UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUI
CAMPUS PROFESSORA CINOBELINA ELVAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

FARELO DA VAGEM DE FAVEIRA (*Parkia platycephala* Benth) NA ALIMENTAÇÃO DE CABRAS EM LACTAÇÃO

HUDBLAN HUDSON DE MIRANDA

BOM JESUS-PI

2017

HUDBLAN HUDSON DE MIRANDA

FARELO DA VAGEM DE FAVEIRA (*Parkia platycephala* Benth) NA ALIMENTAÇÃO DE CABRAS EM LACTAÇÃO

Orientador: Dr. Marcos Jácome de Araújo

Dissertação apresentada ao *Campus* Prof.ª Cinobelina Elvas da Universidade Federal do Piauí, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação Zootecnia, na área de Produção Animal (linha de pesquisa Nutrição Animal e produção de alimentos), para obtenção do título de Mestre.

BOM JESUS-PI

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUI
CAMPUS PROFESSORA CINOBELINA ELVAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: Farelo da vagem de faveira (*Parkia platycephala* Benth) na alimentação de cabras em lactação

Autor: Hudblan Hudson de Miranda

Orientador: Prof. Dr. Marcos Jácome de Araújo

Aprovada em: 30/08/2017

Banca Examinadora

Prof. Dr. Carlos Aldrovandi Torreão Marques
Campus Sertão, UFS

Ligia Maria Gomes Barreto

Prof[a]. Dra. Lígia Maria Gomes Barreto
Campus Sertão, UFS

Marcos Jácome de Araújo

Prof. Dr. Marcos Jácome de Araújo
CPCE/UFPI - Orientador

BOM JESUS – PI
2017

iii

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Setorial de Bom Jesus
Serviço de Processamento Técnico

M672f Miranda, Hudblan Hudson de.

Farelo da vagem de faveira (*Parkia platycephala* Benth) na alimentação de cabras em lactação. / Hudblan Hudson de Miranda. – 2017.

57 p.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Campus Prof.ª Cinobelina Elvas, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de Produção Animal (Nutrição Animal e Produção de Alimentos), Bom Jesus-Pi, 2017.
Orientação: "Prof. Dr. Marcos Jácome de Araújo".

1. Faveira. 2. Alimentação de ruminantes - Faveira. 3. Fermentação ruminal. 4. Leite caprino - Produção e composição. Título I.

CDD 637.1

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por nos conceder a vida!

Aos meus pais Hudson João de Miranda e Maria de Lourdes Miranda Santana, pelo apoio e incentivo, ao longo desses dois anos de Mestrado.

Ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Piauí, pela oportunidade de realização do Mestrado.

Ao Prof. Dr. Marcos Jácome de Araújo, pelos ensinamentos, conselhos, e pela a confiança na orientação.

Aos Professores do PPGZ/UFPI, pelos valorosos ensinamentos no decorrer do mestrado.

Á Profª. Adriana Miranda Arauco pelo apoio. Muito Obrigado!

A Dra. Claudete Maria da Silva por todas as contribuições.

Ao Colégio Agrícola de Bom Jesus, por disponibilizar o setor de Caprino-ovinocultura para o desenvolvimento da pesquisa.

Aos mestrandos de zootecnia pela amizade e companheirismo, em especial Ianete e Elizângela e ao graduando Jackson.

Á Deus e as pessoas mais importantes da minha vida, os meus pais, Hudson João de Miranda e Maria de Lourdes Miranda Santana, pelo apoio e incentivo durante todo tempo.

DEDIDO ESSA OBRA A VOCÊS!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

CAPÍTULO 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Elaborado de acordo com as normas do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia

(http://www.posgraduacao.ufpi.br//ppgz)

1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1. Faveira (*Parkia platycephala* Benth)

A faveira é uma árvore que se destaca contribuindo eficazmente para a alimentação de bovinos, caprinos e outros animais domésticos criados em regime extensivo, que consomem as vagens diretamente quando amadurecem e caem no pasto, principalmente quando há baixa disponibilidade de forragem consistindo fonte energética para esses animais (CARVALHO, 1986; ALVES et al., 2007). Entretanto, assim como a maioria das leguminosas tropicais, essas plantas apresentam em sua composição significativos teores de compostos fenólicos, como os taninos, o que pode restringir a utilização de compostos nitrogenados (ALVES et al., 2007). De acordo com Alves et al. (2007), e a degradação potencial da matéria seca, em torno de 80%, indica grande possibilidade de inclusão desse concentrado energético, 19,7% de FDN e 72,51% de NDT e pectinas, em dietas suplementares para ruminantes.

A produção média de vagens de faveira, segundo Carvalho e Ramos (1982), é da densidade de até 40 plantas/ha em áreas de chapadas, segundo Nascimento et al. (1996), é possível estimar-se a produção anual de vagens em até 1.208 kg/ha. As vagens de faveira apresentam digestibilidade acima de 70%; teor de proteína bruta em torno de 10%; cerca de 13% de fibra bruta; 2,0% de minerais; 2,5% de gordura; e 75% de extrativo não nitrogenado, enquadrando-se no grupo de alimentos energéticos semelhante ao milho (CARVALHO e RAMOS, 1982).

Carvalho e Ramos (1982b) verificaram que as sementes apresentaram teores mais elevados de proteína e minerais que as vagens inteiras, entretanto as vagens são indeiscentes e, quando ingeridas inteiras, as sementes geralmente não são digeridas pelos animais. Como a maior parte da proteína bruta da vagem de faveira encontra-se na semente (acima de 16% de PB) e esta apresenta baixa digestibilidade quando consumida inteira, recomenda-se, sempre que possível, que a vagem seja moída (triturada) para o seu melhor aproveitamento pelo animal. As vagens de faveira são higroscópicas, portanto, antes de serem trituradas precisam ser secadas para evitar o embuchamento.

1.2. Utilização da faveira na alimentação de ruminantes

O uso da faveira é uma alternativa promissora para se reduzir os problemas nutricionais de ruminantes no Meio-Norte do Brasil, a qual foi caracterizada por Braga

(1960) como uma leguminosa da subfamília *Mimosoidae* que apresenta frutos tipo vagens oblongas, indeiscente, um pouco carnosa, contendo as sementes dispostas em duas séries distintas. Podendo ser encontradas algumas variedades de faveira, uma de vagem sendo as mais comuns as escura e outra de vagem clara.

Pesquisas realizadas por Silva et al. (2012), concluíram que a inclusão de até 75% de vagens faveira em substituição aos grãos de milho em rações para ovinos em terminação não influencia o ganho de peso ou conversão alimentar, embora a substituição de mais de 50% compromete a digestibilidade da matéria seca, onde Alves (2004) verificou que o consumo de taninos influencia negativamente a digestibilidade da fibra sendo assim um dos principais fatores da menor digestibilidade nesse estudo.

Alves (2011), avaliando os compostos nitrogenados em ovinos alimentados com fava de bolota, relatou que os níveis de inclusão da fava entre 40 a 50% apresentaram os melhores resultados e menor impacto sobre o ambiente. O efeito do tanino das dietas com 75 e 100% de vagens, com 8,15 e 10,79% de taninos totais na MS, respectivamente, concordante com afirmativa de que o declínio do conteúdo de $N\text{-}NH_3$ no líquido ruminal, provavelmente resulta da reduzida digestão da proteína decorrente da formação de complexos tanino-proteína, concluindo também que as dosagens de $N\text{-}NH_3$ no líquido ruminal ou de ureia no soro sanguíneo mostraram-se eficientes em refletir o status nutricional de ovinos em relação à disponibilidade de nitrogênio na dieta, o que permite adotá-las em sistemas de produção.

Em estudos de Ramos et al. (1984) foi avaliado o fornecimento de vagens de faveira inteiras e moídas adicionadas à silagem de sorgo, como alimento exclusivo para bezerros desmamados, onde se obteve no grupo de animais alimentado com silagem de sorgo ganho de peso superior ao daquele que receberam somente silagem. O grupo alimentado com vagens moídas apresentou ganho de peso 76,3% superior àquele alimentado com vagens inteiras, assim provando sua importância na nutrição animal.

O complexo tanino-proteína é formado a partir da mastigação de plantas que contem taninos. Sendo estável sobre variações de pH entre 3,5 -7, fazendo com que as proteínas fiquem protegidas da hidrolise microbiana e a deaminação no rúmen, aumentando assim a proporção de proteína do alimento disponível para digestão e absorção pós-rúmen (Aerts et al., 1999).

Os taninos encontrados na faveira exercem efeitos adversos sendo benéficos ou não na utilização de nutrientes, na saúde e na produção animal. Sendo o principal impacto na nutrição animal a habilidade desse composto em complexar com vários tipos de moléculas, precipitando proteínas e interagindo com outras macromoléculas, como carboidratos, membrana celular das bactérias e íons metálicos (LEINMULLER e KARL-HEINZ, 1991). Além de possuir alguns efeitos como: redução do consumo, baixa digestibilidade, inibição de enzimas digestíveis; perdas de proteínas endógenas, e efeitos sistêmicos como resultados de produtos degradados no trato digestório (GETACHEW et al., 2000).

Quantidades de tanino condensadas podem prevenir o timpanismo; aumentando o fornecimento de proteína "by-pass" para digestão no intestino delgado, e melhora a utilização de aminoácidos essenciais da dieta (BANDES e FREITAS, 1992).

Diante do exposto acima, a inclusão da fava de bolota na dieta de ruminantes leiteiros, principalmente cabras leiteiras, deverá ser voltada para as melhorias da rentabilidade e sustentabilidade do setor caprino nordestino, através da substituição do milho, possivelmente diminuído o custo de produção do leite caprino.

1.3.Fermentação ruminal

Os animais ruminantes, durante a sua evolução, desenvolveram características anatômicas e simbióticas, permitindo-lhes utilizar de forma eficiente os compostos nitrogenados não proteicos como fonte proteica e carboidratos estruturais como fonte energética (VALADARES FILHO e PINA, 2011). As adaptações anatômicas do sistema digestivo e a simbiose com microrganismos que fermentam alimentos fibrosos possibilitaram aos ruminantes sintetizarem nutrientes como ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), que é a principal fonte energética de ruminantes, proteínas microbianas, vitaminas do complexo B, vitamina K, amônia, metano, nitrato, entre outros.

Para o adequado desenvolvimento da população microbiana ruminal e consequente degradação dos alimentos fibrosos, o animal hospedeiro deve oferecer condições fisiológicas adequadas como temperatura, pH, umidade, anaerobiose, substrato, remoção dos produtos da fermentação, adição de tamponantes e taxa de passagem do alimento pelo trato digestivo. A quantidade de amônia disponível no líquido ruminal também é um fator importante para a manutenção da flora ruminal, uma vez que ela é utilizada pelos microrganismos para a síntese de proteína microbiana.

Segundo Valadares Filho e Pina (2011) os protozoários e bactérias celulolíticas necessitam de pH variando entre 6,2 e 6,8 para atuarem de forma adequada, e as bactérias amilolíticas atuam em uma faixa de pH em torno de 5,6. Valores de pH abaixo de 6,0 podem inibir bactérias fermentadoras de celulose e diminuir significativamente a eficiência de síntese de proteína microbiana.

Mota et al. (2010) afirmaram que a concentração de amônia ruminal é um indicador da eficiência de utilização do nitrogênio (N) pelo ruminante, visto que cerca de 60 a 80% do N incorporado pelos microrganismos advém dela. A disponibilidade de nitrogênio amoniacal (N-NH3) no rúmen não deve ser limitante para a fermentação, visto que os microrganismos ruminais o utilizam como fonte de nitrogênio para a sua síntese proteica. Segundo Satter e Slyter (1974), para que ocorra um crescimento adequado da flora ruminal, a concentração de N amoniacal no rúmen deve ser no mínimo de 5,0 mg/dL, e para que a síntese de proteína microbiana atinja seu potencial máximo, a concentração deve ser de 23 mg/dL (MEHREZ et al., 1977).

Segundo Oliveira et al. (2013), os AGCC são os principais subprodutos da fermentação dos carboidratos, e suprem 85% das exigências de energia dos ruminantes. No fluido ruminal são encontrados os ácidos acético, propiônico e butírico em maiores quantidades, e os ácidos isobutírico, valérico, isovalérico e outros em quantidades relativamente pequenas (DIJKSTRA, 1994).

A proporção relativa dos diferentes AGCC produzidos varia amplamente com o tipo de alimento fornecido, quando do uso de forragem, com o estádio de maturação. A proporção molar dos AGCC produzidos quando a alimentação é basicamente de forragens é na proporção de 73:20:7 acetato:propionato:butirato, respectivamente, sendo alterada para 60:30:10 em dietas de concentrado e forragens, e com o fornecimento apenas de concentrado apresenta proporção de 50:40:10 (MOTA et al., 2010).

1.4.Bioquímica sérica

Com o desenvolvimento da clínica em espécies de interesse pecuário, tornou-se necessário o conhecimento dos parâmetros hematológicos e de bioquímica sanguínea nas várias espécies e raças, de forma a possibilitar um correto diagnóstico dos processos patológicos, particularmente útil na detecção de afecções de origem metabólica ou tóxica e deficiências da nutrição nestas espécies (DIAS et al., 2004).

Uma das áreas da medicina que avançam rapidamente é a bioquímica clínica, pois o grande número de procedimentos existentes ajuda a diagnosticar inúmeras enfermidades. Geralmente utiliza-se uma combinação de testes, ao invés de apenas um, e o clínico deve escolher os testes que melhor se ajustem às suspeitas clínicas (LUTHRA, 2008).

Estudos para a determinação ou avaliação de componentes séricos e parâmetros fisiológicos de animais domésticos sadios são básicos para o clínico veterinário analisar as alterações decorrentes de diversas doenças. Como existem limitações do exame físico em detectar alterações fisiológicas de certos órgãos ou sistemas, as provas bioquímicas realizadas com o soro ou plasma sanguíneo dos animais domésticos representam um excelente subsídio ao diagnóstico clínico de inúmeras enfermidades, destacando-se aquelas com sede ou repercussões sobre o fígado e que, frequentemente, alteram as funções ou estruturas deste órgão. Por estas razões, usualmente na rotina clínica, os referidos exames são reunidos em grupos, tais como as provas citadas como avaliadoras da função hepática (MEIRA JR et al., 2009).

A mensuração da concentração sanguínea de um analito indica a quantidade em reserva desse analito disponível. Tais concentrações variam dentro de uma faixa fisiológica, conhecidos como intervalos ou valores de referência. Animais que apresentam valores de analitos sanguíneos fora do intervalo de referência podem estar em desbalanço nutricional e/ou com disfunções orgânicas que implicam na diminuição da capacidade de utilização ou biotransformação de nutrientes (MORAES, 2011). Certas alterações metabólicas produzem efeitos em alguns fluidos corporais, como a elevação da glicose sérica em pacientes diabéticos. Os testes bioquímicos também são bastante utilizados para observar a progressão das enfermidades e o efeito de terapias sobre as mesmas (LUTHRA, 2008).

As fontes alimentares para o fornecimento diário de carboidratos são muito variadas entre as diversas espécies. O processo de absorção varia com o grau de atividade hormonal sistêmica (ex.: hormônios da tireóide) e atividade hormonal gastrintestinal (ex.: secretina). Todas estas condições afetam o processo digestivo gastrintestinal (ex.: acidez gastrintestinal, enzimas digestivas, doenças), alterando substancialmente a absorção da glicose. A concentração sanguínea de glicose depende de uma variedade de fatores e seus níveis séricos são o resultado do equilíbrio entre as taxas de entrada e saída da glicose da circulação (KANEKO et al., 2008).

No ruminante neonato, a glicose representa um dos metabólitos energéticos mais importantes, e sua concentração sérica depende diretamente da quantidade de lactose presente na secreção láctea ingerida. As alterações orgânicas sofridas pelos recém-nascidos podem interferir em diversos componentes sanguíneos, por causa da maturação funcional de seus órgãos e sistemas. Sendo assim, há uma maior necessidade energética para a realização da termorregulação, respiração e atividade muscular nessa faixa etária (YANAKA et al., 2012).

No rúmen, praticamente todo o carboidrato ingerido é consumido pela microbiota, fazendo com que o animal sintetize constantemente a glicose a partir de compostos não carboidratados, como os ácidos graxos voláteis (ácido β-hidroxibutírico, ácido propiônico e ácido acetoacético) (PEREIRA et al., 2005).

Após a absorção, os produtos hepáticos são a principal fonte para a manutenção da glicose no sangue. Os hormônios epinefrina e glucagon promovem a liberação da glicose a partir do glicogênio. Os glicocorticóides promovem gliconeogênese e se opõem à ação hipoglicêmica da insulina. O fígado ocupa um papel central no mecanismo de regulação da glicemia, pois ele ao mesmo tempo adiciona e remove glicose do sistema. Por isso, é importante avaliar a glicemia em praticamente todas as doenças (KANEKO et al., 2008).

A ureia é uma pequena molécula hidrossolúvel sintetizada no fígado a partir do bicarbonato e da amônia no ciclo de Krebs-Henseleit. É a principal forma pela qual o nitrogênio é eliminado nos mamíferos. Após a síntese, ela é distribuída entre as reservas totais de água do corpo, sendo livremente filtrada pelo glomérulo renal e reabsorvida pelo túbulo coletor proximal. Sua reabsorção passiva aumenta quando o fluxo de urina no túbulo é reduzido, o que pode levar a um aumento da ureia plasmática em pacientes desidratados ou com hemorragia, ou a um decréscimo da mesma em pacientes super hidratados (KANEKO et al., 2008).

As proteínas são a maior fonte de amônia para a síntese de ureia. Ocorre reciclagem intensa de ureia nos ruminantes através da sua transferência para o trato gastrintestinal e para a saliva. A ureia (fonte inorgânica de nitrogênio) também pode ser adicionada à dieta dos ruminantes a fim de ser incorporada às proteínas bacterianas, visto que nas épocas de pouca chuva a qualidade nutricional do pasto é inferior, sendo necessária a suplementação. A suplementação com ureia é uma excelente alternativa, pois é eficiente e econômica (CASTAÑEDA et al., 2009). Sabe-se que a ureia endógena entra no retículo e no rúmen de ovinos e bovinos, onde é hidrolisada em amônia pela urease bacteriana e pode ser utilizada pelos microrganismos no anabolismo do nitrogênio. Esta molécula entra no rúmen pela saliva e da difusão pela parede ruminal. A taxa de entrada de ureia no rúmen é de grande importância para ovinos e bovinos (COCIMANO e LENG, 1967).

Embora 40% ou mais da ureia produzida pelo organismo seja reabsorvida pelos túbulos renais, sua concentração sanguínea é um indicador da taxa de filtração glomerular, mas a creatinina é mais indicada para tal finalidade, pois sua concentração nos rins é mais constante e não é reabsorvida nos túbulos renais (EMANUELLI et al., 2008). Na rotina da clínica médica e veterinária, a determinação da concentração dos metabólitos ureia e creatinina são indicadas como provas de função renal, tanto no diagnóstico como no prognóstico das enfermidades. (GREGORY et al., 2004).

A ureia plasmática não é um marcador eficiente de doença renal em ovinos (e a insuficiência renal não é comum nesses animais), embora seja um indicador de suplementação proteica na alimentação e/ou utilização da proteína, sendo influenciada pelo estado nutricional do animal (BRAUN et al., 2010). As variações na ureia plasmática de animais com enfermidades são similares às da creatinina plasmática, porém numerosos fatores externos influenciam severamente as suas concentrações. Hemorragia gastrintestinal, jejum e dieta pobre em proteínas, por exemplo, aumentam o catabolismo proteico, aumentando, portanto, a ureia plasmática; outros fatores diminuem a ureia plasmática, incluindo shunts portossistêmicos, desnutrição, insuficiência hepática, e defeitos nas enzimas do ciclo de Krebs-Henseleit. Estes fatores explicam porque a ureia plasmática é menos específica que a creatinina plasmática para o diagnóstico da insuficiência renal crônica e não deve ser adotada como um teste de função renal. Contudo, como a ureia plasmática depende muito do aporte proteico, esta é uma ferramenta útil para monitorar os efeitos da restrição de proteínas na dieta (KANEKO et al., 2008).

Os íons magnésio são importantes para a manutenção da integridade do DNA. Ligando-se a ele, os cátions reduzem a densidade de carga negativa da molécula, contribuindo para sua estabilidade estrutural. Estes íons também são cofatores essenciais para inúmeras enzimas envolvidas nos processos de reparo ao DNA, e alguns estudos relatam que o cátion está envolvido na proteção contra o estresse oxidativo (MAHABIR et al., 2008). Quando não está ligado a proteínas, o magnésio é filtrado pelo glomérulo, e apenas 25% é reabsorvido, principalmente pelo ramo ascendente da alça de Henle (KANEKO, 2008).

A deficiência de magnésio pode levar à tetania magnesiana, também chamada de tetania das pastagens ou hipomagnesemia, uma doença metabólica complexa afetada pela composição mineral das forragens, propriedades do solo, práticas de fertilização, estação do ano e temperatura. A hipermagnesemia é incomum, mas, quando ocorre, os sinais clínicos mais comuns são: apatia, sonolência, distúrbios locomotores, diminuição do apetite e da digestibilidade (OLIVEIRA, 2011).

O cálcio e o fósforo, como os demais minerais, não podem ser sintetizados no organismo. Assim, os ruminantes os adquirem através da alimentação, sendo o fósforo encontrado em grande quantidade nas forragens e em baixíssimas concentrações em rações, sendo o inverso para o cálcio (OLIVEIRA, 2013). Como ambos os elementos estão inseridos na matriz protéica pelos osteoblastos, esses íons pertencem ao grupo dos macrominerais, juntamente com o magnésio, o cloro, o sódio, o enxofre e o potássio (CAMPOS et al., 2003).

Desequilíbrio da proporção cálcio/fósforo na dieta é um dos principais predisponentes da urolitíase em ruminantes. Os tipos de cálculo mais comuns nesses animais são os compostos de estruvita (fosfato de amônia e magnésio), silicatos, carbonatos e oxalatos. No perfil bioquímico, pode-se constatar hipermagnesemia (além da hiperfosfatemia), podendo ou não aparecer hipocalcemia (SILVA, et al.,2008). A energia proveniente da alimentação é armazenada em forma de ATP (adenosina trifosfato), composta por três íons fósforo. As ATPs representam o reservatório de energia potencial, que poderão ser usado nos diversos trabalhos biológicos do organismo que necessitem de energia, como a contração muscular (ROSSI e TIRAPEGUI, 1999).

Os fosfatos inorgânicos são reabsorvidos nos túbulos proximais por um cotransportador de sódio, que, se inibido pelo PTH (hormônio paratireoidiano), aumenta a fosfodiurese. A reabsorção de fosfatos é maior em ruminantes do que em outras espécies (KANEKO et al., 2008).

A deficiência de fósforo pode provocar raquitismo em animais jovens e osteomalácia em adultos, fraturas ósseas, má formação dos ossos, redução do crescimento, perda de peso, redução do apetite, diminuição do desempenho reprodutivo e produção de leiteira. Contudo, os sinais da deficiência do mineral não são facilmente reconhecidos, excetuando-se os casos agudos, onde os animais desenvolvem apetite depravado, podendo ingerir ossos de animais mortos e desenvolver botulismo. Por outro lado, a hiperfosfatemia pode acarretar em diarreia, urolitíase, perda óssea e calcificação de tecidos moles, pois afeta diretamente a absorção de cálcio (OLIVEIRA, 2011).

1.5.Produção e composição do leite caprino

O milho e o farelo de soja são tradicionalmente os ingredientes que fazem parte da dieta de cabras leiteiras, como componentes energético e proteico, respectivamente, no entanto, a utilização desses grãos aumenta consideravelmente o custo de produção do leite. Desta maneira, a inclusão da fava de bolota como substitutivo energético, pode ser uma estratégia para tornar viável a produção de leite por pequenos produtores.

Segundo Resende et al. (2007), o consumo de massa seca (MS) é de grande importância, pois reflete a capacidade de consumo do animal e é um dos principais determinantes da produção, considerando que animais com maior capacidade de consumo de MS apresentam maior potencial para produção de leite. Na espécie caprina pode variar acentuadamente de acordo com o estádio fisiológico do animal, do seu nível de produção, idade e raça. Para cabras em lactação varia de 3 a 6% do peso vivo, podendo chegar até 8% em animais de alta produção (SILVA et al., 2005).

O nível de consumo de massa seca e energia está positivamente relacionado à produção de leite e, qualquer melhora no manejo nutricional, particularmente na qualidade da forragem e da suplementação, leva a um aumento na produção, por isso é fundamental a escolha criteriosa dos alimentos fornecidos (MORAND-FEHR e SAUVANT, 1978).

A produção e a qualidade do leite são influenciadas por diversos fatores como: raça, ordem de parição, estágio de lactação, condições ambientais, ingestão de massa seca e principalmente pela alimentação. O manejo alimentar é considerado fator determinante na produção e composição do leite caprino e está diretamente relacionado à quantidade e à qualidade da dieta (QUEIROGA e COSTA, 2004;). A gordura é o constituinte do leite mais sensível às mudanças nutricionais, sendo sua concentração alterada por vários fatores, entre eles o consumo e a fonte dos carboidratos não fibrosos e o tamanho das partículas dos alimentos e da fibra (PULINA et al., 2008). Geralmente, um aumento na quantidade de concentrado ocasiona uma melhora na produção de leite, porém, diminui a quantidade de gordura.

Segundo Morand-Fehr et al. (2007), sistemas de produção baseados em pastagem resultam em produção de leite com alta quantidade de gordura, devido à elevada quantidade de fibras da dieta. Peres (2001) reporta que o teor de proteína, igualmente à gordura, é influenciado por fatores genéticos e principalmente dietéticos, porém é menos sensível às mudanças nutricionais do que a gordura, sendo que depende especialmente de um aporte adequado de aminoácidos específicos à glândula mamária, sendo que a maioria desses aminoácidos é proveniente dos microrganismos ruminais que são ingeridos durante a digestão. A ingestão de energia (principalmente por meio de carboidratos) é o principal fator nutricional relacionado ao teor de proteína no leite, sendo essa correlação positiva. Alguns pesquisadores acreditam que a população de microrganismos que tem o ácido propiônico como principal produto final da fermentação, devem possuir perfil de aminoácidos mais adequados à síntese da proteína do leite, sendo assim há uma relação positiva entre a produção de ácido propiônico no rúmen e o teor de proteína no leite.

O nitrogênio uréico depende do metabolismo de proteína e energia no rúmen, sendo assim, considerado um bom indicador do balanço energético-proteico da dieta (Bonanno et. al., 2008). Já a lactose é a principal responsável pela extração de água para o leite, sendo diretamente relacionada à regulação da pressão osmótica, e por isso o teor de lactose é normalmente mantido constante, sendo considerado o constituinte mais estável do leite (GONZÁLES, 2001), porém há uma tendência no aumento do teor de lactose com o consumo de alimento de dietas mais energéticas.

O leite caprino apresenta elevado valor biológico onde suas qualidades nutricionais superam em vários aspectos o leite bovino, pela maior digestibilidade e pelas características dietéticas; dessa forma, tem sido bastante recomendado para alimentação de crianças, adultos e idosos sensíveis ou alérgicos ao leite de vaca (PARK et al., 2007).

O leite caprino por sua vez apresenta em sua composição química em ácidos graxos essenciais e proteínas de alto valor biológico, assim o produto é considerado de alto valor nutricional, apresentando características como boa digestibilidade e hipoalergenicidade resultantes dos seus glóbulos de gordura diminuídos (COSTA et a., 2009).

Segundo a FAO (2013), o efetivo mundial de caprinos é de mais de 975 milhões de animais, e destes, pouco mais de 8,7 milhões de animais estão no Brasil. Entretanto, o Nordeste brasileiro considerado como uma região semiárida possui o maior efetivo de caprinos com 91,39% do rebanho nacional. A produção mundial de leite em 2013 foi de 17.957.371 milhões de toneladas/ano, já no Brasil, contabilizou-se uma produção de 153 mil toneladas/ano, participando com apenas 0,85% da produção mundial do leite de cabra. No entanto, essa produção pode ser ainda superior, pelo fato de não se considerar o leite consumido pelas famílias nas propriedades, e também o leite processado de forma clandestina (HAENLEIN, 2004).

Os estados do Pernambuco e Piauí lideram esse ranking, respectivamente com 30,84%, 24,63% e 15,44% do rebanho regional (IBGE, 2013). A região Nordeste do Brasil concentra o maior rebanho caprino do país, representando mais de 90% do mesmo. Dentre os estados nordestinos, vale destacar os Estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba. Nestes Estados que são obtidas as maiores produções de leite de cabra, respectivamente, 18.000 e 10.000 litros de leite/dia (HOLANDA JÚNIOR et al., 2008).

Na região semiárida brasileira, a grande dificuldade nos sistemas de produção animal, seja leite ou carne, é a disponibilidade de forragem que impõe limitações nesse setor, devido às irregularidades das chuvas nessa região, que dificulta a alimentação do rebanho ao longo do ano, levando-os a baixo desempenho. Isso porque nessa região, a maior dificuldade na nutrição é assegurar um teor energético suficiente para os níveis de produção dos animais, fazendo com os produtores utilizem cada vez mais alimentos como o milho para elevar a densidade energética da dieta, e acaba onerando a atividade pecuária.

Diante disso, é necessário um adequado planejamento nutricional para cada categoria de animais, levando em consideração o potencial genético, nível de produção, estado fisiológico dos animais e, assim, fazer a adequação perfil energético dos animais lactantes, bem como a utilização de forma racional de alimentos energético disponíveis da região como óleos, sementes de oleaginosas e resíduos do biodiesel para o aumento calórico da dieta (SILVA et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2015), mantendo dessa forma, os níveis de produção e constituintes do leite em níveis adequados.

A Instrução Normativa nº 37 (MAPA, 2000) preconiza teores mínimos de proteína e gordura respectivamente de 2,9 e 3% para o leite de cabra integral padronizado, para comercialização. Porém, quando se trabalha com animais nativos ou mestiços, esses valores são superiores devido estarem ligados à raça (FERNANDES et al., 2008; ARAÚJO et al. 2009; QUEIROGA et al., 2010), ou ainda sofrendo efeito da espécie animal, genótipo, fase de lactação (CHILLIARD et al., 2007) e principalmente pelo de tipo de alimentação que as cabras recebem (SANZ SAMPELAYO et al, 2007; COSTA et al., 2009).

Embora a região nordeste seja detentora da quase totalidade do rebanho nacional, participa com pouco mais de 26% da produção de leite de cabra e com 17% do total comercializado. De acordo com Cordeiro e Cordeiro (2009), pelo tamanho do rebanho existente e potencial de exploração, o Nordeste brasileiro apresenta ainda um pequeno aproveitamento de seu potencial de produção de leite de cabra e derivados, havendo necessidade de mais programas e incentivos para se alcançar um grande desenvolvimento do setor.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, A.A. **Valor nutritivo da vagem de faveira *(Parkia platycephala* Benth.) ruminantes.** 198f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004.

ALVES, A.A.; SALES, R.O.; NEIVA, J.N.M.; MEDEIROS, A.N.; BRAGA, A.P.; AZEVEDO.A.R. Degradabilidade ruminal *in situ* de vagens de faveira (*Parkia platycephala Benth*.) em diferentes tamanhos de partículas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.**,v.59, n.4, p.1045-1051, 2007.

ALVES, A.A.; SALES,R.O.; NEIVA, J.N.M.;. MEDEIROS, A.N.; BRAGA, A.P.; AZEVEDO, D.M.M.R.; SILVA, L.R.F. Metabolismo de compostos nitrogenados em ovinos alimentados com dietas contendo vagens de faveira. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal.** Salvador, v.12, n.4, p.1051-1066 out/dez, 2011

BERMUDES R.F.; LÓPEZ J.; GALLARDO M.; SILVA J.H.S. & CUATRIN A. 2003. Gordura protegida nas dietas de vacas de alta produção a campo, em alfafa verde ou pré-secada, na fase inicial da lactação: Parâmetros plasmáticos. **Rev. Bras. Zootec.** 32:405-410.

BONANNO, A. et al**.** Grazing management of dairy goats on Mediterranean herbaceous pasture. In: CANNAS, A.; PULINA, G. (Ed.). **Dairy goats feeding and nutrition**. Wallingford: CAB International, p. 189-220, 2008.

BRAGA, R. **Plantas do Nordeste, *especialmente do Ceara*.** 2a ed. Fortaleza. Imprensa Oficial, 1960.

BRANDES, D.; FEITAS, E.A.G**.** taninos condensados- uma ferramenta para melhorar o desempenho de ruminantes**. Agropecuária Catarinense,** v.5, n.3, p.44-48, 1992.

BRAUN, J.P.; TRUMEL, C.; BÉZILLE, P. Clinical biochemistry in sheep: A selected review. **Small Ruminant Research**, v.10, n.1-3, p. 10-18, 2010.

CAMPOS, L. M. A.; LIPHAUS, B. L.; SILVA, B. A. A.; PEREIRA, R. M. R. Osteoporose na infância e na adolescência. **Jornal de Pediatria**, v. 79, n. 6, p. 481-188, 2003.

CARVALHO J.H. de; RAMOS, G.M. **Composição química e digestibilidade *in vitro* de vagens de faveira** (***Parkia platycephala*** **Benth).** Teresina : Embrapa UEPAE de Teresina , 4 p., 1982.

CASTAÑEDA, R. D.; BRANCO, A. F.; CONEGLIAN, S. M.; BARRETO, J. C.; GRANZOTTO, F.; TEIXEIRA, S. Substituição de ureia por cloreto de amônio em dietas de bovinos: digestibilidade, síntese de proteína microbiana, parâmetros ruminais e sanguíneos. **Acta Scientarium. Animal Science,** v. 31, n. 3, p. 271-277, 2009.

CARVALHO, J.H. **Faveira, uma valiosa arvore forrageira**. **O *Campo***, Teresina, v.7, n.1, p.14, maio, 1986.

COCIMANO, M. R.; LENG, R. A. Metabolism of urea in sheep. **The British Journal of Nutrition,** v.21, n. 2, p. 353-371, 1967.

CORDEIRO, P.R.C.; CORDEIRO, A.G.P.C. **A Produção de leite de Cabra no Brasil e seu mercado. Leite de Cabra no Brasil, seu mercado, comercialização e produção.** In: X Encontro de Caprinocultores do Sul de Minas e Media Mogiana Espírito Santo do Pinhal. Maio 2009.

COSTA, R.G.; QUEIROGA, R.C.R.E.; PEREIRA, R.A.G. Influência do alimento na produção e qualidade do leite de cabra. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Brasília. v.38. p.307-321. 2009.

DIAS, M. I. R.; CARNEIRO, M. J. R.; AZEVEDO, J. M. T.; FERREIRA, A. J.; CABRITA, S. Parâmetros hematológicos, de bioquímica sanguínea geral, eletrólitos plasmáticos e das hormonas relacionadas com a função da tiroide na ovelha da raça Churra da Terra Quente. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v. 99, n. 550, p. 99-107, 2004.

DIJKSTRA, J**.** Production and absorption of volatile fatty acids in the rumen. **Livestock Production Science**, Amsterdam**,** v. 39, p. 61-69, 1994.

EMANUELLI, M. P.; LOPES, S. T. A.; MACIEL, R. M.; GARMATZ, B. C.; TAVARES, M. O. Concentração sérica de fosfatase alcalina, gama-glutamiltransferase, ureia e creatinina em coelhos (*Oryctol aguscuniculus*). **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 1, p. 251-255, 2008.

FAO – Organização nas Nações Unidas para Agricultura e Alimentação. **Rebanho de Caprinos**. Roma, 2013.

GETACHEW, G.; MAKKAR, H.P.S.; BECKER, K. Effect of polyethylene glycol on in vitro degradability of nitrogen and microbial protein synthesis from tannin-rich browse and herbaceous legumes. **British Journal of Nutrition,** v.84, p. 73-83, 2000.

GONZÁLES, F. H. D.; DURR, J. W.; FONTANELI, R. S. (Ed.). **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. Porto Alegre: UFRGS, 2001. p. 5-22.

GONZALEZ F.H.D.; SHEFFER J.F.S. 2002 Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. In: Avaliação metabólico-nutricional de vacas leiteiras por meio de fluidos corporais. **Anais.** 29º Congresso de Medicina Veterinária: Gramado, Brasil.

GREGORY, L.; BIRGEL JUNIOR, E. H.; D'ANGELINO, J. L.; BENESI, F. J.; DE ARAÚJO, J. P.; BIRGEL, E. H. Valores de referência dos teores séricos da ureia e creatinina em bovinos da raça Jersey criados no estado de São Paulo. Influência dos fatores etários, sexuais e da infecção pelo vírus da leucose dos bovinos**. Arquivos do Instituto de Biologia**, v. 71, n.3, p. 339-345, 2004.

HAENLEIN, G.F.W. Goat milk in human nutrition. **Small Ruminant Research**, v.51, n.1, p.155-63, 2004.

HOLANDA JUNIOR, E.V.; MEDEIROS, H.R.; DAL MONTE, H.L.B. **Custo de produção deleite de cabra na região Nordeste**. In: ZOOTEC 2008. João Pessoa, PB: UFPB/ABZ, 2008.

KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**, 6ª edição. Editora Elsevier/Academic Press, Amsterdam, 2008, p. 194; 414; 423-424; 488-489; 530; 781; 901-902.

KOZLOSKI, G. B. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 216p. 2011.

LEINMULLER, H.S.; KARL-HEINZ, M. Tannins in ruminant feedstuffs. **Animal Research and Development,** v.33, p.9-62, 1991.

LUTHRA, K. Basic concept of clinical biochemistry, p. 01-31, 2008. Disponível em: http://nsdl.niscair.res.in/bitstream/123456789/691/1/ClinicalBiochem_Concepts.pdf**.**

MEIRA JR, E. B. S.; RIZZO, H.; BENESI, F. J.; GREGORY, L. Influência dos fatores sexuais e etários sobre a proteína total, fração albumina e atividade sérica de aspartatoaminotransferase e gama-glutamiltransferase de ovinos da raça Santa Inês. **Brazilian Journal of Veterinary Research Animal Science**, v. 46, p.448-454, 2009.

MEHREZ, A.Z.; ØRSKOV, E.R.; Mc DONALD, I. Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. **British Journal Nutrition,** v.38, p.437-443, 1977.

MORAES, D. V. Perfil bioquímico sérico de bezerros mestiços durante o primeiro ano de vida. **Dissertação Universidade Federal de Uberlândia,** MG – Brasil, PPG em Ciências Veterinárias, 32 f., 2011.

MORAND-FEHR, P. et al**.** Influence of farming and feeding systems on composition and quality of goat and sheep milk. **Small Ruminant Research,** Amsterdam, v. 68, p. 20-34, 2007.

MORAND-FEHR, P.; SAUVANT, D. Nutrition and optimum performance of dairy goats. **Livestock Production Science,** Amsterdam, v.5, n.2, p.203-213, 1978.

MOTA, M. F. et al. Parâmetros ruminais de vacas leiteiras mantidas em pastagem tropical. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v.59, n.226, p.217- 224, 2010.

OLIVEIRA, D. E. de. Minerais: funções, deficiências, toxidez e outros aspectos da suplementação. In: AGROCERES: **Nutrição Animal. Agroceres** NA.

OLIVEIRA, V.S. et al. Características químicas e fisiológicas da fermentação ruminal de bovinos em pastejo – Revisão de literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, Garça, n.20, 2013.

PARK, Y.W.; JUAREZ, M.; RAMOS; M. et al. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. **Small Ruminant Research**, v.68, p.88-113, 2007.

PEREIRA, E. S.; ARRUDA, A. M. V.; MIRANDA, L. F.; MIZUBUTI, I. Y.; MUNIZ, E. B.; PINTO, A. P. Importância da inter-relação carboidrato e proteína em dietas de ruminantes**. Ciências Agrárias**, v. 26, n. 1, p. 125-134, 2005.

PERES, J.R. **O leite como ferramenta do monitoramento nutricional**. IN: **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 72p. 2001.

PULINA, G. et al. **Nutrition and quality of goat's milk**. In: CANNAS, A.; PULINA, G. (Ed.). **Dairy goats feeding and nutrition.** Wallingford: CAB International, 2008. p.1- 30.

QUEIROGA, R. C. R. E.; COSTA, R. G. **Qualidade do leite caprino.** In: simpósio internacional de conservação de recursos genéticos: Raças nativas para o semiárido, 1., 2004, Recife.(Anais) Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2004. p.161-171

.

RAMOS, G.M.; CARVALHO, J.H de; LEAL, J.A. **Aproveitamento das vagens de faveira como suplemento à silagem de sorgo na alimentação de bovinos.** Teresina: Embrapa-UEPAE de Teresina,1984. 9p. (Embrapa-UEPAE de Teresina. Boletim de Pesquisa, 7).

RAMOS, G.M.; LEAL, J.A.; CARVALHO, J.H. de; PIMENTEL, J.C.M. **Suplementação alimentar de bovinos com vagens de faveira (*Parkia platycephala* Benth) e feno de rama de mandioca.** In: reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, 28. 1981, João Pessoa, PB. (Anais) João Pessoa: SBZ, 1991. p.272.

RESENDE, K. T. et al. **Nutrição e alimentação de cabras leiteiras.** In: simpósio de caprinos e ovinos da EV-UFMG, 2., 2007, Belo Horizonte. (Anais) Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2007. p.259-276.

ROSSI, L.; TIRAPEGUI, J. Aspectos atuais sobre exercício físico, fadiga e nutrição. Revista **Paulista de Educação Física**, v. 13, n. 1, p. 67-82, 1999.

SATTER, L. D.; SLYTER, L. L**.** Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production *in vitro*. **British Journal Nutrition**, v.32, p.199-208, 1974.

SILVA, F. S. et al. Abordagem Bayesiana da curva de lactação de cabras Saanen de primeira e segunda ordem de parto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 40, n. 1, p. 27-33, 2005.

SILVA, L.R.F.; ALVES, A.A.; VASCONCELOS, V.R.; NACIMENTO, H.T.S.; FILHO, M.A.M. Nutritive value of diets containing pods of faveira (*Parkia platycephala* Benth.) for confined finishing sheep. **Revista brasileira de zootecnia**.,V.41,n.4,p.1065-1069,2012.

SILVEIRA, M. F. et al. Ganho de peso vivo e fermentação ruminal em novilhos mantidos em pastagem cultivada de clima temperado e recebendo diferentes suplementos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.3, 2006.

SOUZA FILHO A.P.S., FONSECA M.L.; ARRUDA M.S.P. 2005**.** Substâncias químicas com atividades alelopáticas presentes nas folhas de *Parkia pendula* (*Leguminosae*). **Planta Daninha** 23(4): 565-573.

VALADARES FILHO, S.C.; PINA, D.S. **Fermentação Ruminal**. In: Nutrição de Ruminantes. Jaboticabal: FUNEP, 616p. 2011.

YANAKA, R.; CAMARGO, D. G.; SANTOS, W. A.; CAVASSANO, B. S.; BOVINO, F.; MENDES, L. C. N.; PEIRÓ, J. R.; FEITOSA, L. F. L. Glicemia, proteinograma e perfil de alguns componentes bioquímicos séricos de caprinos da raça Bôer**. Brazilian Journal of Veterinary Research of Animal Science**, v. 49, p.30-38, 2012.

CAPÍTULO II – Substituição do milho moído por farelo da vargem de faveira (*Parkia platycephala* Benth) em dietas de cabras lactantes: Consumo e digestibilidade dos nutrientes, parâmetros séricos, fermentação ruminal, produção, composição e análise sensorial de leite

O presente capítulo foi redigido seguindo as normas do periódico "*Animal Feed Science and Technology*"

***Parkia platycephala* pod meal in goat diet**

Replacement of ground corn by *Parkia platycephala* pod meal in the diet of lactating goats: Nutrient intake, digestibility, serum parameters, ruminal fermentation, production, composition and sensorial analysis of milk

H.H. de Miranda[a], M.J. Araújo[a], C.A.T. Marques[b], I.L. Batista[a], F.J.V. Carvalho[a], D.L. de S. Jácome[a], R.L. Edvan[a], T.P.D. e Silva[a], L.R. Bezerra[c], AG.V. de O. Lima[d], R.L. Oliveira[d]

[a]Federal University of Piaui, Department of Animal Science, Rodovia Municipal Bom Jesus-Viana, km 01, Planalto Horizonte, 64900000, Bom Jesus, Piaui, Brazil.

[b]Federal University of Sergipe, Department of Animal Science, Rodovia Engenheiro Jorge Neto, km 3, Silos, 49680000, Nossa Senhora da Glória, Sergipe, Brazil.

[c]Federal University of Campina Grande, Department of Animal Science, Av. Universitária, Caixa Postal 61, Patos, Paraíba, Brazil.

[d]Federal University of Bahia, Department of Animal Science, Av. Adhemar de Barros, 500, Ondina, 40170110, Salvador city, Bahia state, Brazil.

Corresponding author: jacome@ufpi.edu.br

Abstract: This study tested the hypothesis that *Parkia platycephala* pod meal can replace ground corn in the diet of lactating goats by evaluating the nutrient intake and digestibility, serum parameters, ruminal fermentation, production, composition and sensorial analysis of goat milk. Eight multiparous Anglo-Nubian goats were used, and the goats had a mean body weight of 44.5 ± 6.3 kg, were approximately four years of age, and were at 50 days of lactation. The animals were randomly distributed in a double Latin square (4 × 4) with four treatments: 0 (control or without), 333, 667, and 1000 (total) g/kg of substitution of ground corn by *Parkia platycephala* pod meal and four periods of 20 days each (15 for adaptation and 5 for data collection). The intake of dry matter (DM), organic matter (OM), mineral matter (MM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF), total carbohydrate (TC), nonfibrous carbohydrates (NFC) and total digestible nutrients (TDN) were not affected by the treatments; however, the ether extract (EE) intake decreased linearly ($P < 0.0004$). The digestibility of DM, EE and TDN were not affected by the treatments. However, the digestibility of OM ($P = 0.02$), CP ($P = 0.02$) and ADF ($P = 0.0054$) had quadratic effects, as NDF digestibility decreased linearly ($P = 0.001$) and NFC increased linearly ($P = 0.0001$). The pH; the concentration of acetic acid (A), propionic acid (P), and butyric acid (B); A: P and methane (mol%) were not affected by the treatments. Conversely, isobutyric acid ($P = 0.01$), isovaleric acid ($P = 0.006$) and BCFA ($P = 0.005$) decreased linearly, while valeric acid ($P = 0.03$) increased linearly. The serum concentrations of urea, creatinine, total proteins, total cholesterol and triglycerides were not influenced by *Parkia platycephala* pod meal. On the other hand, the concentrations of blood glucose ($P = 0.002$) and calcium ($P = 0.01$) increased linearly, while the blood phosphorus concentrations were affected quadratically with a lower concentration of 5.5 mg/dL at the replacement level of 610 g/kg ground corn with *Parkia platycephala* pod meal. The fat-corrected milk for the 4% fat and total-solids-corrected

milk, chemical composition and sensorial analysis were not influenced by the *Parkia platycephala* levels. Thus, total (1000 g/kg in DM total) replacement of ground corn by *Parkia platycephala* pod meal in the diet of lactating Anglo-Nubian goats is recommended.

Keywords: Anglo-Nubian, blood metabolites, byproduct, faveira, fava-de-bolota, goat flavor

Highlights

• *Parkia platycephala* pod meal can completely replace ground corn in the diet of Anglo-Nubian goats

• NDF digestibility decreased and NFC increased with *Parkia platycephala* in the goat diet

• Intake, milk production and composition were not affected by *Parkia platycephala*

• Ruminal pH, VFA concentration and methane production were not influenced by the inclusion of *Parkia platycephala*

Abbreviations

ADF, acid detergent fiber; ADL, acid detergent lignin; BCFA, branched-chain fatty acids, CH_4, methane gas; CP, crude protein; DM, dry matter; DMI, dry matter intake; EE, ether extract; FE, feed efficiency; iADF, indigestible acid detergent fiber; NDF; MP, milk production; MP $^{4.0\%\ Fat}$, milk production corrected to 4.0% fat; NFC, nonfibrous carbohydrate; SCFA, short-chain fatty acids; TC, total carbohydrate; TDN, total digestible nutrients; TSCM, total-solids-corrected milk.

1. Introduction

The increasing world population and its intense demand for food of animal origin, as well as the competitiveness of food sources used for humans and animals, have led researchers to seek alternatives to animal feed in order to reduce feeding costs and maintain adequate herd productivity. This approach is employed because feed represents one of the main costs of livestock farming (Funston et al., 2010), and it is characterized as one of the major obstacles in animal production. Thus, alternative feeds (from the region) have been evaluated and used instead of conventional feeds for developing nutritional or economic strategies (Yaowapaksophon, 2018).

Parkia platycephala, known as “fava-de-bolota,” “faveira,” and “visgueira” when its fruits have matured and been released into the soil, present approximately 100 g/kg crude protein and 880 g/100 g DM intake to *in vitro* dry matter digestibility (Silva et al., 2012), serving as a viable alternative to animal feed in small and medium-sized farms. *Parkia platycephala* exhibits good potential degradation of the dry matter, indicating a high possibility of inclusion of this alternative energy source (725 g/kg of TDN in DM basis) in diets for ruminants as a replacement for traditional energy feeds, such as corn (Alves et al., 2007), and consequently reducing the feeding costs.

Parkia platycephala presents high productive potential. However, 90% of its production is concentrated in a short period of time, and it does not provide a uniform feed supply in pastures unless the pods are stored (Carvalho et al., 1981; Machado et al., 1999). This species adapts well to the Savanna biome conditions, and it may be an advantageous option as a tree legume, especially in low-fertility soils. In the semiarid region, the production of *Parkia platycephala* ranges from 26.1 to 95.0 kg/tree.

Research has demonstrated the potential of *Parkia platycephala* in the feeding of ruminants because it has a high content of nonfiber carbohydrates, good acceptability of pods (Silva et al., 2012) and leaves and branches that can be used in silages (Magalhães et al., 2014). However, more research should be undertaken to determine the level of substitution of this alternative feed in goat diet and its effects on animal health and production.

Thus, it was hypothesized that the replacement of ground corn by *Parkia platycephala* pod meal in lactating goats, despite energy density in the concentrate, does not alter intake and digestibility, thereby improving milk production and composition. Therefore, the objective of this study was to evaluate the use of *Parkia platycephala* pod meal as a replacement for ground corn and the resulting effects on intake, nutrient digestibility, blood and ruminal parameters, as well as the production, composition and sensorial analysis of the milk of Anglo-Nubian goats.

2. Materials and Methods

2.1. Site of study and ethical standards

The experiment was performed at the Campus Professor Cinobelina Elvas of the Federal University of Piauí in the city of Bom Jesus, Piauí, located at 09º04'28" S latitude and 44º2'31" W longitude with an average altitude of 277 m. The work was approved by the Animal Experimentation Ethics Committee of the Federal University of Piauí (protocol - 179/16).

2.2. Animals, handling and diets

Eight female Anglo-Nubian goats, multiparous, with an average of 50 ± 4 days of lactation and 44.5 ± 6.3 kg of body weight were used. The animals were treated against ecto- and endoparasites with an anthelmintic (Ivermectin 1%) before the start of the experimental phase.

The animals were randomly assigned to a randomized double-Latin square (4 × 4), comprising four periods and four substitution levels of ground corn by *Parkia platycephala* pod meal [0 (control or without), 333, 667 and 1000 (total) g/kg]. The experimental period lasted 80 days divided into four periods with 20 days each (the first 15 days were used to adapt the animals to the experimental diets and the last 5 days were for data collection. All animals were kept in a shed covered with clay tiles and allocated in individual stalls (1.6 m^2) equipped with a feeder and drinker.

The experimental diets were formulated to supply the nutritional requirements of lactating goats producing 1.5 kg/goat/day and 4% of fat according to the recommendations of NRC (2007). The diets comprised *Panicum maximum* cv. Aries, crushed (2 cm sieve) and a concentrate based on soybean meal, ground corn, a mineral mixture and *Parkia platycephala pod meal* using the forage to concentrate ratio of 500:500.

To ensure *ad libitum* intake, the diet was supplied in sufficient quantity to provide approximately 10% leftovers. Water was also supplied *ad libitum.* The diets were given twice a day (08:00 and 17:30), always after milking in equal proportions. The chemical composition of the ingredients and the experimental diets are shown in Tables 1 and 2, respectively. The pods of *Parkia platycephala* were harvested in an area of natural occurrence after maturation. To obtain the meal of the pods, a mill (TRF 850) with a 5 mm sieve was used.

2.3. Nutrient intake and digestibility

The data for dry matter intake (DMI) and nutrients intake were obtained through the records of the feed offered and leftovers and the collection of diet and leftovers samples performed during the last five days of each experimental period. Feed leftovers were weighed in the morning, and 30% was sampled, packed in plastic bags with appropriate identification of the animals, treatments and harvest period and then frozen at –20ºC.

To determine the digestibility coefficients of the nutrients, feces were harvested directly in the final portion of the rectum from the 16th to the 20th day at different times (06:00, 09:00, 12:00, 15:00 and 18:00 hours) for each collection period. The feces samples were stored at –20ºC and subsequently in the same way that food and leftovers were processed at the end of each experimental period.

The fecal production was estimated using the indigestible neutral detergent fiber (iNDF) as an internal marker. The feces, feed and leftover samples were incubated (in triplicate) "*in situ*" in nonwoven bags (TNT-100 g/cm^2) with dimensions of 4×5 cm containing feed, leftovers and feces following the proportion of 20 mg of DM/cm^2 of surface for a period of 264 h according to the methodology described by Casali et al. (2008). The remaining material from the incubation was subjected to neutral detergent extraction, and the residue was considered to be iNDF.

The fecal output of dry matter (FODM) was calculated using the following equation: FODM (kg) = (marker intake (kg)/ % of fecal marker) × 100. The apparent digestibility of nutrients (AD) was found from the equation: AD (g/100 g intake) = [Nutrient intake (kg) - Nutrient excreted in feces (kg)] / nutrient intake (kg) × 100. The intake of total digestible nutrients (TDN) was obtained by the equation: TDN (kg) = digestible crude protein (dCP) + digestible neutral detergent fiber (dNDF) + digestible ether extract (dEE × 2.25). The feed efficiency (FE) was determined by the equation: FE (kg/kg) = fat corrected milk at 4% fat/DMI.

2.4. Chemical analysis

Feed, refusal and feces samples were collected in the last five days of each experimental period and then stored in plastic bags with appropriate identification of the treatments, animals and period of harvest. After that, the samples were stored in a freezer at –20ºC. At the end of each experimental period, the samples were thawed and homogenized; the samples for each treatment, animal and period were approximately 250 g. The aliquots were predried in a forced ventilation oven (55ºC) for 72 h, the diet and leftover samples were ground in a Wiley-type mill with 1 and 2 mm mesh sieves, and the feces were passed through 1 and 2 mm sieves (Casali et al., 2008). The concentrations of dry matter (DM) (Method 930.15 - AOAC, 1990), ash (Method 942.05 - AOAC, 1990), crude protein (CP) (Method 984.13 - AOAC, 1990), and ether extract (Method 920.29 - AOAC, 1990) were determined.

The neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) were determined following the recommendations of Van Soest et al. (1991) with the use of thermostable amylase to remove the starch, modified using nonwoven fabric. To obtain the total carbohydrates (TC), the equation described by Sniffen et al. (1992) was used: TC (g/kg DM) = 100 - (CP + EE + Ash). The determination of nonfibrous carbohydrates (NFC) followed the recommendations of Mertens et al. (1997): NFC (g/kg DM) = 100 – (CP + EE + Ash + NDF).

For determining the concentrations of soluble condensed tannin, total residue bound to solids, and total tannin in *Parkia platycephala* pods, the butanol-HCl method described by Terrill et al. (1992) was used. The total concentration in condensed tannins was obtained by the sum of the soluble and residue-bound fractions (Mupangwa et al., 2000). For the determination of the standard curve used in the butanol-HCl method, the purified tannin from Jurema Preta (*Mimosa hostilis*) was used as a plant native to the semiarid northeast.

2.5. Ruminal Fermentation

On the 5th day of each collection period, ruminal fluid was collected (200 mL) from all animals. The collection was performed using a flexible orogastric probe 1.5 m in length with 1.27 cm of internal diameter and 0.3 cm of wall thickness. The probe had a metal tip with a closed end and holes in the sides. The probe was previously lubricated with mineral oil and washed with distilled water between the collections of each animal. The probe was connected to a vacuum pump and a manifold tube. Ruminal fluid was collected 4 h after feeding in the morning (12 h). The first aliquot was discarded to avoid contamination with saliva. The pH was measured immediately after the collection by a digital pH meter. Aliquots of 50 ml of ruminal fluid were stored in plastic tubes acidified with 1 ml of sulphuric acid (H_2SO_4) to 50% (vol/vol) and frozen at -20 ° C for later determination of ammoniacal nitrogen ($N\text{-}NH_3$).

For determination of short-chain fatty acids (SCFA), the samples were centrifuged at 2000 × G for 15 min, and 1 ml of the supernatant was placed in the test tube with 0.2 ml of formic acid, P.A. The SCFA were analyzed using a gas chromatograph (SHIMADZU, model GC-2014) equipped with an HP INNOwax-19091N column (30 m long, 0.32 mm ID, 0.50 m film). The gases used were nitrogen as the drag gas at a flow rate of 3.18 ml / min, synthetic air as the combustion gas at a flow rate of 40 kPa, and hydrogen as the fuel gas at a flow rate of 60 kPa. The injector operating temperature was 200 °C, the flame ionization detector was 250 °C and the separation column 8 was 0 °C/3 min to 240 °C (20 °C/min).

The determinations were performed by injecting 1 μL of sample into a computer-integrated chromatograph, which processed the quantification calculations using GC Solution Shimadzu software.

2.6. Blood collection and analysis

Blood samples of the animals were taken 4 h after the first meal, always on the 1st, 3rd and 5th day of the collection period, by jugular venipuncture; each sample comprised enough blood to fill a 9 mL vacutainer tube identified per animal, treatment and trial period. After collection, the tubes were immediately placed in a centrifuge for 15 min at 2191.28 × G per min. Then, 1.5 ml of the serum was pipetted into Eppendorf micro tubes and stored at –20 °C.

To perform the biochemical analysis for cholesterol, triglycerides, urea, calcium and phosphorus, commercial kits and the serum glucose concentration were used based on LABTEST's® enzymatic colorimetric method. For the determination of creatinine, the enzymatic kinetic technique was employed, while total proteins were determined by the biuret and bromocresol green method. All analyses were processed in an automatic analyzer using specific kits.

2.7. Milk production and composition

The goats were manually milked twice a day (06:00 and 16:00 h). Before the milking began, the goats were subjected to cleaning of the teats with water and dried with a paper towel. After the milking was finished, the teats of the goats were treated with glycerin iodine solution (10%) to avoid possible contamination. The total milk production was calculated by the sum of the morning and afternoon productions.

The milk samples were collected on the 3rd and 5th days of each experimental period twice a day at regular times at the milking moment. The milk samples were packed in 500 ml glass vials presterilized in an autoclave at 120 °C for 15 min. The milk sample of the morning production was conditioned in a refrigerator at approximately 4 ºC until the formation of a composite sample with milk sample of the afternoon. The morning and afternoon milk samples were mixed and conditioned in polyethylene bottles, forming a composite sample/goat/day, respecting the proportion of milk production (60% morning and 40% late), for a total of 200 mL (120 mL and 80 mL for morning and afternoon, respectively). For the chemical analysis of the milk, aliquots were taken, placed in 50 ml plastic bottles and preserved with 2-bromo-2-nitropropane-1.3-diol. Samples for the sensory analysis were frozen in a freezer at approximately –20 °C. The procedures for milking and handling the milk were in accordance with those recommended by the Technical Regulation on Production, Identity and Quality of Goat's Milk (Brasil, 2003).

The fat-corrected milk at 4% fat was analyzed according to the NRC (2001), and the total solids-corrected milk (TSCM) was analyzed as in Tyrrell and Reid (1965):

FCM 4% (kg/day) = 0.4 × milk (kg/day) + 15 × fat (kg/day)

TSCM (kg/day) = (12.3 × kg of fat) + (6.56 × kg of nonfat solids) – (0.0752 × kg of milk).

The feed efficiency was obtained from the ratio between the amount of FCM at 4% and the amount of DMI (kg/day). The chemical composition of the milk was analyzed at the Northeastern Dairy Herd Management Laboratory (PROGENE) of the Department of Animal Science of Rural Federal University of Pernambuco (UFRPE). For the determination of protein, fat, lactose, and total solids and nonfat solids contents, the samples were subjected to analysis by infrared absorption (Bentley 2000®).

2.8. Sensory analysis of milk

The milk samples were divided by treatment, animal and period, removed from the freezer to thaw slowly in a refrigerator with an average temperature of 4 ºC, and pasteurized slowly (65 ºC/30 min) thereafter and packed in a polyethylene container for the subsequent analysis. Tasters with available time and interest in performing the analysis aged between 20 and 56 years were selected. The tasters received previous training to perform the sensorial analysis of the milk.

Sensory evaluations were performed in individual booths away from noises and odors at pre-established hours, and they were performed 2 h after breakfast and 2 h after lunch. The samples containing 50 mL were cooled and served at 7 ºC for each taster in the cabins, where they received four samples, randomly distributed, coded with three numerical digits (IFT, 1981). In each booth, the tasters received a salt biscuit and water to clean the palate between the samples to minimize the residual taste of the previous samples.

The tasters received evaluation sheets for the attributes of the characteristic odor and characteristic flavor, rancid flavor and bitter taste according to the methodology of Faria and Yotsuyanagi (2002). The evaluation used an intensity scale of nine points, ranging from extremely weak to extremely strong, and a hedonic analysis for attributes of odor and flavor.

2.9. Statistical analysis

The experimental design was the Latin square (4 × 4), four animals, four periods and four levels of ground corn replacement by *Parkia platycephala* pod meal [0 (control or without), 333, 667 and 1000 (total) g/kg]. Two simultaneous squares were used. All data were analyzed using the MIXED procedure of SAS (version 9.1; 2003) (SAS Inst. Inc., Cary, NC). The model included the substitution level (SL), period and the SL × period interaction as fixed effects. The animal nested within the treatment was considered as a random effect. The treatment effects (SL) on the variables analyzed were evaluated using orthogonal contrasts to determine the linear and quadratic effects. The contrasts were significant when the p-value was ≤ 0.05. The residuals were plotted against predicted values and used to verify the assumptions of the homoscedasticity model, independence and normality of the errors. One datum was considered an outlier and removed from the database when the studentized residue was outside the range of ± 2.5. The statistical model adopted was as follows:

$$Y_{ijk} = \mu + T_j + P_k + (TP)_{jk} + A_i(T_j) + e_{ijk}, \text{ which:}$$

Y_{ijk} = Observed value for each variable analyzed;

μ = average overall;

T_j = fixed effect of treatment (i = 0, 33,3, 66,7 e 100%);

P_k = fixed effect of collection period (k = 1 a 4);

$(TP)_{ik}$ = fixed effect of the interaction of *Parkia platycephala* levels and period;

A_i = random effect of animal nested at *Parkia platycephala* level;

e_{ijk} = random error associated with each observation.

The sensory analysis used the statistical nonparametric data with the Kruskal-Wallis test using SAS (version 9.1).

3. Results

3.1. Nutrient intake and digestibility

The replacement of ground corn by *Parkia platycephala* pod meal did not affect the intake of DM (P = 0.98), CP (P = 0.54), NDF (P = 0.66) and ADF (P = 0.14) in the diet of lactating goats. The mean intake of DM and CP was 1.470 and 0.207 kg/day, respectively. Conversely, the intake of EE decreased linearly (P = 0.0004) with the substitution of ground corn by *Parkia platycephala* in the diet. The intakes of TC (P = 0.94), NFC (P = 0.66) and TDN (P = 0.54) were not affected by substitution levels (Table 3).

The *Parkia platycephala* pod meal levels did not affect the apparent digestibility of DM (P = 0.58) and TDN content (P = 0.09). However, CP (P = 0.02), EE and ADF presented quadratic behavior with minimum values of 740, 720 and 840 g/kg at the level of 363, 590, 520 and 680 g/kg on a DM basis of ground corn substitution by *Parkia platycephala* pod meal, respectively. Differently, the digestibility of NDF (P = 0.0014), ADF (P = 0.0054) and NFC (P = 0.0001) decreased linearly with increasing substitution levels (Table 3).

3.2. Ruminal fermentation and blood serum parameters

The levels of *Parkia platycephala* pod meal did not influence the pH (P = 0.90); ammoniacal nitrogen (N-NH_3); concentrations and proportions of acetic acid (P = 0.92), propionic acid (P = 0.35), and butyric acid (P = 0.35); acetic/propionic ratio (P = 0.22) or methane proportion (mol%). On the other hand, the concentrations and proportions of isobutyric acid (P = 0.01), valeric acid (P = 0.02), isovaleric acid (P = 0.005) and branched chain fatty acids (BCFA) (P = 0.005) decreased linearly as the level of *Parkia platycephala* pod meal in the diets increased (Table 4).

The replacement of ground corn by *Parkia platycephala* pod meal did not affect the serum concentrations of urea (P = 0.2555), creatinine (P = 0.8567), total protein (P = 0.9813), cholesterol (P = 2438) and triglycerides (P = 0.3226). The glucose and calcium concentrations increased linearly with increasing levels of *Parkia platycephala* pod meal. However, there was a quadratic effect with a lower concentration of 5.5 mg/dL at the 610 g/kg substitution level of ground corn by *Parkia platycephala* pod meal.

3.3. Production, composition and sensory analysis of milk

The milk production and its constituents as well as chemical composition were not affected by the substitution of ground corn by *Parkia platycephala* pod meal in the diet of lactating goats (Table 5). In addition, the somatic cell counts and feed efficiency were not affected by the treatments. Regarding the sensory attributes of milk, there was no influence of the treatments on the acceptance test (odor and flavor) or sensory analysis (goat's odor, goat's flavor, sweet flavor, rancid flavor) (Table 6).

4. Discussion

In arid and semiarid regions, animal production is often considered one of the most important means of food and economic security for poor and marginal producers. Inadequate and low-quality feed is one of the main factors for low animal production in semiarid tropical regions (Funston et al., 2010). One of the main factors hindering the use of conventional feed (such as corn) in ruminant diets is its high acquisition cost due to competition with human nutrition.

The use of *Parkia platycephala* pod meal as an alternative feed and cost reducer did not interfere in the intake of DM, CP, NDF, ADF, TC, NFC or TDN, possibly due to the similarity of the chemical composition of the experimental diets (Table 2), which were formulated to have the same proportions of forage to concentrate (500:500). In this sense, the goats presented an average DM intake (1.470 kg/animal/day) according to the recommendations of the NRC (2007). The EE intake was lower at the 100% level of *Parkia platycephala* pod meal, which and this can be attributed to the difference in the chemical composition of the evaluated feeds as maize meal has 31% more EE than *Parkia platycephala* pod meal (Table 1).

The decrease in the digestibility of NDF and ADF was due to their quality in the experimental diets in relation to the higher intake of NFC; when increasing the NDF and ADF content in the diets, the NFC content decreased (Table 2). Thus the intake of CNF was expected to be lower in the diets with higher levels of NDF and ADF. The high content of NFC present in *Parkia platycephala* pod meal may have resulted in high solubility, similar to that of Algaroba pod (*Prosopis juliflora*), which has a high content of NFC with high solubility according to Batista et al. (2002).

Parkia platycephala pod meal presented 39.4 g/kg DM of total condensed tannins and 14.2 g/kg DM of total-bound condensate tannins (Table 1). This antinutritional factor may have contributed to the reduction in protein digestibility due to the occurrence of phenolic compounds in *Parkia platycephala* pod. According to Aerts et al. (1999), moderate amounts of proanthocyanidins (20 to 40 g/kg in DM) in forage can exert a beneficial effect on protein metabolism in sheep by reducing their degradation in the rumen and increasing the passage to the intestines, thereby providing greater intestinal absorption of amino acids, whereas high concentrations of proanthocyanidins (60 to 120 g/kg in DM basis) depressed feed intake, digestive efficiency and animal productivity.

According to the results obtained for the pH, there were no significant changes. Berchielli et al. (2006) notes that a pH variation in which the activity remains close to normal would be approximately 0.5 units. That is, in the present study a normal variation of maximum oscillation was obtained from 6.38 to 6.41 with a mean pH of 6.41; these results are within the ideal standards and close to 7.0, and they presented a variation between 5.5 to 7.2 throughout the day. There was no difference in the production of the main SCFA (acetic, propionic and butyric) with the replacement of ground corn by *Parkia platycephala* pod meal. The observed values are in agreement with the findings reported in the literature (variations from 54 to 74 mMol% for acetate, 16 to 27 mMol% for propionate and 6 to 15 mMol% for butyrate) (Medeiros et al., 2015a,b). The lack of difference in the production of these acids probably occurred due to the similarity of the diets in relation to the forage/concentrate supply. In addition, the SCFA/pH ratio must be taken into account; because there was no difference in pH, the production of SCFA did not differ between treatments. On the other hand, there was a reduction in the production of BCFA, where isobutyric acid and isovaleric acid showed a decrease of 398 and 594 g/kg of inclusion, respectively, when compared with the total substitution of ground corn with the control (0 g/kg) level of *Parkia platycephala* pod meal; this may be due to the low EE intake.

The indicators of protein metabolism (total protein, urea and creatinine) did not differ among treatments, and the serum concentration was within the standards found in the literature (Kaneko et al., 1987). Likewise, the cholesterol levels did not differ with the use of *Parkia platycephala* pod meal. This metabolite is present in lipoproteins, where its plasma content varies as a function of milk production, indicating that the animal is mobilizing adipose tissue for milk synthesis (Kappel et al., 1984).

The serum glucose increased linearly with increasing *Parkia platycephala* pod meal. Possibly, this occurred due to the higher availability of easily degraded feed, mainly pectin (NFC) with high solubility without production of lactic acid in the ruminal environment; this is reflected by the normalization of the pH between the levels of *Parkia platycephala* pod meal (Schalch et al., 2001). When the body receives abundant quantities of rapidly degrading dietary carbohydrates with a large amount of NFC, such as *Parkia platycephala* pod meal, it temporarily and partially stores the glycogen in the form of glycogen from which it is progressively returned to the circulation (Kaneko, 1987).

The Ca:P ratio remained in the range of 1:1 to 2:1, described as a physiological and ideal serum proportion to meet the needs of growth, bone formation and maintenance of milk production (McDowell, 1992).

The average production of goats' milk (1.05 kg/animal/day) and milk production corrected to 4% fat (1.20 kg/animal/day) was compatible with the DM intake among the *Parkia platycephala* pod meal levels as well as their concentrations of fat, protein, lactose total solids, total nonfat solids, urea, casein and somatic cells. This finding is possibly due to the similarity of the diet composition (Table 2). These results are relevant considering that the reduction in the supply of maize to animals without reducing milk production possibly promotes a higher profitability for the rural producer, as *Parkia platycephala* pod meal is a fully available and low-cost resource and can strengthen the development of goat breeding in arid and semiarid regions.

The chemical composition of goats' milk showed average values of fat, protein, nonfat solids and lactose meeting the minimum requirements of Normative Instruction 37 for goat's milk (Brasil, 2000). The empirical knowledge reports that dairy animals ingesting *Parkia platycephala* milk acquire a characteristic odor and flavor. However, in this study, there was no verified alteration to the sensory attributes. This finding may be observed because of the similarity in the composition of the diet; this study thus provides new knowledge about an alternative feed for animals.

Thus, the use of *Parkia platycephala* (a low-cost alternative feed) can play an important role in feeding goats in arid and semiarid regions from the point of view of the nutrient intake and digestibility (factors inherent to *Parkia platycephala*), animal health (ruminal homeostasis), milk production and composition (inherent to the animal) in addition to the nutritional quality and acceptance of this milk (inherent in the human population). According to Sanz Sampalayo (2007), the nutritional quality of goat milk and its acceptability plays an important role in the fight against infant malnutrition and treatment of digestive dysfunctions, as the nutrients of goat milk have high digestibility in humans.

5. Conclusions

The use of *Parkia platycephala* pod meal is recommended for the total replacement of ground corn in the diets of lactating Anglo-Nubian goats. This indication comes from the maintenance of the intake, health, production and chemical composition of the milk in addition to the maintenance of the organoleptic characteristics and milk acceptability and the minimum requirements required by the Brazilian legislation for human consumption.

Conflict of interest

The authors have no conflicts of interest to declare.

6. References

Aerts, R. J., Barry, T. N., 1999. Polyphenols and agriculture: beneficial effects of proanthocyanidins in forages. Agric. Ecosyst. Environ. 75, 1–12.

Alves, A. A., Sales, R. O., Neiva, J. N. M., Medeiros, A. N., Braga, A. P., Azevedo. A. R., 2007. Degradabilidade ruminal in situ de vagens de faveira (*Parkia platycephala Benth*.) em diferentes tamanhos de partículas**.** Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 59, 1045–1051.

AOAC, 1990. Official Methods of Analysis, 12th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Arlington, VA, pp. 1117.

Batista, A. M., Mustafa, A. F., McKinnon, J. J., Kermasha, S., 2002. *In situ* ruminal and intestinal nutrient digestibilities of mesquite (*Prosopis juliflora*) pods. Anim. Feed Sci. Technol. 100, 107–112.

Berchielli, T. T., Pires, A. V., Oliveira, S. G., 2006. Nutrição de ruminantes. Jaboticabal: FUNEP, 583p.

Brasil 2003. *Métodos analíticos oficias físico-químicos para controle de leite e produtos lácteos*. Instrução Normativa no 22 publicada no DOU de 02/05/2003, Brasília, DF.

Bryanty, M. P., 2005. Nutritional requirements of the predominant rumen cellulolytic bacteria. Fed. Proc**.** 32, 1809–1973.

Butler, L. G., 1989. New perspectives on the antinutritional effects of tannins. In: Kinsella, J. E., Soucie, B. (Ed) Foods products. Champaign: American Oil Chemistry Society, 22, 402–409.

Carvalho, J. D., Nascimento, H. D., Nascimento, M., Ramos, G., 1981. Produção de vagens de faveira (*Parkia platycephala* Benth) em Teresina, PI. Teresina, Embrapa UEPAE de Teresina, 4p.

Casali, A. O., Detmann, E., Valadares Filho, S. C., Pereira, J. C., Henriques, L. T., Freitas, S. G., Paulino M. F. 2008. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos in situ R. Bras. Zootec. 37, 335-342.

Christie, W. W., 1982. A simple procedure for rapid transmethilation of glycerolipids and cholesterol esters. J. Lipid Res. 23, 1072–1075.

Coulon, J. B., Priolo, A., 2002. La qualité sensorielle des produits laitiers et de la viande dépend des fourrages consommés par les animaux. INRA Prod. Anim. 15, 333–342.

Faria, E. V., Yotsuyanagi, K., 2002. Técnicas de análise sensorial. Campinas: ITAL/LAFISE, 116 p.

Funston, R. N., Larson, D. M., Vonnahme, K. A., 2010. Effects of maternal nutrition on conceptus growth and offspring performance: implications for beef cattle production. J. Anim. Sci. 88, 205–215.

IFT - Institute of Food Tchnologists, 1981. Sensory evaluation guide for testing food and beverage products. Food Tecnhol. 3550–3557.

Kaneko, J. J., Harvey, J. W., Bruss, M. L., 2008. Clinical biochemistry of domestic animals. 6th edn. New York: Academic Press, 916 p.

Kappel, L. C., Ingraham, R. H., Morgan, E. G., Zeringue, L., Wilson, D., Babcock, D. K., 1984. Relationship between fertility and blood glucose and cholesterol concentration in Holstein cows. Am. J. Vet. Res. 45, 2607–2612.

Machado, F. A., Alves, A. A., da Silva Moura, J. W., Bezerra, A. M. E., 1999. Valor nutritivo da vagem de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) para ruminantes. Rev. Cient. Prod. Anim. 1, 39–43.

Magalhães, J. A., Fogaça, F. H. S., Costa, N. L., Santos, F. J. S., Araújo Neto, R. J., Vaz, M. A., Silva, E. M., 2014. Effect of addition of faveira (*Parkia platycephala*) on the chemical composition of elephant grass silage (*Pennisetum purpu*reum). Pubvet. 8, 1–17.

McDowell, L. R., 1992. Minerals in animal and human nutrition. San Diego: Academic, 524p.

Medeiros, F. F. de, Bezerra, L. R., Silva, A. M. de A., Carneiro, H., Morais, R. K. O. de, Moreira, M. N., Pereira Filho, J. M., 2015a. Greenhouse gases, short-chain fatty acids and ruminal pH in vitro of biodiesel byproducts to replace corn silage. Rev. Bras. Saúde Prod. Anim. 16, 935–947.

Medeiros, F. F., Silva, A. M. de A., Carneiro, H., Araújo, D. R. C., Morais, R. K. O., Moreira, M. N., Bezerra, L. R., 2015b. Alternative protein sources derived from the biodiesel production chain for feeding to ruminants. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 67, 519–526.

Mupangwa, J. F., Acamovic, T., Topps, J. H., Ngongoni, N. T., Hamudikuwanda, H., 2000. Content of soluble and bound condensed tannins of three tropical herbaceous forage legumes. Anim. Feed Sci.Technol. 83, 139–144.

NRC. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle, 7 ed. Washington, D.C.,v. 7, p. 381, 2001.

NRC. 2007 Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, Goats, Cervids and NewWorld Camelids. Washington, D.C., 384p. 2007.

Sanz Sampalayo, M. R., Chilliard, Y., Schmidely, P. H., Boza, J., 2007. Influence of type diet on the constituents of goat and sheep milk. Small Ruminant Res. 68, 42–63.

SAS Institute, 2003. SAS Systems for Windows, Version 9.1, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

Schalch, F. J., Schalch, E., Zanetti, M. A., Brisola, M. L., 2001. Substitution of the corn grain ground by citric pulp in the early weaning of dairy calves. Rev. Bras. Zootec. 30, 280–285.

Silva, L. R. F. da, Alves, A. A., Vasconcelos, V. R., Nascimento, H. T. S. do, Moreira Filho, M. A., 2012. Nutritive value of diets containing pods of faveira (*Parkia platycephala* Benth.) for confined finishing sheep. Rev. Bras. Zootec. 41, 1065–1069.

Sniffen, C. J., O'Connor, J. D., Van Soest, P. J., Fox, D. G., Russell, J. B., 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluation of cattle diets. II Carbohydrate and protein availability. J. Anim. Sci. 70, 3562–3577.

Terrill, T.H., Rowan, A.M., Douglas, G.B., Barry, T. N., 1992. Determination of extractable and bound condensed tannin concentration in forage plants, protein concentrate meals and cereal grains. J. Sci. Food Agric. 58, 321–329.

Tyrrell, H.F., Reid, J.T., 1965. Prediction of the energy value of cow's milk. J. Dairy Sci. 48, 1215-1223.

Van Soest, P. J., Robertson, J. B., Lewis, B. A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polyssacharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci.74, 3583–3597.

Yaowapaksophon, J., 2018. Performance and milk anti-oxidant property of dairy goats fed pomegranate seed pulp and soybean oil. J. Adv. Agric. Technol. 5, 109–116.

Table 1

Chemical composition of dietary ingredients

Chemical composition (g/kg DM)	Corn ground	Soybean meal	*Parkia platycephala* pod	*Panicum maximum* hay[1]
Dry matter (g/kg as fed)	897.2	888.5	848.3	891.7
Crude protein	86.1	484.5	111.0	93.4
Ether extract	50.9	24.2	19.0	32.4
Mineral matter	14.8	68.6	20.4	58.9
Neutral detergent fiber	123.5	139.2	159.3	761.0
Acid detergent fiber	35.5	107.8	126.2	470.2
Non-fiber carbohydrates	724.7	283.5	690.3	54.3
Total condensed tannins[2]	-	-	39.4	-
Soluble condensed tannins[2]	-	-	25.2	-
Total-bound condensed tannins[2]	-	-	14.2	-

[1]*cv.* Áries

[2]Equivalent to tannin from *Mimosa hostilis* Benth

Table 2

Chemical compositions of experimental diets containing *Parkia platycephala* pod meal as a replacement for ground corn in the lactating goat's diet

Variables	*Parkia platycephala* pod meal (g/kg of DM)			
	0	333	667	100
Ingredient (g/kg DM)				
Corn ground	385	256	128	0.00
Soybean meal	100	100	100	100
Parkia platycephala pod meal	0.00	128	256	385
Mineral mixture[1]	15.0	15.0	15.0	15.0
Panicum maximum hay	500	500	500	500
Chemical compositions (g/kg DM)				
Dry matter (g/kg as fed)	894	888	881	875
Crude protein	128	131	134	137
Neutral detergent fiber	441	446	451	455
Acid detergent fiber	259	271	282	294
Ether extract	38.2	34.1	30.0	25.9
Mineral matter	57.0	57.7	58.4	59.2
Non-fibrous carbohydrates	334	330	325	321

[a]Composition by kg: calcium 240 g; phosphorus 71 g; potassium 28.2 g; magnesium 20 g; sulphur 20 g; zinc 1.700 mg; copper 400 mg; iron 250 mg; manganese 1.350 mg; cobalt 30 mg; iodine 40 mg; selenium 15 mg; chromium 10 mg; fluorine 710 mg (max.); vitamin A 135 IU; vitamin D3 68 IU; vitamin E 450 IU; DM = dry matter

Table 3

Nutrient intake and digestibility in lactating goats fed with diets containing *Parkia platycephala* pod meal as a replacement for ground corn

Variable	*Parkia platycephala* pod meal (g/kg DM)				SEM	*P*-value[1]	
	0	333	667	100		L	Q
Body weight (kg)	44.4	43.8	44.4	44.3	2.05	-	-
Intake (g/day)							
Dry matter	1464	1435	1567	1424	109	0.97	0.61
DM (%BW/day)	3.39	3.37	3.55	3.20	0.24	0.72	0.49
DM ($g/kg^{0.75}/day$)	86.7	85.9	91.4	82.7	5.90	0.79	0.50
Ash	79.7	79.2	88.7	80.8	6.49	0.66	0.57
Ether extract	60.8	53.4	50.3	39.7	3.37	0.0004	0.64
Crude protein	201	201	223	207	15.2	0.54	0.60
NDF	596	590	665	604	49.1	0.65	0.57
ADF	343	354	412	393	30.4	0.13	0.62
NFC	527	511	541	493	36.6	0.66	0.67
TC	1123	1101	1206	1096	84.8	0.94	0.61
TDN	32.1	32.2	35.6	33.1	2.43	0.54	0.60
Digestibility (g/ 100g intake)							
Dry matter	655	641	631	650	0.95	0.58	0.10
Organic matter	749	747	742	776	0.66	0.02	0.01
Ether extract	876	854	828	877	1.67	0.72	0.05
Crude protein	753	719	723	734	0.89	0.17	0.02
NDF	479	437	418	411	1.29	0.001	0.19
ADF	376	313	292	307	1.57	0.005	0.02
NFC	864	882	904	940	1.04	0.0001	0.40
TDN	686	666	649	665	0.96	0.09	0.08

NDF = neutral detergent fiber; ADF = acid detergent fiber; TC = total carbohydrates; NFC = non-fiber carbohydrates; TDN = total digestible nutrients;

[1]Significant at $P < 0.05$ and were considered trends when $P < 0.10$; L = Linear effect; Q = Quadratic effect; SEM = Standard error mean.

Table 4

Ruminal fermentation and blood serum parameters in lactating goats fed with diets containing *Parkia platycephala* pod meal as a replacement for ground corn

Variables	*Parkia platycephala* pod (g/kg of DM)				SEM	*P*-value[1]	
	0	333	667	100		L	Q
pH	6.42	6.42	6.38	6.41	0.08	0.90	0.83
$N\text{-}NH_3$ (mg/dL)	8.94	9.63	9.96	11.18	0.93	0.08	0.78
Short-chain fatty acids (mMol/L)							
Acetic (A)	42.47	40.58	38.16	42.81	3.38	0.92	0.35
Propionic (P)	11.75	9.30	10.36	13.92	1.92	0.40	0.15
Butyric	5.91	6.19	7.93	6.92	1.08	0.35	0.56
Isobutyric	0.56	0.50	0.38	0.33	0.05	0.01	0.97
Valeric	0.39	0.38	0.42	0.63	0.06	0.02	0.12
Isovaleric	0.64	0.39	0.36	0.26	0.07	0.005	0.34
A:P ratio	3.79	4.52	3.73	3.18	0.45	0.22	0.18
BCFA[2]	1.21	0.90	0.75	0.59	0.12	0.005	0.54
Short-chain fatty acids (mMol%)							
Acetic	68.7	70.6	66.3	66.0	41.7	0.12	0.50
Propionic	18.5	16.3	18.3	21.4	9.75	0.24	0.20
Butyric	10.1	10.8	13.3	10.7	6.59	0.59	0.36
Isobutyric	0.92	0.88	0.69	0.53	8.05	0.01	0.55
Valeric	0.65	0.65	0.78	0.97	8.57	0.02	0.27
Isovaleric	1.10	0.70	0.65	0.42	4.67	0.01	0.61
BCFA[2]	1.21	0.90	0.75	0.59	0.12	0.005	0.54
Methane (mol%)[3]	29.9	31.6	30.1	28.1	21.8	0.29	0.20
Blood serum parameters							
Glucose (mg/dL)	43.8	43.8	45.91	47.4	0.79	0.002	0.36
Cholesterol (mg/dL)	81.8	82.6	75.7	76.8	3.95	0.24	0.98
Triglycerides (mg/dL)	80.9	82.4	85.0	83.3	2.21	0.32	0.47
Total Proteins (g/dL)	7.52	7.52	7.69	7.46	0.15	0.98	0.46
Urea (mg/dL)	38.7	40.1	38.3	43.0	2.13	0.25	0.45
Creatinine (mg/dL)	1.11	1.00	1.05	1.07	0.06	0.85	0.29
Calcium (mg/dL)	9.75	10.0	9.94	10.6	0.20	0.01	0.35
Phosphorus (mg/dL)	6.76	5.52	6.05	6.35	0.36	0.67	0.05

[1]Significant at $P < 0.05$ and were considered trends when $P < 0.10$; L = Linear effect; Q = Quadratic effect; SEM = Standard error mean;

[2]BCFA = branched chain fatty acids (Isobutiric + isovaleric);

[3]$CH_4 = (0.45 \times \text{acetic acid}) - (0.275 \times \text{propionic acid}) + (0.40 \times \text{butyric acid})$ (Moss et al., 2000)

Table 5

Milk production, composition and feed efficiency in lactating goats fed with diets containing *Parkia platycephala* pod meal as a replacement for ground corn

Variables	*Parkia platycephala* pod (g/kg of DM)				SEM	*P*-value[1]	
	0	333	667	100		L	Q
Milk production (g/day)	1013	1028	1142	1024	83.7	0.70	0.43
FCM at 4% (g/day)	1065	1023	1148	0996	83.1	0.83	0.52
TSCM (g/day)	1125	1090	1227	1082	80.2	0.98	0.54
Composition (%)							
Fat	4.45	4.07	4.04	3.93	0.25	0.19	0.60
Protein	3.62	3.61	3.63	3.78	0.14	0.44	0.59
Lactose	4.31	4.30	4.31	4.27	0.03	0.48	0.67
Total solids (TS)	13.3	12.9	12.8	12.9	0.35	0.48	0.52
Non-fat total solids	8.82	8.79	8.82	8.96	0.12	0.45	0.51
Urea (mg/dL)	20.0	19.6	16.5	21.8	1.97	0.80	0.17
Casein	3.04	3.08	2.95	3.16	0.14	0.74	0.54
SCC (Log cells/mL)[2]	6.44	5.88	6.67	7.56	0.30	0.20	0.31
Composition (g/day)	1013	1028	1142	1024	83.7	0.70	0.43
Fat	44.0	40.8	46.1	39.1	3.75	0.58	0.62
Protein	36.3	36.3	41.4	38.2	2.92	0.41	0.59
Lactose	43.74	44.4	49.4	44.4	3.91	0.69	0.48
Total solids	133	131	147	131	10.6	0.85	0.53
Non-fat total solids	89.1	89.8	101	91.6	7.385	0.58	0.51
Casein	28.6	29.6	30.9	30.2	2.921	0.65	0.77
Efficiency							
FCM 4%/DMI (kg/kg)	0.74	0.70	0.75	0.70	0.02	0.61	0.92
N milk/ N intake (g/g)	0.18	0.17	0.18	0.18	0.06	0.59	0.89

[1]Significant at $P < 0.05$ and were considered trend when $P < 0.10$; L = Linear effect; Q = Quadratic effect; SEM = Standard error mean;

[2]SCC = somatic cell count; FCM = fat corrected milk production; TSCM = total solids corrected milk production = dry matter intake; N = nitrogen.

Table 6

Sensory characteristics of the milk of lactating goats fed with diets containing *Parkia platycephala* pod as a replacement for ground corn

Attributes	*Parkia platycephala* pod meal (g/kg of DM)				SEM	*P*-value[1]
	0	333	667	100		
Acceptance test[2]						
Odor	6.27	5.87	5.73	5.87	0.25	0.87
Flavor	5.27	3.53	4.80	4.20	0.31	0.24
Sensory analysis[3]						
Goat's odor	2.87	2.43	2.26	2.00	0.19	0.50
Goat's flavor	5.47	6.00	4.60	5.53	0.28	0.31
Sweet flavor	3.00	4.27	3.60	3.67	0.28	0.63
Rancid flavor	4.53	4.13	4.40	4.40	0.30	0.94

[1]Significant at $P < 0.05$ according to the Kruskal-Wallis test;

[2]Scores according to hedonic scale ranging from 1 (I highly disagree) to 9 (I liked it very much).

[3]Scores according to scale ranging from 1 (extremely strong) to 9 (extremely weak).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, a inclusão da fava de bolota na dieta de ruminantes leiteiros, principalmente cabras em lactação, deverá ser voltadas para as melhorias da rentabilidade e sustentabilidade do setor caprino nordestino, através da substituição do milho, possivelmente diminuído o custo de produção do leite caprino.

Proponho uma análise econômica do uso da fava de bolota, devido a inconsistência nos preços do kg da faveira em diferentes regiões do país, observando assim a viabilidade do sistema caprino leiteiro.

ANEXO I

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CAMPUS PROFESSORA CINOBELINA ELVAS

ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA SIMPLIFICADA (ADQ

Nome: ______________________________ **Idade:** __________

Produto: ______________________________ **Data:** __________

Você irá receber 04 amostras codificadas com três dígitos para provar e deverá dar sua opinião usando a escala abaixo, para descrever sua ideia sobre o produto em análise. Tome um pouco de água antes da primeira amostra. Após provar a primeira amostra, coma um pedaço de biscoito fornecido e espere pela segunda amostra.

Odor Característico
9-extremamente forte
8-muito forte
7-moderadamente forte
6-levemente forte
5-indiferente
4-levemente fraco
3-moderadamente fraco
2-muito fraco
1-extremamente fraco

Cor Característica
9-extremamente amarelo
8-muito amarelo
7-moderadamente amarelo
6-levemente amarelo
5-indiferente
4-levemente branco
3-moderadamente branco
2-muito branco
1-extremamente branco

Amostras	**Odor Característico**	**Cor Característica**
________	________	________
________	________	________
________	________	________
________	________	________

Observações: ______________________________

Sabores característicos/ adocicado/ rançoso

9-extremamente forte
8-muito forte
7-moderadamente forte
6-levemente forte
5-indiferente
4-levemente fraco
3-moderadamente fraco
2-muito fraco
1-extremamente fraco

Amostras	**Sabor característico**	**Sabor adocicado**	**Sabor rançoso**
________	________	________	________
________	________	________	________
________	________	________	________
________	________	________	________

Observações: ______________________________

Muito Obrigado!

Figura 1. Modelo da ficha utilizada para Análise Descritiva Quantitativa (ADQ).

ANEXO II

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CAMPUS PROFESSORA CINOBELINA ELVAS

TESTE HEDÔNICO

Nome: ______________________________ **Idade:**__________

Produto:______________________________ **Data:**__________

Você deverá receber 04 amostras codificadas para provar e deverá dar sua opinião, usando a escala abaixo para descre-ver sua ideia a respeito do produto em análise. Tome um pouco de água antes da 1ª amostra.

Odor

9-gostei muitíssimo
8-gostei muito
7-gostei moderadamente
6- gostei levemente
5-indiferente
4-desgostei levemente
3-desgostei moderadamente
2-desgostei muito
1-desgostei muitíssimo

Amostras	Odor
______	______
______	______
______	______
______	______

Observações: ______________________________

Sabor

9-gostei muitíssimo
8-gostei muito
7-gostei moderadamente
6- gostei levemente
5-indiferente
4-desgostei levemente
3-desgostei moderadamente
2-desgostei muito
1-desgostei muitíssimo

Amostras	Odor
______	______
______	______
______	______
______	______

Observações: ______________________________

Muito Obrigada!

Figura 2- Modelo da ficha utilizada para Teste de Aceitação.