (2002), que consiste em definir o número de plantas por hectares, o número médio de cladódios por planta, as dimensões (comprimento, largura, espessura) médias dos cladódios e a estimativa do peso médio dos cladódios com o intuito de se chegar ao final em um valor médio de matéria natural existente no palmal analisado. Deste modo, foi realizada a medição, com trena, de 10 metros lineares, onde foi contado a quantidade de plantas contidas nesse intervalo (10 metros) a fim de definir o número de plantas por hectare. Em seguida foram contados os números de cladódios das plantas, obtendo-se a média de cladódios por planta. Foram medidas as dimensões dos cladódios (comprimento e largura) com a trena e espessura com um paquímetro, sendo utilizada então a equação descrita por Pinto <i>et al.</i> (2002), obteve-se o peso médio dos cladódios. O estoque de palma forrageira no campo é obtido através da multiplicação do peso médio dos cladódios obtidos, com o número médio de cladódios e a quantidade de plantas por hectare.</p>
Coleta e avaliação de sêmen	<p>Foi coletado sêmen das espécies caprina e ovina, através do método de vagina artificial, que um tubo rígido cilíndrico aberto das duas extremidades, recoberto por uma borracha, formando</p>

	<p>uma proteção de borracha que é fixada as bordas do tubo por meio de tiras de elástico, formando um compartimento entre o tubo e a borracha, onde foi introduzido água com temperatura entre 37 a 41°C, com a intenção de simular a temperatura do órgão sexual. Em uma das extremidades da vagina artificial é acoplado um funil com um tubo graduado, para a coleta e medição do volume, na segunda extremidade forma a porção vulvar da vagina artificial convencional, na qual é inserido o pênis do animal. Os reprodutores eram conduzidos a fêmea no cio já contida, para estimular a ereção, onde no momento da copula o pênis era desviado para a vagina artificial, para que ocorresse a ejaculação dentro da vagina artificial. Após a coleta foi feita uma avaliação da qualidade do sêmen, avaliando a olho nu os parâmetros físicos, volume, cor e consistência, e com o microscópio os parâmetros qualitativos como turbilhonamento, motilidade, vigor e concentração do ejaculado, tendo como valor referência os valores estabelecidos pelo Colégio Brasileiro de Reprodução Animal.</p>
<p>Manejo Reprodutivo: monta natural controlada</p>	<p>A monta natural controlada foi realizada no SISLEITE, a atividade consistiu em levar as matrizes caprinas até as baias dos reprodutores, logo após as ordenhas, uma vez pela manhã e outra pela parte da tarde, onde as matrizes entravam em contato direto com o reprodutor, onde as que se deixavam montar (característica típica de cio) eram marcadas pra que pudesse ocorrer a monta natural controlada. As matrizes identificadas pela manhã eram cobertas na tarde do mesmo dia, e as identificadas a tarde eram cobertas na manhã do dia seguinte, e continuavam acobertas pelo reprodutor até não aceitarem mais a monta.</p>

Análise dos constituintes do leite	Foram coletadas doze amostras de leite de cabra, sendo seis no SISLEITE – Sistema de Produção de Leite de Cabra no Semiárido em Base Sustentável e as outras seis no Centro de Manejo Antônio de Oliveira Fernandes. Em seguida as amostras foram levadas para o laboratório do laticínio da própria estação, onde foram colocados em vidrarias individuais e foi realizada a análise utilizando o aparelho Master Mini, da marca AKSO. Sendo realizadas as análises de gordura, densidade, proteína, lactose, sólidos, extrato seco desengordurado, água adicionada, ponto de congelamento e temperatura.
------------------------------------	--

1.4 Conclusão

O estágio supervisionado nas dependências da Fazenda Leite Verde e na Estação Experimental de Pendência da Emepa - PB, nos possibilitou vivenciar os conhecimentos teóricos adquiridos ao longo da nossa vida acadêmica em atividades práticas do cotidiano de uma empresa rural.

Além dessa vivência, o estágio nos propiciou uma visão ampla de dois extremos da cadeia produtiva, onde de um lado está uma empresa economicamente eficaz, que não convive com a escassez dos recursos naturais e de outro uma região fragilizada por anos de seca, que precisa buscar alternativas alimentares para garantir a sobrevivência da produção agropecuária local.

Por fim, além do enriquecimento da nossa formação profissional, a experiência do estágio supervisionado também contribuiu, consideravelmente, para o nosso amadurecimento pessoal, pois resultou em grande aprendizado sobre relações interpessoais.

2. MONOGRAFIA

**CINÉTICA DE FERMENTAÇÃO *IN VITRO* DE FORRAGEIRAS NATIVAS E
ADAPTADAS DA CAATINGA**

**KINETICS OF *IN VITRO* FERMENTATION OF CAATINGA NATIVE AND
ADAPTED FORAGES**

DÉBORA INÊS COSTA DA HORA^{1*}

¹Graduanda do Curso de Zootecnia da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

***Endereço de correspondência: Rua Gilberto Bezerra, 123 – Morada Nobre,**

Barreiras – Bahia CEP: 47.810-056

HORA, Débora Inês Costa da. **Cinética de fermentação *in vitro* de forrageiras nativas e adaptadas da caatinga.** Monografia (Graduação em Zootecnia). 33f. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2017.

RESUMO

A Caatinga ocupa aproximadamente uma área de 900 mil km², o equivalente a 11% do território brasileiro, e é o principal ecossistema do Nordeste. A zona semiárida é uma região caracterizada por apresentar irregularidade de distribuição de chuvas e altas taxas de evapotranspiração. A limitada oferta de alimentos volumosos para ruminantes, principalmente durante o período seco, é um problema que se repete anualmente, elevando consideravelmente os custos de produção. A vegetação nativa da Caatinga se caracteriza por ser rica em espécies forrageiras em seus estratos herbáceos, arbustivo e arbóreo, onde 70% das espécies participam significativamente da composição da dieta dos ruminantes criados neste bioma. A produtividade dos ruminantes depende invariavelmente de sua habilidade em consumir e extrair energia de alimentos disponíveis. O valor nutritivo de um alimento depende de sua composição química e do nível de aproveitamento dos nutrientes pelos animais. Por meio da avaliação da degradabilidade *in vitro* é possível se obter informações para entender os processos de aproveitamento dos nutrientes, que começam pela fermentação ruminal e refletem no desempenho dos animais. A determinação da quantidade de gases produzidos *in vitro* é um indicador da fermentação dos produtos alimentares pela digestão microbiana, cujo princípio básico está na relação entre a fermentação e degradabilidade do alimento. A técnica da produção de gás *in vitro* foi desenvolvida a partir da necessidade de se determinar a degradabilidade dos alimentos de forma mais rápida, com a utilização de uma menor quantidade de alimentos, assim como a avaliação de vários alimentos. Objetivou-se com este trabalho avaliar os parâmetros da cinética de degradação ruminal das frações de carboidratos fibrosos e não fibroso e sobre a degradação da matéria seca.

Palavras-chave: Caatinga, produção de gás, degradabilidade *in vitro*.

HORA, Débora Inês Costa da. **Kinetics of *in vitro* fermentation of caatinga native and adapted forages.** Monografia (Graduação em Zootecnia). 33f. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2017.

ABSTRACT

The Caatinga occupies an area of approximately 900 thousand km², equivalent to 11% of the Brazilian territory, and is the main ecosystem of the Northeast. The semi-arid zone is a region characterized by uneven distribution of rainfall and high rates of evapotranspiration. The limited supply of bulky feed to ruminants, especially during the dry season, is a recurring problem each year, raising production costs considerably. The native vegetation of the Caatinga is characterized for being rich in forage species in its herbaceous, shrub and arboreal strata, where 70% of the species participate significantly in the diet composition of ruminants reared in this biome. The productivity of ruminants invariably depends on their ability to consume and extract energy from available foods. The nutritional value of a food depends on its chemical composition and the level of utilization of the nutrients by the animals. By evaluating *in vitro* degradability it is possible to obtain information to understand the nutrient utilization processes, which start with ruminal fermentation and reflect on the performance of the animals. The determination of the amount of gases produced *in vitro* is an indicator of the fermentation of food products by microbial digestion, whose basic principle lies in the relationship between fermentation and degradability of the food. The technique of *in vitro* gas production was developed from the need to determine the degradability of foods faster, with the use of a smaller amount of food, as well as the evaluation of various foods. The objective of this work was to evaluate the kinetic parameters of ruminal degradation of fibrous and non-fibrous carbohydrate fractions and dry matter degradation.

Keywords: Caatinga, gas production, *in vitro* degradability.

1. INTRODUÇÃO

A Caatinga ocupa aproximadamente uma área de 900 mil km², o equivalente a 11% do território brasileiro, e é o principal ecossistema do Nordeste, ocupando 54% dessa região, além de estar presente também no extremo norte de Minas Gerais e no sul dos estados do Maranhão e Piauí (BRASIL, 2017). Este bioma também é único e apresenta grande variedade de paisagens, riqueza biológica e endemismo (SILVA, 2004). O estado da Bahia ocupa aproximadamente 36,3% da Região Nordeste e engloba quase todos os ecossistemas brasileiros, no entanto mais de 50% do seu território encontra-se no semiárido, incluindo principalmente a caatinga (SILVA, 2011).

A zona semiárida é uma região caracterizada por apresentar irregularidade de distribuição de chuvas e altas taxas de evapotranspiração, que influenciam significativamente a disponibilidade e a qualidade da forragem nessas áreas (MOREIRA, 2006). Segundo Pereira Filho *et al.* (2007), a limitada oferta de alimentos volumosos para ruminantes, principalmente durante o período seco, é um problema que se repete anualmente, elevando consideravelmente os custos de produção.

A vegetação nativa da Caatinga se caracteriza por ser rica em espécies forrageiras em seus estratos herbáceos, arbustivo e arbóreo (ARAUJO *et al.*, 2006), onde 70% das espécies participam significativamente da composição da dieta dos ruminantes criados neste bioma (Souza *et al.*, 2013). Apesar da boa disponibilidade de fitomassa, parte dessas plantas não é utilizada na alimentação animal devido ao potencial forrageiro das plantas nativas serem pouco conhecidos (LACERDA *et al.* 2011).

A produtividade dos ruminantes depende invariavelmente de sua habilidade em consumir e extrair energia de alimentos disponíveis (ALLEN, 1996), segundo Berchielli *et al.* (2006) a quantidade de nutrientes absorvidos na dieta é um dos fatores que mais vão exercer influência na reposta do animal em produção. Nesse sentido avaliar as características químicas e fermentativas das plantas forrageiras para determinar seu valor nutritivo torna-se importante para o entendimento dos processos de utilização dos mesmo como fonte de nutrientes pelos animais.

O valor nutritivo de um alimento depende de sua composição química e do nível de aproveitamento dos nutrientes pelos animais. Entretanto, a quantidade de nutrientes ingeridos que é absorvida depende da taxa de fermentação ruminal e do tempo de permanência e exposição ao ataque microbiano (MIZUBUTI *et al.*, 2014). De tal modo, estudos sobre a cinética de degradação ruminal possibilitam a estimativa mais precisa do valor nutritivo das forragens (MENEZES, *et al.* 2016).

Por meio da avaliação da degradabilidade *in vitro* é possível se obter informações para entender os processos de aproveitamento dos nutrientes, que começam pela fermentação ruminal e refletem no desempenho dos animais (OLIVEIRA, *et al.* 2014). De acordo com Brow *et al.* (2002), a técnica de produção de gás simula a fermentação ruminal e pode ser utilizada para prever o padrão de fermentação do rúmen.

A determinação da quantidade de gases produzidos *in vitro* é um indicador da fermentação dos produtos alimentares pela digestão microbiana, cujo princípio básico está na relação entre a fermentação e degradabilidade do alimento. Os gases dióxido de carbono (CO₂) e metano (CH₄) são os resíduos da fermentação (PELL *et al.*, 1993). A técnica da produção de gás *in vitro* foi desenvolvida a partir da necessidade de se determinar a degradabilidade dos alimentos de forma mais rápida, com a utilização de uma menor quantidade de alimentos, assim como a avaliação de vários alimentos (MOREIRA, *et al.* 2010).

O método da produção de gás *in vitro* como forma de se avaliar a degradabilidade e a cinética de fermentação ruminal vem sendo amplamente utilizada por proporcionar resultados satisfatórios, tem como principais vantagens a possibilidade de processar grande número, ser uma técnica de baixo custo e obter resultados mais rápidos quanto comparado ao método *in vivo* (OLIVEIRA *et al.*, 2014; MIZUBUTI *et al.*, 2014).

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar os parâmetros da cinética de degradação ruminal das frações de carboidratos fibrosos e não fibroso Baraúna (*Schinopsis brasiliensis* Engl.), Flor-de-seda (*Schumbergera truncate* Haw.), Icó (*Capparis yco*), Juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.), Licuri (*Syagrus coronata*), Macambira (*Bromelia laciniosa*) e Mandacaru (*Cereus jamacaru* D.C.) pela técnica de produção de gases *in vitro*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio experimental foi conduzido, em sua fase inicial, na fazenda Novo Horizonte, localizada no município de Rafael Jambeiro, a uma latitude 12°24'28" Sul e uma longitude 39°30'03" Oeste e altitude 385 m, na microrregião de Feira de Santana, Bahia, Brasil, sendo classificado como clima Aw (tropical com inverno seco) segundo Köppen, com temperatura média anual de 23,1°C e pluviosidade de 647 mm/ano (CLIMATEMPO, 2016). Amostras representativas de plantas nativas e exóticas que compõem a pastagem local, ao longo de todo o ano, foram coletadas no mês de maio do ano de 2016, que corresponde ao período do final das chuvas.

Ao todo, foram coletadas sete espécies de forrageiras de diferentes estratos da Caatinga, e identificadas como: Baraúna (*Schinopsis brasiliensis* Engl.), Flor-de-seda (*Schumbergera truncate* Haw.), Icó (*Capparis yco*), Juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.), Licuri (*Syagrus coronata*), Macambira (*Bromelia laciniosa*) e Mandacaru (*Cereus jamacaru* D.C.)

TABELA 3. Composição química das forrageiras analisadas com base na matéria seca (% da MS)

Alimento	MS	MO	PB	EE	FDN	Cel.	HEMI	LIG	CNF	PIDIN
Baraúna	47,87	95,60	14,50	3,14	49,09	15,45	23,20	10,44	42,00	13,14
Flor de Seda	11,58	84,51	20,60	5,56	37,54	18,86	14,00	4,68	30,38	9,58
Icó	49,08	92,87	13,45	3,18	55,11	24,63	20,36	10,12	25,09	3,96
Juazeiro	46,47	93,50	16,39	1,52	58,78	22,07	26,33	10,38	26,67	9,86
Licuri	44,36	94,87	8,41	3,51	60,40	40,60	9,36	10,44	24,09	1,68
Macambira	22,18	95,91	4,62	1,50	62,12	25,24	29,53	7,35	27,84	0,17
Mandacaru	14,35	88,17	9,68	0,88	43,97	23,57	18,97	1,43	36,67	3,03

MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDN = fibra em detergente neutro; Cel.= Celulose; HEMI = hemicelulose; LIH= Lignina CNF = carboidratos não fibrosos; PIDIN=proteína insolúvel em detergente neutro.

Após a coleta, as espécies foram levadas ao Laboratório de Bromatologia da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, no município de Cruz das Almas (latitude 12°40'12" Sul e longitude 39°06'07" Oeste), Bahia, onde passaram pelo processo de secagem

em estufa de ventilação forçada à 55°C por 72h para posterior trituração em moinho facas tipo Willey com peneira de 1,0 mm de malha, sendo 3 armazenadas em recipientes de polietileno com tampa de rosca, para posterior incubação e determinação da degradabilidade *in vitro*.

A técnica de produção de gás *in vitro* foi realizada no Laboratório de Análises de Alimentos da Universidade Federal da Bahia, na fazenda Experimental de São Gonçalo dos Campos, no Estado da Bahia. A técnica foi realizada utilizando sistema automático RF: Gás Production System® (ANKOM).

O inoculo ruminal utilizado foi de um bovino adulto mantido em pasto de *Brachiaria decumbens*. O material foi coletado pela manhã antes da alimentação de forma a garantir um inóculo mais homogêneo (WILLIAMS, 2000), sendo filtrado em tecido, acondicionado em garrafa térmica previamente aquecida com água a 39°C e conduzido ao laboratório onde foi transferido para um Erlenmeyer, sendo purgado com CO₂ antes e após a coleta e mantido em banho-maria a 39 °C com infusão contínua de CO₂, de modo a proporcionar uma condição de anaerobiose durante o todo processo.

O meio utilizado foi composto pelas soluções tampão; macro e micromineral (Tabela 4), água destilada, caseína e cisteína (VAN SOEST e ROBERTSON, 1985) sendo o pH do mesmo controlado pela adição de resazurina como indicador, e considerado como ótimo para a utilização na faixa de 6,8 a 6,9 após o resfriamento do meio a temperatura ambiente até 39°C. Para se preparar 800 ml de meio, foram necessários 400 ml de água destilada, 200 ml de solução tampão e 200 ml de solução de macromineral, 2 g de caseína, 500 mg de cisteína, 100 µL de solução micromineral e 1,0 ml de resazurina. Todos os componentes foram adicionados a um erlenmeyer (1000 ml), aquecidos sob infusão contínua de CO₂ até a ebulição e mantidos nessa temperatura até a mudança de cor da resazurina de púrpura para rósea, quando então, o mesmo foi resfriado a temperatura ambiente (até 39°C) e adicionado ao meio 500 mg de cisteína e o pH foi aferido para verificar se encontrava-se na faixa ótima para utilização.

Tabela 4 – Composição da solução de macro e microminerais para incubação anaeróbica *in vitro* (Van Soest & Robertson, 1985)

Fórmula	Nomenclatura	Quantidade (g/ L)
Solução Tampão		
NH ₄ HCO ₃	Bicarbonato de amônio	4,0
NaHCO ₃	Bicarbonato de sódio	35,0
Solução de Macro minerais		
Na ₂ HPO ₄	Fosfato dibásico de sódio	5,7
KH ₂ PO ₄	Fosfato monobásico de potásio	6,2
MgSO ₄ 7H ₂ O	Sulfato de magnésio heptahidratado	0,6
Solução de Micro minerais		
CaCl ₂ 2H ₂ O	Cloreto de cálcio	13,2
MnCl ₂ 4H ₂ O	Cloreto de manganês	10,0
CoCl ₂ 6H ₂ O	Cloreto de cobalto	1,0
FeCl ₃ 6H ₂ O	Cloreto férrico	8,0

Previamente foi realizada a pesagem e acomodação de 0,5 g de amostra seca em sacos de tecido, juntamente com um peso conhecido, para que as mesmas permanecessem no fundo dos frascos, mantendo-se assim em contato direto com o meio e o inóculo durante todo o processo de produção de gases.

Após a pesagem das amostras, preparo do meio e do inóculo, as amostras foram incubadas em 15 frascos, com capacidade de 250 ml, onde receberam 40 ml da solução e acondicionados em banho-maria a 39°C. Depois da estabilização da temperatura dos frascos, os mesmos foram inoculados, sob aspersão contínua de CO₂, com 10 ml do inóculo ruminal que estava armazenado em temperatura de 39°C e purgados constante com CO₂. Para ajustar os valores de pressão, em cada incubação realizada foram utilizados dois frascos como brancos, contendo apenas inóculo ruminal e solução tampão. Completando o processo, as câmaras de fermentação foram fechadas e o software (ANKOM) responsável por fazer a leitura da variação de pressão no interior dos frascos foi acionado.

O aumento da pressão produzido dentro dos frascos durante a incubação foi mensurado em libras por polegada quadrada (psi) utilizando sistema automático RF: Gás Production System® (ANKOM).

A pressão de gás dentro dos frascos foi registrada por sensores de pressão localizados nas tampas dos frascos ou módulos, os quais transferiram as informações de cada frasco por meio de uma base conectada a um computador, a intervalos de 5 minutos, totalizando 576 leituras durante 48 horas de incubação.

Foram obtidos dados da produção de gás em psi, que foram transformados para moles de gás por meio da equação do gás ideal. Logo após, os moles foram convertidos em ml de gás produzido em condições normais de temperatura e pressão (STP). Para calcular a produção de gás em ml utilizou a pressão corrigida dos frascos, a pressão atmosférica da região (96,538 kPa) e a pressão atmosférica em condições normais (101,325 kPa), sendo este o valor de P.

Na determinação da extensão e a taxa de produção de gás decorrente da degradação do alimento, utilizou-se um modelo logístico bicompartimental exponencial proposto por Schofield *et al.* (1994):

$$V(t) = \frac{V_{cnf}}{\left(1 + \text{EXP} \left(2 - 4 * k_{cnf} * (T - L)\right)\right)} + \frac{V_{cf}}{\left(1 + \text{EXP} \left(2 - 4 * K_{cf} * (T - L)\right)\right)}$$

onde:

V(t) é o volume acumulado no tempo t;

V_{cnf} é o volume de gas produzido a partir da fração de rápida digestão (CNF);

k_{cnf} (%/h) é a taxa de degradação da fração de rápida digestão (CNF);

L, a latência;

T, o tempo (h);

V_{cf} é o volume de gás produzido a partir da fração de lenta degradação;

k_{cf} (%/h) é a taxa de degradação da fração de lenta degradação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de gases é reflexo da fermentação total do substrato e conseqüentemente do desaparecimento da matéria seca. Os gases surgem diretamente da degradação microbiana dos alimentos e indiretamente da reação do tampão com os ácidos gerados como resultado da fermentação (LUCAS, 2012).

A Flor de Seda e o Juazeiro não apresentaram valores que possibilitaram a utilização no modelo bicompartimental, o que provocaram a não convergência ao modelo estatístico. Segundo Schofiel (2000) esses erros podem ser explicados por um funcionamento errôneo do sistema de produção de gases, em que não permitiu a fermentação adequada do alimento, conseqüentemente interferindo no volume da produção cumulativa de gases.

Na produção de gases *in vitro*, a fermentação dos carboidratos totais gerou um maior volume final de produção cumulativa de gases para o Mandacaru em relação as demais plantas, o que pode ser explicado pelo alto teor de carboidratos não fibrosos desta planta (36,67% CNF) e aparenta demonstrar uma maior disponibilidade de nutrientes para os microrganismos ruminais. Durante os eventos iniciais da degradação ruminal, os nutrientes solúveis são responsáveis pelo maior volume dos gases produzidos. O maior volume de gases produzidos pela fermentação dos carboidratos não fibrosos foi verificado para o mandacaru 8,9844 ml (tabela 5).

Tabela 5. Parâmetros de produção de gases *in vitro* de espécies forrageiras da Caatinga obtidos pelo modelo logístico bicompartimental.

Espécie	Parâmetros						
	V _t	V _{f1}	V _{f2}	C ₁	C ₂	L ₁	L ₂
Baraúna	6,0664	4,1139	2,0011	0,0849	0,0445	1,4668	16,0976
Icó	6,3419	4,4238	1,9191	0,1431	0,0708	1,0281	2,9864
Licuri	5,8819	4,6540	1,2280	0,1354	0,0714	0,2059	8,7193
Macambira	6,8387	3,9190	2,9194	0,1143	0,0556	0,9461	5,4823
Mandacaru	12,7608	8,9844	3,7769	0,1120	0,0794	2,4330	13,3988

V_t= Volume Total dos gases produzidos; V_{f1} = volume (ml) de gases produzido pela degradação da fração de Carboidratos Não Fibrosos (CNF); C₁=taxa (%/h) específica de produção de gases pela degradação dos Carboidratos Não Fibrosos (CNF); V_{f2} = volume (ml) de gases produzido pela degradação da fração dos Carboidratos Fibrosos (CF); C₂ = taxa (%/h) específica de produção de gases pela degradação da fração dos Carboidratos Fibrosos (CF); L₁ = latência (h) da degradação dos CNF; L₂: latência (h) da degradação dos CF.

O menor volume de gases produzido pela fermentação dos carboidratos totais apresentado pelo Licuri e Baraúna, pode ser explicado pelo fato de ambos apresentarem os maiores valores de lignina dentre as forrageiras. A presença de lignina tende a aumentar a fração indigerível, conseqüentemente reduzindo a fração potencialmente digerível (MERTENS, 1994).

A contribuição dos carboidratos fibrosos na produção de gases foi de 33%, 30,3%, 20,9%, 42,7% e 29,6% para a Baraúna, Icó, Licuri, Macambira e Mandacaru respectivamente. Os carboidratos não fibrosos apresentaram valores de 67% para Baraúna, 69% para o Icó, 71% para o Licuri, 57% para a Macambira e 70% para o Mandacaru.

Segundo Mizubuti *et al.* (2014) a fração dos carboidratos solúveis tem alto valor nutricional para os microrganismos do rúmen, pois contribuem em muito para a produção de ácidos graxos, principais fontes de energia dos ruminantes.

Observa-se que em relação as demais plantas estudadas o Mandacaru apresenta uma maior taxa de degradação (C_2) dos carboidratos fibrosos. Exibe também uma menor concentração de lignina (tabela 3), que facilita o acesso dos microrganismos ruminais aos carboidratos fibrosos.

Um comportamento distinto ao encontrado para o mandacaru foi observado para a Baraúna, que apresentou a menor taxa de degradação (C_2) para os carboidratos fibrosos, podendo, segundo Mizubuti *et al.* (2011), provocar um efeito de repleção ruminal, limitando o consumo de matéria seca e prejudicando a produção animal que exige uma grande demanda nutricional.

O menor volume de produção de gás oriunda da degradação dos carboidratos fibrosos (V_{f2}) foi obtida no Licuri, pode-se sugerir que este valor está correlacionado ao seu teor de lignina. De acordo com Velásquez (2006) esta estrutura está diretamente correlacionada a digestibilidade dos alimentos, visto que os microrganismos podem esbarrar na estrutura lignificada, reduzindo a taxa de degradação e conseqüentemente a produção de gás.

A observação do tempo de colonização (*lag time*) das partículas dos alimentos pelos microrganismos ruminais é um parâmetro de grande importância, pois quanto maior a latência, conseqüentemente a degradação fibrosa será mais lenta (SCHOFIELD *et al.*, 2000). O maior tempo de colonização (L_2) foi apresentado pela Baraúna e o menor para a Macambira.

As taxas de degradação (C_2) dos carboidratos fibrosos foram de 0,0445; 0,0708; 0,0714; 0,0556 e 0,0794 respectivamente para a Baraúna, Icó, Licuri, Macambira, Mandacaru, pode-se

verificar que os valores encontrados neste trabalho condizem com por encontrado por Cabral (2002) que trabalharam com Capim Tifton e Capim Elefante encontrando valores de 0,049 e 0,055 respectivamente.

A Macambira apresentou o menor volume de produção de gases (V_{f1}) da degradação carboidratos não fibrosos, sendo que esta apresenta uma das maiores concentrações de FDN (62%), Kunkel *et al* (2006), trabalhando com correlação do FDN com parâmetros de cinética de fermentação ruminal, mostraram que o aumento no teor de FDN teve correlação negativa com a taxa de degradação.

As diferenças na produção de gás decorrente das degradações de carboidratos não fibrosos e carboidratos fibrosos para cada forrageiras estudada podem ser observados na figura 1. As curvas de produção cumulativa de gases dos processamentos apresentaram a forma sigmoide, formato normalmente apresentado para as curvas de produção cumulativa de gases em estudos de degradação *in vitro* (THEODOROU *et al.* 1994).

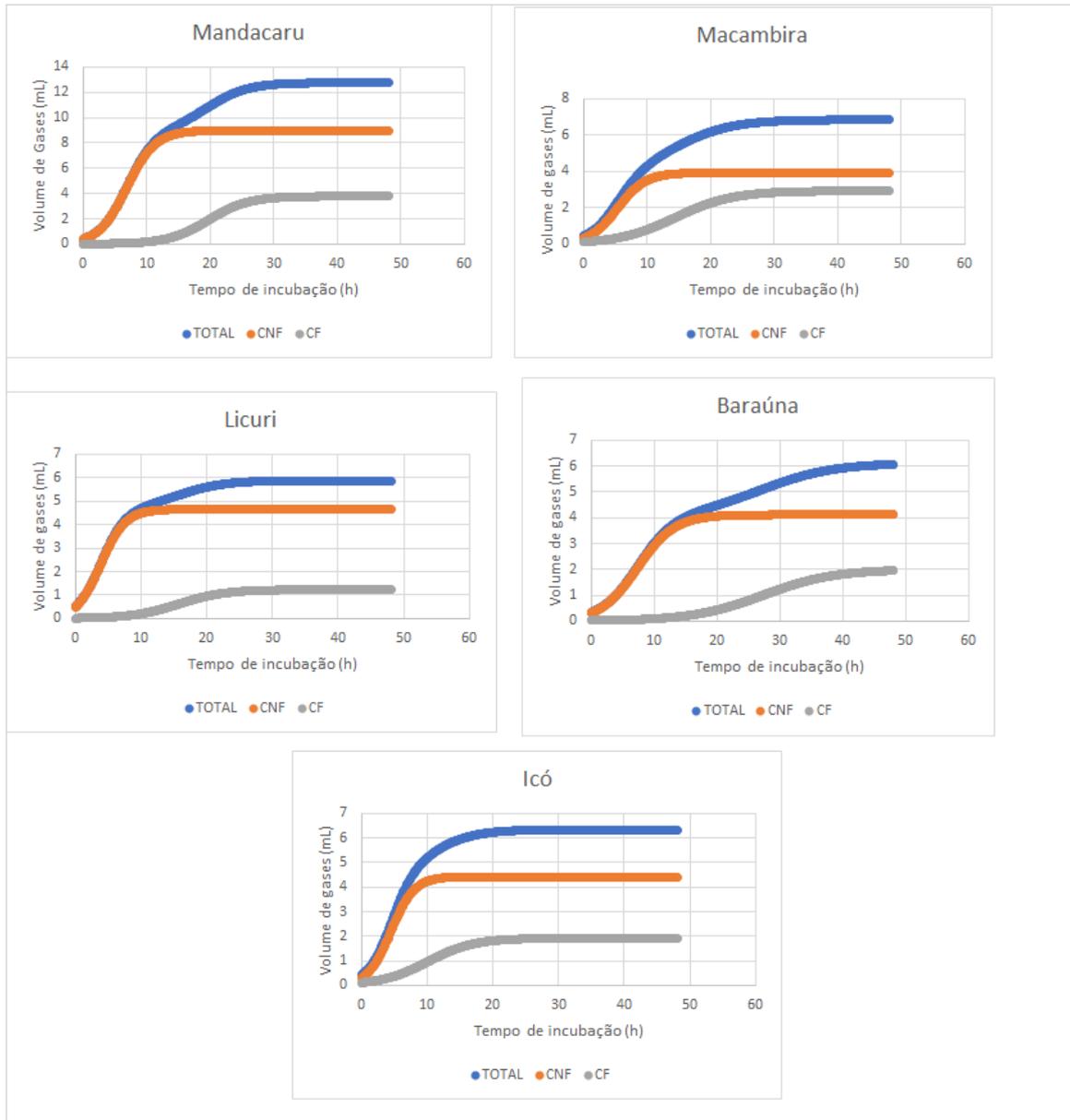


Figura 1. Volume de gases produzidos durante incubação *in vitro* de espécies forrageiras da Caatinga.

CONCLUSÃO

As forrageiras analisadas apresentaram valores satisfatórios para a degradabilidade da matéria seca, podendo ser consideradas uma alternativa para os criadores da região da Caatinga. No entanto, apenas a composição bromatológica não é suficiente para se recomendar ou não um alimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, M. S. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. *Journal Animal Science*, Champaign, v. 74, n. 12, p. 3063-3075, 1996.

ARAÚJO, G.G.L.; ALBUQUERQUE, S.G. & GUIMARÃES FILHO, C. Opções no uso de forrageiras arbustivo-arbóreas na alimentação animal no semi-árido do Nordeste. In: CARVALHO, M.M.; ALVIM, M.J. & CARNEIRO, J.C., eds. *Sistemas agroflorestais pecuários: Opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais*. Juiz de Fora, p.111-137, 2006.

BERCHIELLI, T.T., ALEXANDRE, V.P., OLIVEIRA, S.G. (Eds.) *Nutrição de ruminantes*. Jaboticabal: FUNEP, 583p. 2006.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. (Org.). *Caatinga*. 2016. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/caatinga>>. Acesso em: 20 jul. 2017.

CABRAL, L. S. *Avaliação de alimentos para ruminantes por intermédio de métodos in vivo e in vitro*. 2002. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2002.

CLIMATEMPO (Brasil). *Climatologia: Rafael Jambeiro, Bahia*. 2016. Disponível em: <<http://www.climatempo.com.br/climatologia/5055/rafaeljambeiro-ba>>. Acesso em: 29 jul. 2017.

KUNKEL, L.J.; KOZLOSKI, G.V.; MEZZOMO, M.P.; MARTINS, A.A.; ORLANDI.T.; FLUCK, A.C. A correlação da FDN e FDA de leguminosas tropicais com parâmetros de cinética de fermentação ruminal. In: *JORNADA ACADÊMICA INTEGRADA*, 26., 2006, Santa Maria. Anais... Santa Maria, RS: Universidade Federal de Santa Maria, 2006.

LACERDA, R. M. A.; LIRA FILHO, J. A.; SANTOS, R. V. Indicação de espécies de porte arbóreo para a arborização urbana no semiárido paraibano. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, Piracicaba, v.6, n.1, p.51-68, 2011.

LUCAS, R. C. Características nutricionais e fatores antinutricionais na fermentação ruminal *in vitro* de espécies arbóreo-arbustivas nativas e exóticas em área de Caatinga no Sertão de Pernambuco. 2012. 88 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2012.

MENEZES, D. R.; BARBOSA, A. L.; RODRIGUES, R. T. S.; LISTA, F. N.; NASCIMETNO, T. V. C.; MORAES, S. A.; QUEIROZ, M. A. A.; NUSATO, K. C. *In vitro* gas production and degradation kinetics of elephant grass silage with dried tanarind residue. **Journal of animal and Feed sciences**, v.25, p.259-265, 2016.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G. C.; MOSER, L. E.; MERTENS, D.R. (Eds.). Forage quality, evaluation and utilization. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science of America, Soil Science of America, 1994. pp. 450-493.

MIZUBUTI, I. Y.; RIBEIRO, E. L. A.; PEREIRA, E. S.; PEIXOTO, E. L. T. P.; MOURA, E. S.; PRADO, O. P. P.; BUMBIERIS JUNIOR, V. H.; SILVA, L. D. F.; CRUZ, J. M. C. C. Cinética de degradação ruminal de alimentos proteicos pela técnica *in vitro* de produção de gases. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v.35, n.1, p.555-566, 2014.

MIZUBUTI, I. Y.; RIBEIRO, E. L. A.; PEREIRA, E. S.; PINTO, A. P.; FRANCO, A. L. C.; SYPPERRECK, M. A.; DÓREA, J. R. R.; CUNHA, G. E.; CAPELARI, G. M.; MUNIZ, E. B. Cinética de fermentação ruminal *in vitro* de alguns co-produtos gerados na cadeia produtiva de biodiesel pela técnica de produção de gás. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v.32, p.2021-2018, 2011.

MOREIRA, J. N.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; FERREIRA, M. A.; ARAUJO, G. G. L.; FERREIRAS, R. L. C.; SILVA, G. C. Caracterização da vegetação de caatinga e da dieta de novilhos no sertão de Pernambuco. *Pesq. Agropec. bras.*, Brasília, v.41, n.11, p.1643-1651, 2006.

OLIVEIRA, V. S.; VALENÇA, R. L.; SANTANA NETO, J. A.; SANTANA, J. C. S.; SANTOS, C. B.; LIMA, I. G. S.; Utilização da técnica de produção de gas *in vitro* para estimar a digestibilidade dos alimentos. **Revista científica de medicina veterinária**. n.23, 2014.

PELL, A. N.; SCHOFIELD, P. Computerize monitoring of gas production to measure forage digestion *in vitro*. **Journal of Dairy Science**, Madison, v.76, n.9, p.1063-1073, 1993.

PEREIRA FILHO, J. M. P.; RESENDE, K. T.; TEIXEIRA, I. A. M. A.; SILVA SOBRINHO, A. G.; YÁNEZ, ENRIQUE, A.; FERREIRAS, A. C. D. Efeito da restrição alimentar sobre algumas características de carcaça de cabritos F1 BoerXSaanen. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 31, n. 2, p. 499-505, 2007.

SCHOFIELD, P. Gas Production Methods. *In: D' MELO, J. P. F. Farm Animal Metabolism and Nutrition*. Nova York: CABI Publishing, p.209-232, 2000.

SCHOFIELD, P.; PITT, R. E.; PELL, A. N. Kinetics of fiber digestion from *in vitro* gas production. **Journal of Animal Science**, v. 72, p. 2980-2991, 1994.

SILVA, A. M. Valor nutritivo de coprodutos agroindústrias e de plantas com potencial forrageiro do Estado da Bahia. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, BA, 2011.

SILVA, M. M. C.; GUIM, A. PIMENTA FILHO, E. C.; DORNELLAS, G. V.; SOUSA, M. F.; FIGUEIREDO, M. V. Avaliação do Padrão de Fermentação de Silagens Elaboradas com Espécies Forrageiras do Estrato Herbáceo da Caatinga Nordestina. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.1, p.87-96, 2004.

SOUZA, C.; BARRETO, H. F.; GURGEL, V.; COSTA, G. Disponibilidade e valor nutritivo da vegetação de caatinga no semiárido Norte Riograndense do Brasil. *HOLOS*, n.29, v.3, 2013.

THEODOROU, M. K.; WILLIAMS, B. A.; DHANOA, M. S.; MCALLAN, A. B.; FRANCE, J. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, n.48, v.3-4, p.185-1997, 1994.

Van SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B. Analysis of forages and fibrous foods. Ithaca: Cornell University, 1985. 202p

VELÁSQUEZ, P. A. C. *Composição química, digestibilidade e produção de gases in vitro de três espécies forrageiras tropicais*. 2006. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp, Jaboticabal, São Paulo, 2006.