

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO-UFMA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS- CCAA
CURSO DE ZOOTECNIA
MONOGRAFIA DE CONCLUSÃO DE CURSO

ISABEL PEREIRA DA SILVA

**AVALIAÇÃO DE MODELOS MATEMÁTICOS NO ESTUDO DA CURVA
DE LACTAÇÃO EM CABRAS ALIMENTADAS COM SUBPRODUTO DO
BIODIESEL**

CHAPADINHA - MA

2019

ISABEL PEREIRA DA SILVA

**AVALIAÇÃO DE MODELOS MATEMÁTICOS NO ESTUDO DA CURVA DE
LACTAÇÃO EM CABRAS ALIMENTADAS COM SUBPRODUTO DO BIODIESEL**

Trabalho apresentado ao Curso de Zootecnia da
Universidade Federal do Maranhão como
requisito indispensável para a obtenção do grau de
Bacharel em Zootecnia.

Aluna: Isabel Pereira da Silva

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo

CHAPADINHA - MA

2019

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

Pereira da Silva, Isabel.

Avaliação de modelos matemáticos no estudo da curva de lactação em cabras alimentadas com subproduto do biodiesel / Isabel Pereira da Silva. - 2019.
35 f.

Orientador(a): Ricardo Alves de Araújo.
Monografia (Graduação) - Curso de Zootecnia,
Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, 2019.

1. Anglo nubiana. 2. Nelder. 3. Produção. 4.
Saanen. 5. Wood. I. Alves de Araújo, Ricardo. II.
Título.

ISABEL PEREIRA DA SILVA

**AVALIAÇÃO DE MODELOS MATEMÁTICOS NO ESTUDO DA CURVA DE
LACTAÇÃO EM CABRAS ALIMENTADAS COM SUBPRODUTO DO BIODIESEL**

Trabalho apresentado ao Curso de Zootecnia da
Universidade Federal do Maranhão como
requisito indispensável para a obtenção do grau de
Bacharel em Zootecnia.

Aprovado em: ___/___/_____

BANCA EXAMINADORA:

Professor Dr. Ricardo Alves de Araújo

Universidade Federal do Maranhão (Orientador)

MSc. Ivone Rodrigues Silva

Universidade Federal do Piauí (Avaliadora externa)

MSc. Giovanne Oliveira Costa Sousa

Universidade Federal do Maranhão (Avaliador interno)

*Aos Meus pais e irmã,
Dedico*

AGRADECIMENTOS

A Jeová Deus por estar sempre do meu lado me abençoando e protegendo, nos momentos bons e ruins da minha vida.

Ao Orientador Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo, pela orientação e confiança na realização desse trabalho.

A meus pais Domingos Alvares Vieira da Silva e Maria do Rosário Pereira da Silva, minha irmã Isamara Pereira da Silva e minha querida avó Maria Pereira da Silva por estarem me apoiando e me ajudando em todos os momentos.

As minhas primas Aldeyse Silva Vieira, Aldenise Silva Vieira e Aldenys Silva Vieira pelo apoio e incentivo.

A minha amiga Juliany Mendes, por estar comigo em todos os momentos e me apoiando.

A minha amiga Thamires Silva, por toda ajuda e apoio.

A minha amiga Madalena Silva, pela amizade e parceria.

A todos os meus professores, em especial aos professores Jeferson Siqueira, Henrique Parente, Alécio Matos, Rosane Rodrigues, Michelle Parente, Zinaldo Firmino, Edison Fernandes e Marcos Bomfim, que me proporcionaram muitos conhecimentos e conselhos.

Aos meus amigos Gleydson, Sara Danny e todos os outros amigos por me apoiar e torcer pela minha conquista.

Muito obrigada.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Composição química dos ingredientes das dietas experimentais..... 18
- Tabela 2** – Proporção dos ingredientes e composição química das dietas..... 18
- Tabela 3** – Parâmetros das curvas de lactação estimadas pelo Modelo de Nelder para cabras leiteiras alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja..... 21
- Tabela 4** – Parâmetros das curvas de lactação estimadas pelo Modelo de Wood para cabras leiteiras alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja..... 23

LISTAS DE FIGURAS

- Figura 1** – Curvas de lactação estimadas pelo Modelo de Nelder para cabras Anglo-nubiana (A) e Saanen (B) alimentadas com dietas contendo farelo de soja (FS); Anglo-nubiana (C) e Saanen (D) alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por hidróxido de Cálcio [TMD Ca(OH)_2]; Anglo-nubiana (E) e Saanen (F) alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio [TMD NaOH]..... 22
- Figura 2** – Curvas de lactação estimadas pelo Modelo de Wood para cabras Anglo-nubiana (A) e Saanen (B) alimentadas com dietas contendo farelo de soja (FS); Anglo-nubiana (C) e Saanen (D) alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por hidróxido de Cálcio [TMD Ca(OH)_2]; Anglo-nubiana (E) e Saanen (F) alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio [TMD NaOH]..... 24

SUMÁRIO

RESUMO.....	6
ABSTRACT	7
1 INTRODUÇÃO	8
2 OBJETIVOS	10
2.1 Objetivo geral	10
2.2 Objetivos específicos	10
3 REVISÃO DE LITERATURA	11
3.1 Cabras leiteiras.....	11
3.2 Subprodutos do biodiesel em dietas de cabras leiteiras	13
3.3 Curvas de lactação	15
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	17
4.1 Localização do experimento	17
4.2 Animais e manejo	17
4.3 Modelos matemáticos	19
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
6 CONCLUSÃO	25
7 REFERÊNCIAS	26

RESUMO

Objetivou-se avaliar dois modelos matemáticos (Nelder e Wood) sobre as curvas de lactação de cabras lactantes alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada (TMD) por soluções alcalinas em regime de confinamento durante 150 dias de lactação. Foram utilizadas vinte e quatro cabras das raças Saanen e Anglo Nubiana, de primeira lactação, com idade aproximada de 17 meses, peso corporal de $43 \pm 2,97$ kg. Os tratamentos consistiram de três dietas, uma à base de farelo de soja (FS), e outras duas com TMD com hidróxido de cálcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) e de hidróxido de sódio (NaOH). Pelo modelo Nelder observou-se que as cabras Anglo Nubianas que consumiram as dietas FS e TMD $\text{Ca}(\text{OH})_2$ demoraram mais tempo para chegarem ao pico de produção (46,90 dias), seguidas pelas cabras Saanen que consumiram as mesmas dietas (45,50 dias). A inclinação da curva das cabras Anglo Nubianas alimentadas com TMD NaOH foi maior que as demais e a menor inclinação foi observada para as cabras Saanen alimentadas com FS. Por outro lado, pelo modelo de Wood observou-se as cabras Saanen alimentadas com dieta a base de FS tiveram maior acréscimo até o pico de lactação. As cabras Anglo Nubianas alimentadas com a dieta FS chegaram mais cedo ao pico de lactação (54,6 dias), já as cabras Saanen alimentadas com ambas as TMD demoraram mais tempo para chegarem ao pico de produção (56,7 dias). Os modelos mostraram-se satisfatoriamente ao ajuste das curvas de lactação das cabras alimentadas com a torta de mamonas destoxificada.

Palavras-chave: Anglo nubiana, Nelder, Produção, Saanen, Wood.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate two mathematical models (Nelder and Wood) on lactation curves of lactating goats fed diets containing detoxified castor bean cake (TMD) by confinement regime during 150 days of lactation. Twenty-four first lactating Saanen and Anglo Nubiana goats, approximately 17 month old, with a body weight of $43 \pm 2,97$ kg were used. The treatments consisted of three diets, one based on soybean meal (FS), and another two diets with calcium hydroxide (Ca (OH)_2) and sodium hydroxide (NaOH). From the Nelder model it was observed that Anglo Nubian goats that consumed the diets FS and TMD Ca (OH)_2 took longer to reach the peak of Production (46,90 days), followed by Saanen goats that consumed the same diets (45,50 days). The slope of the curve of TMD NaOH fed Anglo Nubian goats was higher than the others and the lowest slope was observed for FS fed Saanen goats. On the other hand, according to Woods model, it was observed that Saanen goats fed a diet based on FS had a higher increase until the lactation peak. Anglo Nubian goats fed the FS diet reached early lactation peak (54,6 days), while Saanen goats fed both TMD took longer to reach peak Production (56,7 days). The models were satisfactory to adjust the lactation curves of the goats fed with the detoxified castor cake.

Keywords: Anglo Nubian, Nelder, Production, Saanen, Wood.

1 INTRODUÇÃO

A caprinocultura é uma atividade difundida em todo território nacional, mas com maior concentração no semiárido brasileiro. A rusticidade dos caprinos frente às adversidades climáticas é secular, pelo processo de adaptação, seleção natural e também por influência do homem. No Brasil cerca de 90% do rebanho caprino está localizado na região nordeste que abriga 92,5% da área semiárida do país (IBGE, 2016).

A caprinocultura possui um grande potencial para ampliação de carne, leite e de seus derivados, além de incremento na participação do setor industrial no segmento de calçados e vestuários que valorizam produtos regionalizados, com matéria prima oriundas da pele dos animais. Todos esses produtos podem ser disponibilizados de forma a suprir as demandas do mercado interno e, dependendo do grau de organização da produção, gerar excedentes exportáveis para mercados mais exigentes em padronização dos produtos disponíveis nas prateleiras dos supermercados (LUCERA *et al.*, 2018).

Tendo em vista o cenário nacional do mercado de leite caprino, é fundamental que os produtores primem pela qualidade, controlando o volume produzido e a composição do leite aperfeiçoando a higiene durante a ordenha e a saúde do rebanho (WANDER; MARTINS, 2008).

No Brasil, a produção de derivados de leite de cabra não é muito grande e o maior consumo ainda está associado às crianças com a alergia ao leite de vaca, por isso sua produção se torna importante no mercado, além disso o leite de cabra apresenta pontos positivos em sua composição, como teor de gordura e melhor digestibilidade.

A produção e a qualidade do leite de cabra estão diretamente relacionadas ao tipo e à qualidade da dieta dos animais, à raça, ao período de lactação, ao clima e à ação combinada destes fatores nas condições ambientais. O comportamento produtivo ao longo da lactação possibilita o estabelecimento de estratégias de manejo nutricional, a fim de se maximizar a produção e a qualidade do leite, permitindo a avaliação de fatores genéticos e ambientais sobre as características de produção, que incluem: persistência de lactação, tempo para atingir o pico de produção, duração do pico e produção máxima.

O conhecimento da curva de lactação é necessário para determinar o manejo nutricional e reprodutivo de animais em lactação, por estimação da produção total por

lactação, do pico de produção e da persistência de lactação. Diante deste contexto, é importante estabelecer parâmetros das curvas de lactação que melhor se ajustem à produção de leite em caprinos leiteiros, observando as diferenças entre raças e rebanhos, bem como os efeitos do ambiente nesses parâmetros (McMANUS, 2003).

Para Oliveira *et al.* (2007), as curvas de lactação devem ser estudadas mediante o uso de modelos matemáticos, objetivando o estabelecimento de estratégias capazes de aperfeiçoar a seleção e buscar genótipos que sejam mais eficientes e lucrativos ao produtor. Para os estudos de curvas de lactação os métodos lineares e não lineares de ajuste têm sido utilizados, principalmente em registros de produção em bovinos leiteiros.

A finalidade dos modelos é prever a produção de leite das cabras em qualquer dia da lactação com o mínimo de erro possível, também podem ser usados para determinação de estratégias de acasalamento tanto para cabras quanto para vacas, além de prever futuras produções (GUIMARÃES *at. al.*, 2006).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Comparar modelos matemáticos para o ajuste da curva de lactação em cabras leiteiras alimentadas com subprodutos do biodiesel.

2.2 Objetivos específicos

Analisar o modelo matemático Nelder de duas raças leiteiras (Saanen e Anglo Nubiana) alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por NaOH e torta de mamona destoxificada por Ca(OH)_2 ;

Analisar o modelo matemático Wood de duas raças leiteiras (Saanen e Anglo Nubiana) alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por NaOH e torta de mamona destoxificada por Ca(OH)_2 .

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Cabras leiteiras

A produção de leite, nos últimos anos, tem aumentado gradualmente e o Brasil passou de importador para exportador de leite e produtos lácteos. Contudo, quando comparado a outros países o consumo de leite *in natura* e derivados no Brasil é baixo. Isso indica que existe um potencial para o crescimento do consumo interno para estes alimentos de excelente qualidade nutricional (FERREIRA, 2009).

O leite de cabra é similar ao leite de vaca em sua composição básica, mas difere deste em algumas formas e concentrações de nutrientes, tais como: apresenta melhor digestibilidade, maior capacidade tamponante e valores terapêuticos na pediatria, na gastroenterologia e na nutrição humana. Uma principal diferença seria o menor tamanho das partículas gordurosas do leite de cabra, promovendo uma maior área de superfície para degradação enzimática, facilitando a digestão (EL-AGAMY, 2007).

Quanto às raças são introduzidas em uma determinada região, muita atenção deve ser dada as variáveis ambientais tais como temperatura do ar, umidade relativa e radiação solar, pois estes podem provocar alterações nos parâmetros fisiológicos (SILVA *et al.*, 2010). No caso da produção de leite, algumas cabras tem se destacando, como a Saanen e a Anglo nubiana.

Com o crescimento no número de fazendas voltadas para a produção de leite de cabra e do potencial leiteiro destes animais, começa a existir maior necessidade do entendimento das exigências nutricionais de caprinos. No Brasil os sistemas de avaliação de alimentos para caprinos são adotados de outros países e muitas vezes estes foram extrapolados de outras espécies. Por esta razão nem sempre os sistemas condizem com o desempenho observado. Uma vez que estas exigências são influenciadas por vários fatores, tais como condições ambientais, nível nutricional, raça, espécies entre outros (RESENDE *et al.*, 2008).

Nos últimos anos a introdução de raças exóticas de caprinos no semiárido do Nordeste tem sido observada. A principal justificativa para essas importações é a busca de melhoria da produtividade, já que raças mais especializadas são apresentadas como

alternativa viável para contornar o problema do baixo desempenho dos atuais rebanhos nativos no semiárido do Nordeste (SANTOS *et al.*, 2005).

A raça leiteira mais difundida no mundo é originária do Vale de Saanen, na Suíça, e apresenta um crescimento bastante significativo no Brasil. A Saanen é apontada como a raça caprina com maior produção de leite e possui relatos de pesquisadores com produções excepcionais, como os 3084 kg em 305 dias, alcançados por uma cabra, na Austrália (GONÇALVES *et al.*, 2008).

A Saanen é a raça mais difundida no Brasil dentre as raças especializadas para a produção de leite. Assim, a Saanen é a raça com maior número de informações dentro do Programa de Melhoramento Genético de Caprinos Leiteiros, conduzido pela Embrapa Caprinos e Ovinos e parceiros (FACÓ *et al.*, 2011). A raça Saanen possui pelagem uniformemente branca, ou levemente creme, pelos curtos, finos, podendo ser um pouco mais longos na linha dorso-lombar e nas partes baixas do corpo. Suas orelhas são pequenas ou médias e ligeiramente voltadas para cima, podem ou não ter presença de chifres e barba (FONSECA, 2014).

A Saanen é considerada uma das melhores produtoras de leite, sendo a sua produção leiteira média na França de 800 kg em 270 dias, com um teor proteico de 3.13% e um teor butiroso de 3,53% (PIACERE & DOUGUET, 2007). Já em 2012, nos resultados do controle leiteiro na França essa raça obteve em média uma produção leiteira de 996 kg em 313 dias (DOUGUET, 2012).

A raça Anglo nubiana tem sido a mais usada pelos produtores, especialmente para a produção de leite na porção leste da região Nordeste (FREITAS *et al.*, 2004). Por outro lado, a introdução de raças exóticas pode causar a descaracterização dos rebanhos nativos, levando a extinção destes como grupo genético, razão pela qual se faz necessário controle sobre a introdução de novas raças, bem como do seu manejo genético no país.

A anglo nubiana foi introduzida na região Nordeste do Brasil a partir do século XIX, apresentada como raça exótica com potencial para melhoria dos índices de produção dos rebanhos da região. Hoje a raça pode ser considerada como adaptada no país. São animais que apresentam grande porte e pelagem com cores variadas, portanto, uma indicação de presença de variabilidade. É divulgada como raça de dupla aptidão (produção de carne e leite), sendo que segundo UNEB (2012) apresenta bom potencial para a produção de carne.

Além disso, apresenta adaptabilidade a regiões semiáridas, por ter na sua formação a presença de raça originária de país de clima quente (SILVA *et al.*, 2006).

O estado do Piauí, como os demais do Nordeste, apresenta um número significativo de caprinos da raça Anglo nubiana, porém, em maior quantidade na forma de mestiços, razão pela qual já assume importância socioeconômica para o estado, ao participar complementando a renda familiar no campo. Diante desse contexto, a caracterização genética da raça no Estado seria essencial para planos de melhoramento genético regional, além da utilização para fim comercial (SIDER & ZAROS, 2008). São animais de grande porte apresentando peso médio de 90 kg nos machos e 70 kg nas fêmeas, porém podendo alcançar até 120 kg (OLIVEIRA, 2006), se criados em manejo intensivo.

A raça anglo nubiana apresenta pelos curtos de espessura regular, mas nos machos pode se apresentar mais espessos ao longo da linha dorsal. A pelagem é variada predominando as cores escuras, mas frequentemente a malhada ou tartaruga. Os cascos são escuros em combinação com a cor da pelagem. A pele é frouxa e a mucosa escura (OLIVEIRA, 2006). Geralmente, à medida que se avança no número de lactação, a tendência é para um aumento na produção de leite até certa idade (atingindo a sua produção máxima), começando a partir daí a decrescer (IRANO *et al.*, 2012).

3.2 Subprodutos do biodiesel em dietas de cabras leiteiras

A crescente demanda pelo uso mais racional e sustentável dos alimentos tem aumentado o número de pesquisas em busca de ingredientes alternativos para a alimentação animal como forma de evitar competição com a alimentação humana (MARTINS *et al.*, 2003; NUNES *et al.*, 2010; POMPEU *et al.*, 2012).

A viabilização econômica e ambiental do uso do biodiesel em substituição gradual ao diesel de petróleo depende, dentre outros fatores, do aproveitamento dos coprodutos gerados na sua cadeia produtiva. Os principais coprodutos são obtidos após a extração do óleo de sementes oleaginosas (tortas e farelos) e após o processo de conversão de triglicerídeos em biodiesel por meio de transesterificação (glicerina bruta), os quais em conjunto, representam mais de 50% da massa inicial de sementes utilizada na cadeia agroindustrial. Assim, faz-se necessário desenvolver formas de utilização destes produtos a

fim de agregar renda à cadeia produtiva do biodiesel e minimizar impactos ambientais (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

A utilização na alimentação animal apresenta-se como uma das opções para o aproveitamento econômico e em larga escala desses coprodutos, notadamente para animais ruminantes. A busca por alimentos alternativos e de baixo valor comercial, como os coprodutos da cadeia do biodiesel, representa uma forma de minimizar os gastos com alimentação animal, que representa um dos principais componentes do custo de produção, podendo oscilar entre 30 a 70% dos custos, dependendo da atividade e tipo de exploração (CÂNDIDO *et al.*, 2008; MIOTTO *et al.*, 2009; FERREIRA *et al.*, 2009; REGO *et al.*, 2010). A mamona é uma oleaginosa com grande potencial de produto do biodiesel, sendo que o óleo da mamona é extraído e utilizado na produção do biodiesel e seu resíduo o farelo ou torta da mamona, tem grande potencial nutritivo.

De acordo com Rostangno (2011), o farelo de mamona tem em média, na matéria natural, 39,2% de proteína bruta, 1,55% de extrato etéreo, 18,5% de fibra bruta, 0,62% de cálcio, 0,20% de fósforo disponível, 0,01% de sódio, 0,78% de lisina, 0,61% de metionina, 0,58% de triptofano, 1,13% de treonina, 3,21% de arginina, 1,78% de valina, 1,75% de isoleucina, 2,68% de leucina, 1,35% de fenilalanina. A mamoneira é uma oleaginosa estratégica econômica e socialmente para regiões áridas e semiáridas, apresentando tolerância à seca, com exigência de precipitação pluvial mínima de 400 a 500 mm.

O óleo extraído da sua semente tem diversas aplicações industriais e geram-se como subprodutos a casca, o farelo e a torta de mamona, com rendimento de 50% de óleo e 50% de subproduto (BOMFIM, 2009). A principal utilização da torta de mamona é como adubo orgânico, porém seu uso como ingrediente em rações lhe permitiria obter um importante valor agregado (ABDALLA *et al.*, 2008).

A limitação para uso da torta de mamona na alimentação animal é decorrente da presença da ricina na semente de mamona, glicoproteína tóxica constituída de duas subunidades A (36 KDa) e B (29 KDa), ligadas por pontes dissulfídicas. A ingestão da semente de mamona pode causar intoxicação em ovinos (ASLANI, 2007). Para avaliação da resposta ao consumo de certo alimento, o desempenho animal pode ser utilizado, variável que é influenciada pelo consumo voluntário de matéria seca. Consumo e

desempenho precisam ser avaliados em dietas baseadas em alimentos alternativos, visando subsidiar a utilização desses subprodutos na terminação de ovinos.

No que se refere ao comportamento ingestivo de animais, é importante determinar se a ingestão de alimentos contendo algum fator antinutricional pode interferir nas suas atividades comportamentais. Além disso, possibilita ajustar o manejo alimentar para obtenção de melhor desempenho produtivo (FIGUEIREDO, 2013). Com o grande crescimento na produção de grãos no Brasil, tornam-se disponíveis os subprodutos que não são utilizados para a alimentação humana, mas que possuem qualidade para a introdução na dieta de animais.

Esses subprodutos geralmente têm menor valor comercial (MENDES *et al.*, 2005), todavia, para sua utilização segura, são necessários estudos para análise da viabilidade e quantificação da resposta animal em termos produtivos econômicos (CUNHA *et al.*, 2008).

Segundo Bandeira *et al.*, (2004), ainda é um grande desafio para pesquisadores da área de nutrição animal um processo de destoxificação com viabilidade econômica. Tem havido esforço significativo de grupos de pesquisa no Brasil, entre eles, a Embrapa Caprinos e ovinos, a Universidade Federal do Ceará e a Universidade Federal de Viçosa, na destoxificação da torta e do farelo de mamona e na avaliação desse subproduto em dietas para pequenos ruminantes.

3.3 Curvas de lactação

Curvas de lactação representam a relação entre produção de leite e o tempo após o parto. O conhecimento do comportamento da curva de lactação é de suma importância para facilitar o manejo nutricional de animais em lactação, pois possibilita a estimativa da produção total de leite, do pico de produção e da persistência de produção. (MACEDO *et al.*, 2001).

As curvas de lactação e os parâmetros calculados a partir delas tais como produção inicial, pico e persistência da lactação vêm sendo utilizados há muito tempo para auxiliar o manejo de fazendas leiteiras de diversas espécies. Devido a isto, estudos foram conduzidos para identificar modelos matemáticos visando descrever a curva de lactação em bovinos (COBUCIET *et al.*, 2000; GONÇALVES, 2002; GLÓRIA, 2010; CANKAYA *et al.*, 2011), e caprinos (MCMANUS, 2003 e GUIMARÃES, *et al.*, 2006). Para Oliveira *et al.*

(2007), as curvas de lactação devem ser estudadas mediante o uso de modelos matemáticos, objetivando o estabelecimento de estratégias capazes de aperfeiçoar a seleção e buscar genótipos que sejam mais eficientes e lucrativos ao produtor.

Para os estudos de curvas de lactação os métodos lineares e não lineares de ajuste têm sido utilizados, principalmente em registros de produção em bovinos leiteiros. A seleção de animais objetivando alteração no formato da curva de lactação é facilitada devido à persistência na lactação ser uma característica genética de herdabilidade moderada e de baixa correlação com a produção leiteira até 305 dias (COBUCCI *et al.*, 2004). GUIMARÃES *et al.*, (2006), ao analisar a curva de lactação de caprinos observaram a existência de correlação negativa entre o pico e a persistência na lactação, concluindo que animais que apresentam maior persistência tendem a expressar pico de lactação menos acentuado. Os modelos matemáticos empíricos de curvas de lactação são funções regulares $y = f(t)$, definidos para valores positivos da produção de leite por dia (y) e do tempo decorrido pós-parto (t) (PONTE, 2009).

Os modelos empíricos têm sido utilizados para simulação da lactação e para previsões de futuras produções, tornando-se fundamental analisar quais modelos permite melhor capacidade de ajustamento às curvas de lactação. A modelagem empírica descreve as respostas de forma quantitativa sem levar em consideração os processos biológicos no resultado observado (DIAS, 2011).

Segundo Ferreira (2013), O modelo de Wood, também caracterizado como intrinsecamente linear, é bastante utilizado em estudos de lactação. Porém as superestimções da produção de leite tanto no início como no final da lactação, e a subestimção no meio da lactação, são citados como as maiores dificuldades para realização de ajuste. O modelo de Wood, com apenas três parâmetros, permitem previsões da produção máxima, do tempo para obter essa produção e da persistência da lactação, sendo, desta forma um modelo utilizado na maioria dos estudos desta natureza.

Segundo Guimarães *et al.* (2006), em um trabalho contendo funções matemáticas em caprinos mostrou-se que o modelo Nelder (1966) apresentou um melhor ajuste para a curva de lactação dos animais. Houve diferenças entre os parâmetros do modelo escolhido para as diferentes lactações e raças; mesmo assim, considerou-se na análise uma única equação para facilitar o estudo.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização do experimento

Os dados utilizados neste estudo são provenientes do rebanho do setor do Centro Tecnológico de Produção de Leite de Cabra da Embrapa Caprinos e Ovinos (3°44'57,42" sul e 40°20'43,50" oeste) localizado na cidade de Sobral-CE, Brasil, no período compreendido entre setembro de 2015 a junho de 2016. Todos os procedimentos envolvendo animais foram realizados de acordo com os regulamentos da Comissão de Ética no Uso de Animais da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa com Caprinos, protocolo N°005/2015.

4.2 Animais e manejo

Foram utilizados 24 animais, sendo 12 da raça Saanen e 12 da raça Anglo nubiana, de primeira lactação com idade aproximada de 17 meses e peso de $43 \pm 2,97$ kg. Essas cabras foram alimentados com três dietas, a primeira foi formulada com milho e farelo de soja (FS) e as demais foram formuladas com torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio (TMD $\text{Ca}(\text{OH})_2$) e outra composta por torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio (TMD NaOH), ambas em total substituição ao farelo de soja. Como volumoso foi utilizado o feno de capim-tifton 85, triturado em partícula de aproximadamente 4 cm. As dietas experimentais foram formuladas de acordo com as exigências de cabras com peso corporal de 45 kg e produção diária de 1,5 litros de leite, com base nas recomendações do NRC (2007), sendo isoproteicas e isoenergéticas. A composição química dos ingredientes encontra-se na Tabela 1 e a proporção dos ingredientes e sua composição química com base na relação volumoso:concentrado encontram-se na Tabela 2.

Tabela 1. Composição química dos ingredientes das dietas experimentais.

Nutriente (g/kg de matéria seca)	Ingredientes				
	Feno	Milho	FS ^a	TMD ^b	TMD ^c
Matéria seca (g/kg de matéria fresca)	872,50	889,20	870,20	904,20	904,80
Matéria orgânica	911,30	965,90	956,90	867,70	855,60
Matéria mineral ^d	88,70	34,10	43,10	132,30	144,40
Proteína bruta	104,10	79,50	443,30	315,40	309,00
Proteína insolúvel em detergente neutro	26,98	30,23	131,75	100,27	102,74
Proteína insolúvel em detergente ácido	12,26	20,92	40,03	48,79	49,35
Extrato etéreo	14,50	36,80	28,80	52,10	47,50
Carboidratos totais	792,80	845,70	484,70	500,10	492,60
Carboidratos não fibrosos	277,80	722,40	320,80	103,90	132,40
Fibra em detergente neutro	722,70	184,60	217,80	483,40	443,50
FDN corrigido para cinzas e proteína	514,90	123,20	163,80	396,10	360,10
Fibra em detergente ácido	472,20	69,00	117,90	379,20	388,70
Hemicelulose	248,40	115,50	99,80	104,10	54,70
Celulose	413,60	60,20	105,60	328,50	342,60
Ligninas	60,60	8,80	12,20	50,70	46,10
Nutrientes digestíveis totais	546,80	848,00	822,50	620,50	627,90

^a Farelo de soja. ^b Torta de mamona destoxificada por Ca(OH)₂. ^c Torta de mamona destoxificada por NaOH. ^d TMD Ca(OH)₂: 0,9 g de Na/kg MS e 2,25 g de Ca/kg MS, TMD NaOH: 29,2 g de Na/kg de MS e 0,63 g de Ca/kg de MS.

Tabela 2. Proporção dos ingredientes e composição química das dietas.

Ingrediente (g/kg MS)	Dietas		
	Dieta padrão (FS)	TMD Ca(OH) ₂	TMD NaOH
	Proporção dos ingredientes		
Feno de Capim-tifton 85	525,40	485,80	474,30
Milho moído	414,20	424,60	437,40
Farelo de soja	58,70	-----	-----
Torta de mamona destoxificada	-----	89,60	85,70
Calcário	1,70	-----	2,6
Premix mineral ^a	<i>Ad libitum</i>	<i>Ad libitum</i>	<i>Ad libitum</i>
Nutriente (g/kg MS)	Composição química		
Matéria seca (g/kg de matéria fresca)	883,03	890,84	885,76
Matéria orgânica	939,17	933,06	930,90
Matéria mineral	62,49	66,94	71,43
Proteína bruta	113,94	110,13	112,12
Extrato etéreo	26,46	29,22	29,82
Carboidratos totais	759,80	766,30	756,60
Carboidratos não fibrosos	471,80	468,70	477,40
Fibra em detergente neutro	416,78	424,98	404,54

^aComposição (nutrientes/kg de suplemento): Cálcio = 218 g; Fósforo = 71 g; Enxofre = 20 g; Magnésio = 20 mg; Potássio = 28,20 mg; Cobalto = 30 mg; Selênio = 15,30 mg; Zinco = 1700 mg;

Flúor = 710 mg; Vitamina A = 135.000 UI/kg; Vitamina D3 = 68.000 UI/kg; Vitamina E = 450 UI/ kg.

Para mensuração da produção de leite, as cabras foram ordenhadas duas vezes ao dia (7:30 e 14:30 horas) e tiveram a produção registrada diariamente durante cento e cinquenta dias de coleta, usando balança eletrônica e vasilhame de aço inoxidável com medição precisa para 2 litros. Antes de cada ordenha, durante todo período experimental, os tetos das cabras eram higienizados com solução pré-dipping e secos com papel toalha, e ao final da ordenha era realizada outra limpeza com solução pós-dipping como proteção e prevenção de mastite.

4.3 Modelos matemáticos

Nos estudos dos modelos de ajuste da curva, “Y” representa a produção de leite; “a”, “b” e “c” são os parâmetros a serem estimados; e “t” é o período de tempo após o parto (em semanas) em que será medida a produção de leite. Embora os símbolos usados para representar os parâmetros das diferentes funções sejam os mesmos, eles não têm necessariamente a mesma interpretação ou significado. Os parâmetros foram estimados utilizando os modelos de Nelder (1966) $Y = t/a + bt + ct^2$ e Wood (1967) $Y = an^b e^{-cn}$.

No modelo de Nelder (1966), “Y” significa a produção de leite em kg no tempo “t”(em semanas), e o parâmetro “a” significa taxa de crescimento da curva até o pico de produção, “b” significa inclinação média da curva de lactação e “c” significa inclinação na fase de declínio.

No modelo de Wood (1967), “Y” significa a produção de leite em kg, “a” é a produção diária no início da lactação, “b” é a inclinação da fase ascendente até o pico de produção, “c” é a inclinação da fase descendente após o pico de produção e ‘e’ é exponencial.

O ajuste das curvas de lactação médias do rebanho foi realizado de forma individual, os quais foram estimados para estimar os parâmetros das regressões lineares e não-lineares pelo procedimento NLIN, usando o método modificado de Gauss-Newton (SAS, 2002). Este método, por ser iterativo, necessita de valores iniciais para iniciar o processo de minimização da soma de quadrados do erro. Dessa forma foram utilizados

chutes iniciais, até que se atingisse um intervalo suficiente para que o programa efetuasse o cálculo.

Os modelos foram também comparados por meio do coeficiente de determinação corrigido para o número de parâmetros do modelo. A razão de utilizar o coeficiente corrigido se deve ao fato de que, quanto maior o número de parâmetros do modelo, menor o grau de liberdade do resíduo e, em consequência, há aumento da soma de quadrados do modelo de regressão. Draper & Smith (1981) propõem a seguinte fórmula:

$$R^2_{ajust} = \frac{(n-1)R^2 - p}{n - p - 1}$$

em que:

R^2_{ajust} = coeficiente de determinação ajustado; p = número de parâmetros do modelo;

n = número de observações; e

R^2 = coeficiente de determinação.

Os modelos foram escolhidos baseando-se nos valores de QMR e DMA. Também foi utilizado o gráfico de distribuição de resíduo conjuntamente. Aquele que apresentou os melhores valores e conseguiu caracterizar bem a curva de lactação do rebanho foi usado no teste para verificar a igualdade de parâmetros e a identidade de modelos de regressão não-linear (REGAZZI, 2003). A partir dos parâmetros do modelo foram analisados o tempo para atingir o pico (TP) e produção de leite no pico (PP). Para a estimativa do TP utilizou-se a fórmula: $TP = \sqrt{a/c}$, e o PP pela equação: $1/2\sqrt{ac + b}$.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o ajuste das curvas de lactação pelo modelo de Nelder (Tabela 3) observou-se que a inclinação da curva das cabras Anglo Nubianas alimentadas com TMD NaOH (E) foi maior que as demais (0,258) e a menor inclinação foi observada para as cabras Saanen alimentadas com FS (B), com inclinação de 0,243. De forma geral observou-se que as cabras Saanen, independente das dietas, apresentaram menor inclinação da curva (0,246), já as Anglo-nubianas apresentaram inclinação de 0,255. Em resumo, a diferença de inclinação entre as raças implica em maior persistência de lactação das cabras Saanen.

Observou-se que as cabras Anglo Nubianas que consumiram as dietas FS e TMD Ca(OH)₂ demoraram mais tempo para chegarem ao pico de produção (46,90 dias), seguidas pelas cabras Saanen que consumiram as mesmas dietas (45,50 dias). Já as cabras que receberam a dieta à base de TMD NaOH atingiram o pico de produção mais cedo, 42,70 dias para as Anglo-nubianas e 44,80 dias para Saanen. A produção no pico foi maior para as cabras Saanen alimentadas com TMD Ca(OH)₂ (2,51 kg dia⁻¹), dez gramas a mais que as Anglo Nubianas que consumiram a dieta FS. A menor produção no pico aconteceu para as cabras Anglo-nubianas alimentadas com TMD NaOH (2,42 kg dia⁻¹).

Tabela 3. Parâmetros das curvas de lactação estimadas pelo Modelo de Nelder para cabras leiteiras alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja

Itens	Anglo Nubiana			Saanen		
	FS	TMDCa(OH) ₂	TMDNaOH	FS	TMDCa(OH) ₂	TMDNaOH
A	0,486	0,498	0,504	0,493	0,506	0,511
B	0,251	0,255	0,258	0,243	0,247	0,249
C	0,011	0,011	0,012	0,013	0,011	0,011
TP (dias)	46,90	46,90	42,70	45,50	45,50	44,80
PP (kg)	2,48	2,45	2,42	2,47	2,51	2,49
R ²	0,997	0,997	0,997	0,996	0,996	0,996
QMR	0,016	0,016	0,016	0,020	0,020	0,020

Parâmetros do modelo: A = taxa de crescimento da curva até o pico de produção; B = inclinação média da curva de lactação; C = inclinação na fase de declínio; TP = tempo para atingir o pico; PP = produção de leite no pico; R² = coeficiente de determinação; QMR= quadrado médio dos resíduos.

Na figura 1 pode-se observar o comportamento das curvas de lactação das cabras estimadas pelo modelo de Nelder. Observa-se que o modelo ajustou satisfatoriamente todas as curvas de lactação (R²).

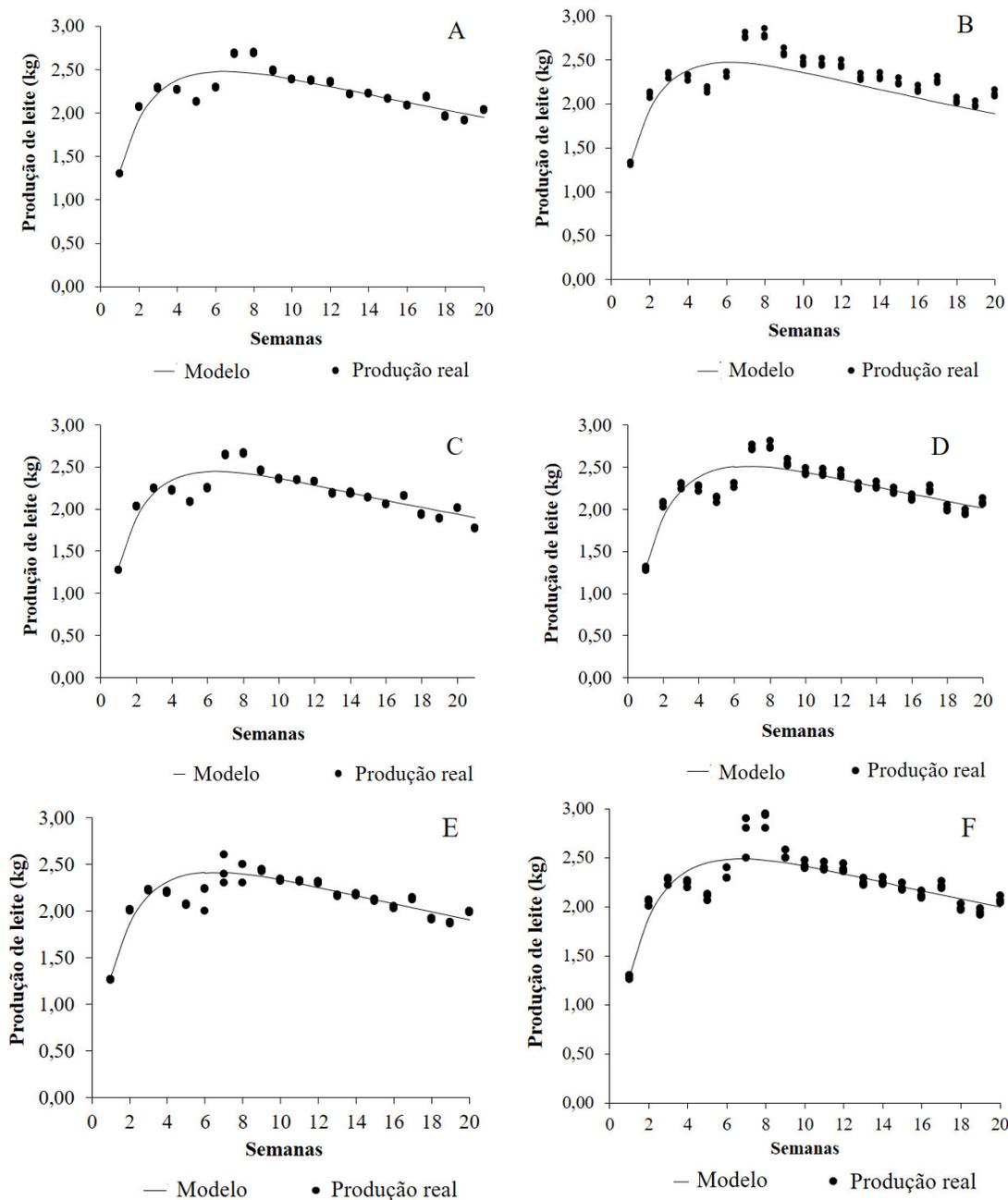


Figura 1. Curvas de lactação estimadas pelo Modelo de Nelder para cabras Anglo-nubiana (A) e Saanen (B) alimentadas com dietas contendo farelo de soja (FS); Anglo-nubiana (C) e Saanen (D) alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por hidróxido de Cálcio [TMD Ca(OH)₂]; Anglo-nubiana (E) e Saanen (F) alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio [TMD NaOH].

No ajuste das curvas de lactação pelo modelo de Wood (Tabela 4) observou-se que as cabras Anglo Nubianas que consumiram a dieta à base de TMD NaOH apresentaram

maior produção inicial (A), cerca de 1.583 g/dia, já as cabras Saanen que consumiram a mesma dieta apresentaram menor produção A (1.513 g/dia). Por outro lado, ao observar o parâmetro B, que corresponde a taxa de acréscimo de produção até o pico, pode-se observar que as cabras Saanen alimentadas com dieta a base de FS tiveram maior acréscimo até o pico de lactação. Já o parâmetro C, que está relacionado a taxa de declínio de produção após o pico foi igual para todos os tratamentos analisados, mostrando que após o pico de produção, as cabras, independente da dieta ou raça, vão apresentar a mesma diminuição da produção, resultado este diferente do observado, o que indica que nessa situação o modelo de Wood não descreve a realidade observada durante os 150 dias de lactação das cabras experimentais.

Pode-se observar que, pelo modelo de Wood, as cabras Anglo Nubianas alimentadas com a dieta FS chegaram mais cedo ao pico de lactação (54,6 dias), já as cabras Saanen alimentadas com ambas as TMD demoraram mais tempo para chegarem ao pico de produção (56,7 dias), seguidas pelas cabras Saanen que consumiram as dietas com FS (56 dias). A produção no pico foi maior para as cabras Saanen alimentadas com FS (2,56 kg dia⁻¹), sete gramas a mais que as Anglo Nubianas que consumiram a mesma dieta. A menor produção no pico aconteceu para as cabras Anglo Nubianas alimentadas com TMD Ca(OH)₂ (2,44 kg dia⁻¹), seguidas pelas cabras desta raça alimentadas com a dieta FS.

Tabela 4. Parâmetros das curvas de lactação estimadas pelo Modelo de Wood para cabras leiteiras alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja

Itens	Anglo nubiana			Saanen		
	FS	TMD Ca(OH) ₂	TMD NaOH	FS	TMD Ca(OH) ₂	TMD NaOH
A	1,557	1,520	1,583	1,567	1,528	1,513
B	0,444	0,447	0,447	0,458	0,462	0,462
C	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057
TP (dias)	54,6	55,3	55,3	56	56,7	56,7
PP (kg)	2,49	2,44	2,55	2,56	2,53	2,51
R ²	0,797	0,797	0,797	0,796	0,796	0,796
QMR	0,016	0,016	0,015	0,019	0,019	0,018

A = Produção de leite inicial (kg); B = taxa de acréscimo de produção de leite (kg); C = taxa de declínio de produção (kg); TP = tempo para atingir o pico; PP = produção de leite no pico; R²= coeficiente de determinação; QMR= Quadrado médio dos resíduos.

Na figura 2 pode-se observar o comportamento das curvas de lactação das cabras estimadas pelo modelo de Wood. Observa-se que o modelo ajustou satisfatoriamente todas

as curvas de lactação (R^2), onde as cabras da raça Saanen apresentaram menor ajuste (0,796), já as curvas das cabras Anglo Nubianas apresentaram maior ajuste (0,797). Pode-se observar também que o modelo superestimou a produção de leite em todos tratamentos avaliados, onde os valores estimados ficaram acima dos 4 kg de leite no pico de lactação.

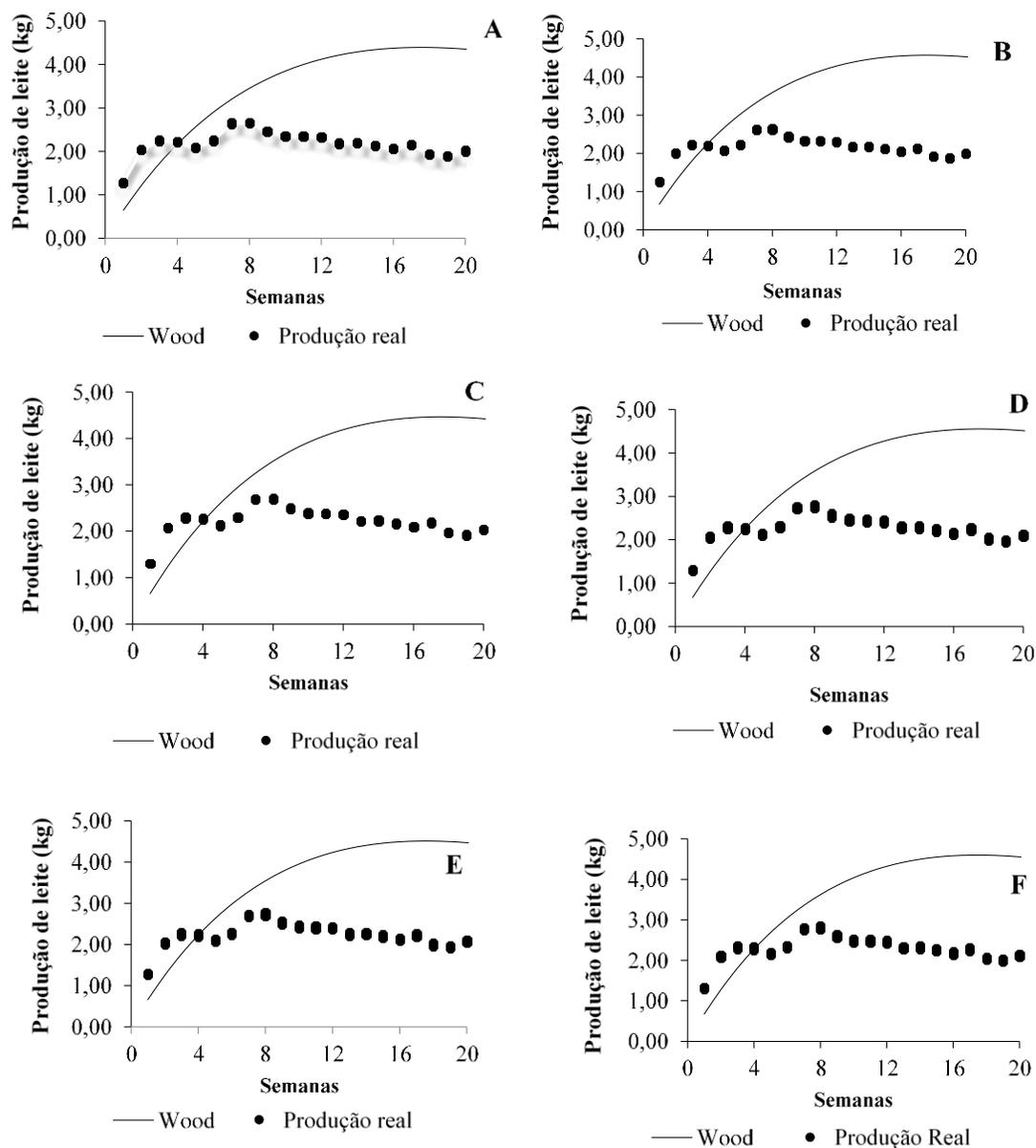


Figura 2. Curvas de lactação estimadas pelo Modelo de Wood para cabras Anglo-nubiana (A) e Saanen (B) alimentadas com dietas contendo farelo de soja (FS); Anglo-nubiana (C) e Saanen (D) alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por hidróxido de Cálcio [TMD $\text{Ca}(\text{OH})_2$]; Anglo-nubiana (E) e Saanen (F) alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio [TMD NaOH].

6 CONCLUSÃO

Os modelos de Nelder e de Wood ajustaram satisfatoriamente as curvas de lactação dessas cabras. O modelo de Nelder apresentou uma melhor resposta aos dados avaliados, mostrando-se uma boa opção para prever a produção de leite das cabras Saanen e Anglo Nubiana alimentadas com torta de mamona com hidróxidos de cálcio e sódio.

7 REFERÊNCIAS

ABDALLA, A. L., FILHO S. C. J., GODO, R. A., Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 260-268, 2008.

ASLANI, M. R. Castor Bean (**Ricinuscommunis**) toxicosis in a sheep flock. **Toxicon**, v. 49, n. 3, p. 400-406, 2007.

BANDEIRA, D.A.; CARTAXO, W.V.; BELTRÃO, N.E.M. Resíduos industrial da mamona como fonte alternativa na alimentação animal. In: **Congresso Brasileiro de Mamona**, 1., 2004, Campina Grande. Energia e sustentabilidade - Anais... Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004.

BOMFIM, M. A. D.; SILVA, M. M. C.; SANTOS, S. F. Potencialidades da utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de caprinos e ovinos. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v. 3, n. 4, p. 15-26, 2009.

CÂNDIDO, M.J.D.; BOMFIM, M.A.D.; SEVERINO, L.S... **Utilização de co-produtos da mamona na alimentação animal**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2008, Salvador. Anais... Campina Grande: Embrapa – Algodão, p.1-21. 2008.

CANKAYA, S.; UNALAN, A.; SOYDAN, E. Selection of a mathematical model to describe the lactation **curves of** Jersey cattle. *Archiv Tierzucht*, p. 27-35, 2011.

COBUCCI, J.A.; EUCLYDES, R.F.; COSTA, C.N.; LOPES, P.S.; Análises da Persistência na Lactação de Vacas da Raça Holandesa, Usando Produção no Dia do Controle e Modelo de Regressão Aleatória. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.546-554, 2004.

COBUCIET, J.A., EUCLYDES, R.F., VERNEQUE, R. S., TEODORO, R. L., LOPES, P.S., SILVA, M.A., Curva de lactação na raça Guzerá, **Revista Brasileira de Zootecnia**., 29(5):1332-1339, 2000.

CUNHA, M.G.G.; CARVALHO, F.F.R.; VERAS, A.S.C.; BATISTA, A.M.V. Desempenho e digestibilidade aparente em ovinos confinados alimentados com dietas contendo níveis crescentes de caroço de algodão integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.1103-1111, 2008.

DIAS, J. Avaliação das curvas de lactação de rebanhos holandeses nos estados de Minas Gerais e São Paulo.. 57 f. **Dissertação (Mestrado em zootecnia) – Universidade de São Paulo**, 2011.

DOUGUET, M. **Résultats de Contrôle Laitier-Espèce Caprine. Institut de L'Elevage**. 2012.

DRAPER, N.M., SMITH, H., **Applied Regression Analysis**. 2^a ed., New York, Wiley, 1981.

EL-AGAMY, E.I. **The challenge of cow milk protein allergy. Small Ruminant Research**, v.68, p.64–72, 2007.

FACÓ, O.; LÔBO, R. N. B.; GOUVEIA, A. M. G.; PAIVA GUIMARÃES, M. P. S. L. M.; FONSECA, J. F.; SANTOS, T. N. M.; SILVA, M. A. A.; VILLELA, L. C. V. **Breeding plan for commercial dairy goat production systems in southern Brazil**. Small Ruminant Research, v. 98, p. 164-169, 2011.

FERREIRA, A. C. H.; RODRIGUEZ, N. M.; NEIVA, J. N. M.. Desempenho produtivo de ovinos alimentados com silagens de capim-elefante contendo subprodutos do processamento de frutas. **Revista Ciência Agronômica**, 40:315-322. 2009.

FERREIRA. T. G. A. **Estudo Das Curvas De Lactação De Vacas Leiteiras Do Sudoeste Do Paraná: Comparação Entre Modelos Empíricos E Mecanicistas** 2013.

FIGUEIREDO, M. R. P. Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com diferentes fontes de fibra. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, n. 2, p. 485-489, 2013.

FONSECA V. M., **Persistência Da Lactação E Composição Do Leite De Cabras Saanen Alimentadas Com Rações Formuladas Por Diferentes Comitês** p 17 ,2014.

FREITAS, V.J.F.; LOPES-JUNIOR, E.S.; RONDINA, D.; SALMITO-VANDERLEY, C.S.B.; SALLES, H.O.; SIMPLÍCIO, A.A.; BARIL, G.; SAUMANDE, J. Puberty in **Anglo-Nubian and Saanen female kids raised in the semi-arid of North-eastern Brazil**. Small Ruminant Research, v. 53, p. 167-172, 2004.

GLÓRIA, J. R. Curvas de lactação de quatro grupos genéticos de mestiças Holandês-Zebu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.10, p.2160-2165, 2010.

GONÇALVES, A. L.; LANA, R. DE P.; VIEIRA, R. A. M.; HENRIQUE, D. S.; MANCIO, A. B.; PEREIRA, J. C. Avaliação de sistemas de produção de caprinos leiteiros na Região Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 2, p. 366-376. (suplemento). 2008.

GONÇALVES, T. M. Curvas de lactação em rebanhos da raça Holandesa no Estado de Minas Gerais. Escolha do Modelo de Melhor Ajuste. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.31, n.4, p.1689-1694, 2002.

GUIMARÃES, V. P. RODRIGUES T. M., SARMENTO R. L. J. ROCHA T. D. Utilização de funções matemáticas no estudo da curva de lactação em caprinos. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.35, n.2, p.535-543, 2006.

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática Pesquisa Municipal 2016. Tabela 3939: **efetivo dos rebanhos, por tipo de rebanho, 1974 a 2016**. Disponível em :<[HTTPS://sidra.ibge.gov br/pesquisa/ppm/tabelas/brasil/2016](https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/tabelas/brasil/2016).

IRANO, N., BIGNARDI, A. B., REY, F. S., TEIXEIRA, I. A., & ALBUQUERQUE, L. G. Parâmetros genéticos para a produção de leite em caprinos das raças Saanen e Alpina. **Revista Científica Agrônômica**, v.43, n.2, 376-381. 2012.

LUCENA. C. C., MARTINS C. E; MAGALHÃES A. K.; FILHO, H. F. Z..Produtos de origem caprina e ovina: mercado e potencialidade na região do semiárido brasileiro . **Boletim do Centro de Inteligência e Mercado de Caprinos e Ovinos** ,2018.

MACEDO, V. P.; DAMACENO, J. C.; SANTOS G. T.. Comportamento da curva de lactação de cabras mestiças Saanen em função da alocação de concentrado e do system de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.2093-2098, 2001.

MARTINS, R.G.R.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S.; RODRIGUEZ, N.M.; BORGES, I.; BORGES, A.L.C.C. Consumo e digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e energia, e balanço de nitrogênio das silagens de quatro tipos de genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) em ovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, n.3, p.33-37, 2003.

MCMANUS, C. Fatores que influenciam os parâmetros das curvas de lactação em cabras no Distrito Federal. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.32, n.6, p.16141623, 2003.

MENDES, A.R.; EZEQUIEL, J.M.B.; GALATI, R.L.; BOCCHI, A.L.; QUEIRÓZ, M.A.A.; FEITOSA, J.V. Consumo e digestibilidade total e parcial de dietas utilizando farelo de girassol e três fontes de energia em novilhos confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.679-691, 2005.

MIOTTO, F. R. C.; NEIVA, J. N. M.; VOLTOLINI, T. V. J. Desempenho produtivo de tourinhos Nelore x Limousin alimentados com dietas contendo gérmen de milho integral. **Revista Ciência Agronômica**, 40:624-632. 2009.

NELDER, J.A. **Inverse polynomials a useful group of multi-factor response functions.** **Biometrics**, v.22, n.1, p.128-141, 1966.

NUNES, A.S.; OLIVEIRA, R.L.; AYRES, M.C.C.; BAGALDO, A.R.; NETO, A.F.G.; BARBOSA, L.P. Condição hepática de cordeiros mantidos com dietas contendo torta de dendê proveniente da produção de biodiesel. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.8, p.1825-1831, 2010.

OLIVEIRA, A. N. de. Desempenho e características de carcaça de caprinos mestiços anglo nubiano, bôer e caprinos sem padrão racial definido em pastagem e em confinamento. 123p. **Tese (Doutorado em Produção Animal).** Universidade Federal do Ceará. Ceará. 2006.

OLIVEIRA, A.S.; PINA, D.S.; CAMPOS, J.M.S. Co-produtos do biodiesel na alimentação de ruminantes. In: V Simpósio sobre Manejo Estratégico da Pastagem, III Simpósio Internacional sobre Produção Animal em Pestejo **ed.Viçosa** : UFV, 1:419-462. 2010.

OLIVEIRA, H.T.V.; REIS, R.B.; GLÓRIA J.R.; QUIRINO, C.R.; PEREIRA, J.C.C.. **Curvas de lactação de vacas F1 Holandês-Gir ajustadas pela função gama incompleta.** Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária Zootecnia. v.59, n.1, Belo Horizonte, 2007.

PIACERE, A., & DOUGUET, M. **Résultats de CôntrôleLaitiér- EspèceCaprines.** Institut de L'Elevage. 2007.

PIMENTA FILHO, E.C.; MORAIS, S.A.N.; COSTA, R.G.; ALMEIDA, C.C.; MEDEIROS, G.R. Correlações entre pluviosidade e características produtivas em caprinos no semiárido paraibano **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.9, p.1785-1789, 2009.

POMPEU, R.C.F.F.; CÂNDIDO, M.J.D.; PEREIRA, E.S. Desempenho produtivo e características de carcaça de ovinos em confinamento alimentados com rações contendo torta de mamona detoxificada em substituição ao farelo de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.3, p.726-733, 2012.

PONTE, RUI A.V.; **Estimação da função produção e rendimento de leite por animal aplicação da função gama incompleta à Ilha de São Miguel**. 68 f. Dissertação (Mestrado em ciências empresariais) - Universidade dos Açores, 2009.

REGAZZI, A.J. Teste para verificar a igualdade de parâmetros e a identidade de modelos de regressão não-linear. **Revista Ceres**, 2003.

REGO, M. M. T.; NEIVA, J. N. M.; REGO, A. C. Intake, nutrients digestibility and nitrogen balance of elephant grass silages with mango by-product addition. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 39:74-80. 2010.

RESENDE, K. T. D., SILVA, H. G. D. O., LIMA, L. D. D., TEIXEIRA, I. A. M. D. A. Avaliação das exigências nutricionais de pequenos ruminantes pelos sistemas de alimentação recentemente publicados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 37(SPE), 161-177. 2008.

ROSTAGNO, H.S. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV 252p. 2011.

SANTOS, F. C. B.; SOUZA, B. B.; ALFARO, C. H. P.; CÉZAR, M. F.; PIMENTA FILHO, E. C.; ACOSTA, A. A. A.; SANTOS, J. R. S. Adaptability of exotic goat and naturalized to the climatic conditions of the tropic semi-arid brazilian northeast. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 142-149, jan./fev. 2005.

SAS STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. 1999. **User's guide: Statistics**. Version 8.0, NC; SAS Institute, 2002.

SIDER, L. H.; ZAROS, L. G. A biologia avançada e o impacto da genômica na produção de caprinos e ovinos. **Documentos Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral, CE**. 2008.

SILVA, E. M. N. Avaliação da adaptabilidade de caprinos ao semiárido através de parâmetros fisiológicos e estruturas do tegumento. **Revista Caatinga, Mossoró**, v. 23, n. 2, p. 142-148. 2010.

SILVA, E. M. N.; SOUZA, B. B.; SILVA, G. de A.; CÉZAR, M. F.; SOUZA, W. H.; BENÍCIO, T. M. A.; FREITAS, M. M. S. Evaluation of the adaptability of goats exotic and native of the semi-arid of Paraíba. **Ciênc. agrotec., Lavras**, v. 30, n. 3, p. 516-521, maio/jun., 2006.

UNEB: Universidade Estadual da Bahia.
http://www.neppa.uneb.br/textos/caprinos/Produção_carne.pdf Acesso dia 14 de abril de 2012.

WANDER, A. E; MARTNS, E. C. Viabilidade Econômica da caprinocultura leiteira. **Anuário Brasileiro de caprinos e Ovinos. Uberaba: Agropecuária Tropical**, 2008.

WOOD, P.D.P. Algebraic model of the lactation curve in cattle. *Nature*, v.206, p.164-165, 1967.