

MARCIÉL FRANÇA

**PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE DE VACAS JERSEY EM
PASTAGEM TROPICAL SUPLEMENTADAS COM PROTEÍNA DE BAIXA
DEGRADABILIDADE RUMINAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciência Animal na Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal.

Orientador: Prof. Dr. André Thaler Neto

LAGES - SC

2017

França, Marciél

Produção e composição do leite de vacas jersey em pastagem tropical suplementadas com proteína de baixa degradabilidade ruminal / Marciél França - Lages, 2017.

67 p.; il.; 21 cm

Orientador: André Thaler Neto

Inclui bibliografia.

Dissertação (mestrado) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Lages, 2017.

1. Produção de leite. 2. Suplementação concentrada. 3. Proteína Não degradável no Rúmen. 4. Pastagem tropical I. França, Marciél. II. Thaler Neto, André. III. Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. IV. Título

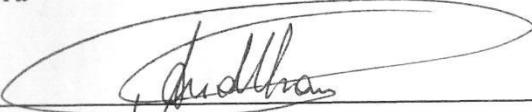
MARCIÉL FRANÇA

**PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE DE VACAS JERSEY EM
PASTAGEM TROPICAL SUPLEMENTADAS COM PROTEÍNA DE BAIXA
DEGRADABILIDADE RUMINAL**

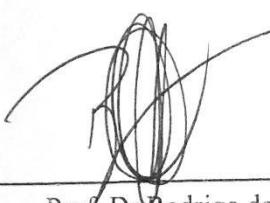
Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciência Animal
na Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para
obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal.

Banca Examinadora

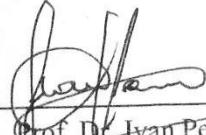
Orientador:


Prof. Dr. André Thaler Neto
Universidade do Estado de Santa Catarina

Membro:


Prof. Dr. Rodrigo de Almeida
Universidade Federal do Paraná

Membro:


Prof. Dr. Ivan Pedro de Oliveira Gomes
Universidade do Estado de Santa Catarina

Lages – SC, 23 de Março de 2017.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida e tudo que ela até hoje me proporcionou.

Aos meus pais, pela compreensão, companheirismo e força. Vocês são exemplos, quem me dera ter tal grandeza e garra. E gratidão por ceder o próprio rebanho para fazer, aos olhos da tradicional pecuária “arranca toco” de Orleans umas loucuras bem planejadas.

Ao meu orientador Prof. Dr. André Thaler Neto, pela orientação, pelos ensinamentos e amizade, sempre presente para ajudar e fazendo do grupo uma grande família.

Ao grande amigo e arquiteto de grande parte dessa empreitada, Prof. Dr. Ivan Pedro de Oliveira Gomes, pelas longas horas de conversa, estudo e debate. Também a sua esposa Profa. Dr. Maria Teresa Mattos Aranha pela amizade.

Aos professores de toda a trajetória, ensino fundamental, médio, graduação e pós-graduação, sempre dispostos a ajudar. De fato ter a oportunidade de aprender com vocês é única, continuem assim.

Aos amigos do grupo de pesquisa, sem exceção estar com vocês é oportunidade de aprender e sorrir todos os dias.

Ao técnico Maurílio, pelos “pulos do gato” nas análises laboratoriais.

A minha família lageana, os Dotta aos quais sou eternamente grato pelo exemplo, carinho e amizade. Aos conselhos da Dona Célia, sempre disposta a se preocupar com os outros. E a alguém que falava sobre evitar os bandos, pois o Leão é rei por andar sozinho, diferente do macaco, sempre enrolado num bando. Levo de Lages bons motivos para voltar!

Aos amigos Cesar, Eduardo, João Pedro, Naor e Reinaldo pela amizade e por vezes amplas discussões sobre temas compreendidos entre “catraca de canhão” e “conhaque de alcatrão”.

A UDESC pela oportunidade de ser e fazer parte , especialmente do CAV.

A Cargill e a sua divisão de Nutrição Animal – NUTRON, pelo auxilio com a obtenção do Soypass BR e bonificação com o valor do mesmo.

A CAPES pela concessão da bolsa.

Gratidão a todos!

Faça o que puder,
com o que tiver,
onde estiver.
THEODORE ROOSEVELT

RESUMO

França, Marciél. **Produção e composição do leite de vacas jersey em pastagem tropical suplementadas com proteína de baixa degradabilidade ruminal.** 2017. 67 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal – Área: Produção Animal) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Lages, 2017.

A energia é o nutriente mais limitante para vacas leiteiras em pastagens, especialmente em pastagens tropicais, no entanto quando é oferecida suplementação energética outros nutrientes podem se tornar limitantes como a proteína sob as formas de Proteína Degradável no Rúmen (PDR) ou Proteína Não Degradável no Rúmen (PNDR). O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da suplementação concentrada energética ou energético-proteica com fontes de proteína de alta ou baixa degradabilidade ruminal para vacas Jersey de alta produção mantidas em pastagem tropical. Trinta vacas Jersey (DEL 58.2 ± 44.4 , produção de leite 21.0 ± 4.4 kg e peso vivo 345.5 ± 32.1 kg no início do experimento) foram alocadas em um dos três tratamentos contínuos em um experimento de 12 semanas (1 para adaptação e 11 experimentais) de outubro a dezembro que consistiram de três suplementos concentrados: energético com 14% de Proteína Bruta (PB), energético-proteico com 20% de PB com alta PDR e energético-proteico com 20% de PB com alta PNDR, oferecidos na taxa de 7 kg/vaca/dia em duas vezes após as ordenhas. Os concentrados foram compostos por milho moído, casca de soja, farelo de soja ou farelo de soja tratado (Soypass BR®), minerais e vitaminas. As vacas foram mantidas em uma pastagem fertilizada com predominância de missioneira gigante (*Axonopus catharinensis*), sob lotação intermitente. A produção de leite foi medida diariamente, a composição do leite e o escore de condição corporal (ECC) foram avaliados semanalmente. O peso vivo foi mensurado no início e final do período experimental. Após o período experimental, as vacas receberam o mesmo manejo e alimentação por 11 semanas para avaliação de efeitos residuais dos tratamentos. A produção de leite aumentou em 2 kg/vaca/dia, e também as produções diárias de gordura, proteína e lactose foram maiores para as vacas recebendo suplementação com PNDR. O peso vivo e o consumo de matéria seca foram aumentados pela suplementação com PNDR. No período pós-experimental, as vacas que tinham recebido PNDR produziram mais leite e proteína. A suplementação com

PNDR para vacas em pastagem tropical aumentou a produção de leite, de componentes do leite e o ganho de peso das vacas, com efeitos residuais ao longo da lactação. A suplementação com PDR não aumentou a produção de leite ou de componentes quando comparado com a suplementação energética.

PALAVRAS-CHAVE: Produção de leite; Suplementação concentrada; Proteína Não degradável no Rúmen; Pastagem tropical

ABSTRACT

Energy is the most limiting nutrient to dairy cows at pasture, especially at tropical pastures. However when energy supplementation is offered, other nutrients may become limiting, as the protein under forms of Rumen Degradable Protein (RDP) or Rumen Undegradable Protein (RUP). The objective of this study was evaluate the effects of supplementation with energetic or energetic-proteic concentrate with protein sources of high or low rumen degradability to high producing Jersey cows grazing tropical grasses. Thirty Jersey cows (DIM 58.2 ± 44.4, milk yield 21.0± 4.4 kg and body weight 345.5 ± 32.1 kg at the beginning of the experiment) were assigned to one of three continuous treatments in a 12-wk trial (1 for adaptation and 11 experimental) from October to December, which consisted of three concentrate supplements: energetic, 14% of crude protein (CP), energy-protein 20% of CP with high RDP and a energy-protein 20% of CP with high RUP, offered at 7 kg/ cow/ day,, twice after milking. Concentrates were composed by ground corn, soybean hulls, solvent soybean meal or treated soybean meal (Soypass BR®), minerals and vitamins. The cows grazed a fertilized pasture with predominance of giant-missionary grass (*Axonopus catharinensis*), under intermittent stocking. Milk yield was taken daily, milk composition and body condition score (BCS), were taken weekly. Body weight was taken at begin and end of experiment. After experimental period, the cows received the same management and feed supply by 11 weeks for evaluation of carryover effects. The milk yield increased at 2 kg/cow/day, as the fat, protein and lactose yields were greater for cows receiving RUP supplementation. Live weight gain and dry matter intake also were increased by RUP supplementation. At post experimental period, the cows that had received RUP produced more milk and protein. Supplementation of RUP to cows at tropical pasture increased the milk, milk components yield and weight gain, with carryover effects along lactation. Supplementation with RDP did not increase milk or milk components yield when compared with energy supplementation.

Keywords: Milk yield; Concentrate supplementation; Rumen undegradable protein; Tropical grass.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1. Gráfico das temperaturas médias e precipitação diárias no período experimental, no município de Orleans. Fonte: INMET (2016). 43
- Figura 2. Vacas pastejando em piquetes de missioneira gigante (*Axonopus catharinensis*) durante a fase experimental. 43
- Figura 3.. Imagem de satélite da área experimental. Fonte: Google (2017)..... 44
- Figura 4.Corte da pastagem em quadros de 50x50 cm para a determinação da massa pré-pastejo e do resíduo pós pastejo 45
- Figura 5- Curvas de Wood para a produção de leite nos períodos experimental e pós-experimental. 57
- Figura 6- Médias dos quadrados mínimos e desvios-padrão das médias para produção de leite por semana durante o período experimental e pós-experimental..... 57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição da pastagem e dos concentrados experimentais fornecidos durante o período experimental	41
Tabela 2. Fracionamento proteico dos alimentos consumidos durante o período experimental.	48
Tabela 3.Médias dos quadrados mínimos e erros-padrão das médias (EPM) para consumo de alimentos (CMS), produção e composição do leite, escore de células somáticas (ECS), variação de peso vivo, (escore de condição corporal) ECC, acidez titulável e resistência do leite ao teste do álcool.....	50
Tabela 4. Cálculo da energia fornecida pelos ingredientes da dieta e da energia gasta em manutenção, atividade, produção e ganho de peso durante o período experimental.....	52
Tabela 5. Consumo de matéria seca (CMS) da pastagem, concentrados e total, relação concentrado:volumoso, energia líquida de lactação e teores de PB, FDN e FDA das dietas a partir do consumo de pastagem determinado pelo método reverso.	53
Tabela 6. Produção e composição do leite no período pós-experimental	55

LISTA DE ABREVIATURAS

CMS	Consumo de Matéria Seca
CNCPS	Cornell Net Carbohydrate and Protein System
CNF	Carboidratos Não Fibrosos
ECC	Escore de condição Corporal
ELI	Energia Líquida de lactação
ESD	Extrato seco Desengordurado
FDA	Fibra em Detergente Ácido
FDN	Fibra em Detergente Neutro
FS	Farelo de Soja
MS	Matéria Seca
NDT	Nutrientes Digestíveis Totais
NUL	Nitrogênio ureico do Leite
P+C	Pastagem + Concentrado
P+RTM	Pastagem + Ração Totalmente Misturada
PB	Proteína Bruta
PDR	Proteína Degradável no Rúmen
PNDR	Proteína Não Degradável no Rúmen
RTM	Ração Totalmente Misturada
RTMp	Ração Totalmente Misturada parcial
PLCE	Produção de Leite Corrigida pela Energia
ST	Somatotropina
BST	Somatotropina Bovina
rBST	Somatotropina Recombinante Bovina

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	23
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	26
2.1 A VACA LEITEIRA ATUAL NO AMBIENTE PASTORIL.....	27
2.2 SUPLEMENTAÇÃO DE VACAS LEITEIRAS EM PASTAGENS	28
2.2.1 Suplementação Volumosa	29
2.2.2 Suplementação Concentrada	32
2.3 CONSUMO	37
3 OBJETIVOS	39
3.1 OBJETIVO GERAL.....	39
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	39
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	40
4.1 ANIMAIS, TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	40
4.2 LOCAL, CLIMA E INSTALAÇÕES	42
4.3 PASTAGEM E ANÁLISES QUÍMICAS	44
4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	46
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
6 CONCLUSÕES.....	58
7 BIBLIOGRAFIA	59

1 INTRODUÇÃO

A produção de leite brasileira apresentou expressivo crescimento na última década, com a região Sul passando a frente da região Sudeste em volume produzido. Destaque especial para o estado de Santa Catarina que passou para a quarta posição, com 2,43 bilhões de litros produzidos em 2016, tendo apenas pouco mais que 1% do território nacional e respondendo por 10% da produção nacional (DEBONA, 2015; DEBONA, 2017; MILKPOINT, 2016).

O principal objetivo de um sistema é a produção econômica de leite de alta qualidade com o mínimo de impactos negativos sobre a saúde animal e o meio ambiente. Isto significa otimizar o uso dos recursos disponíveis para maximizar o retorno (lucro) dentro de um sistema biologicamente sustentável. Dentro desse contexto, a pecuária leiteira nacional vem adotando uma série de modelos de produção, já que não existe um sistema ideal de produção para todas as situações. A escolha do sistema mais adequado estará condicionada à disponibilidade dos fatores terra, capital e mão de obra, bem como na possibilidade de melhor uso desses recursos.

Segundo Vilela et al. (2006) a pecuária brasileira passa por mudanças estruturais tendo em vista a modernização e a sustentabilidade. Isso gera a busca por sistemas de produção de leite mais competitivos e eficientes, capazes de produzir produtos de qualidade com baixo custo. A busca por melhores resultados na pecuária leiteira mostra uma tendência a sistemas mais especializados, com a diminuição do número total de animais em produção no país, seguido de um aumento na produção por animal e aumento no número de animais por estabelecimento produtor (EMBRAPA, [s.d.]; VENTURINI, 2014). Dentre todos, o fator de maior impacto econômico na bovinocultura leiteira especializada é a alimentação. Desse modo se faz necessário o conhecimento do valor nutritivo dos alimentos para as diversas categorias e sob condições e associações com os mais diferentes alimentos, bem como os efeitos que pode trazer ao animal, ao produto e ao meio (BEEVER; DOYLE, 2007; DOYLE; FRANCIS; STOCKDALE, 2005; JACOBS, 2014).

Os sistemas de produção de leite em pastagens são classicamente estudados em regiões temperadas do planeta, sendo o uso de forrageiras tropicais na alimentação de

vacas de raças especializadas em produção de leite pouco relatado na literatura. No passado as plantas de clima tropical eram classificadas como de baixa qualidade e incapazes de suportar grandes produções por animal. No entanto, nas últimas décadas o entendimento sobre a ecofisiologia e o manejo desses materiais tem permitido que os animais possam colher forragem com menor teor de componentes fibrosos, e, consequentemente maior concentração de conteúdo celular (DANÉS, 2010).

A região sul do estado de Santa Catarina possui peculiaridades no sistema de produção como o predomínio de animais da raça Jersey, mantidas em pastagens perenes de verão fertilizadas com dejetos de outras criações (frangos, suínos) e/ou com adubação química. A suplementação é amplamente adotada, especialmente com concentrados, geralmente com teor de proteína bruta igual ou maior a 18%. A suplementação com forragem conservada, principalmente silagem de milho, é adotada nos meses de outono e inverno, pelo menor crescimento das pastagens (WERNCKE et al., 2016). A maioria dos produtores não faz adequação do tipo de suplemento com a forragem utilizada, ou de estratégias de suplementação que se adaptem ao contexto e possam melhorar o retorno econômico da atividade. A comercialização de suplementos concentrados ou o preparo doméstico dos mesmos com orientação técnica geralmente leva em consideração que a proteína é limitante às vacas, desconsiderando o aporte dado pelo pasto. Outro ponto é que muitas vezes é estabelecido uma relação entre qualidade de produto com o nível de proteína. Com isso, geralmente é feito o uso de ração com teor de proteína igual ou superior a 18%, mesmo quando são utilizadas pastagens altamente fertilizadas e bem manejadas. Por questões de custo, as empresas que produzem concentrados geralmente acrescentam ureia nas misturas, aumentando o nível de proteína degradável no rúmen (PDR) em relação a concentrados produzidos com ingredientes proteicos de alta qualidade, como o farelo de soja.

O leite produzido na região é destinado principalmente a queijarias, para as quais o leite de vacas da raça Jersey proporciona um maior rendimento na elaboração de derivados. Deste modo, as estratégias de suplementação para o modelo regional devem priorizar a produção diária por animal de sólidos do leite, como a caseína, especialmente pelo impacto dos mesmos sobre o rendimento na produção de derivados (MATTIELLO, 2015).

O presente trabalho justifica-se pela necessidade de avaliação da suplementação com diferentes níveis de proteína, bem como com fontes de alta ou baixa degradabilidade ruminal para vacas (de alta produção) mantidas em pastagens tropicais bem manejadas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Em grande parte dos sistemas de produção de leite ao redor do mundo predomina a forragem ingerida pelo pastejo direto, visando suprir total ou parcialmente a ingestão de nutrientes das vacas. Isso se deve ao menor custo de alimentação e geralmente menor custo com infraestrutura (BARGO et al., 2003; CÓRDOVA, 2012; FRENCH et al., 2015).

O uso de forragem pastejada na dieta dos animais no Brasil é bastante expressivo, porém ainda é muitas vezes considerado um sistema de produção menos intensivo que a produção em confinamento. No estado de Santa Catarina a utilização de pastagens é bastante difundida, com o uso de forrageiras perenes de verão como os híbridos do gênero *Cynodon*, capim elefante, missioneira gigante, entre outras; além de gramíneas anuais de verão como sorgos, capim sudão e milheto; e de inverno aveia e azevém (CÓRDOVA, 2012).

Dos materiais acima citados, a maioria já tem amplo registro na literatura. Sendo a menos representada e também a planta forrageira utilizada neste estudo a missioneira gigante. Com o nome científico *Axonopus catharinensis*, é uma gramínea perene estival. Surgiu a partir de um híbrido triploide espontâneo de *A. jesuiticus* e *A. scoparius*, surgido no Alto Vale do Itajaí em Santa Catarina. Sua multiplicação é exclusivamente por mudas.

Em Lages/SC, em clima Cfb, a produção de biomassa foi de 8,9 toneladas de MS/hectare/ano, sendo mais produtiva que os cultivares tifton 85 (*Cynodon* sp.), Empasc 302 (*Hemarthria altissima*) e dois cultivares de *Paspalum notatum*. Os valores médios de proteína bruta foram de 12,9%, com 72,6% de digestibilidade in vitro da matéria seca, mostrando o elevador valor nutritivo dessa forragem. As produções em Chapecó/SC, com clima Cfa, a produtividade média em três anos foi de 17 toneladas de MS/ hectare (CÓRDOVA, 2012). Na região de sul de Santa Catarina, foram obtidas produções de 18 toneladas de MS/ha/ano, com um teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) médio de 59,1%, mostrando a boa adaptação dessa espécie ao local (DUFLOTH; VIEIRA, 2012).

2.1 A VACA LEITEIRA ATUAL NO AMBIENTE PASTORIL

O bovino atual é bastante diferente dos seus ancestrais, especialmente se considerarmos as raças especializadas em produção de leite (*Bos taurus taurus*) temos vacas com enorme capacidade produtiva, resultado da seleção aplicada sobre os mesmos, desde a sua domesticação e intensificada nas últimas décadas (VANDEHAAR et al., 2016). Nos últimos anos o potencial genético para a produção de leite teve grande aumento, de modo que em muitos rebanhos a produção das vacas tem limitações no manejo e na alimentação, e não mais no potencial genético (BEEVER; DOYLE, 2007; VANDEHAAR et al., 2016). Essa condição é mais impactante para vacas em pastejo que apresentam desempenho menor que vacas confinadas (BARGO et al., 2002; KOLVER; MULLER, 1998), já que as pastagens tem a energia como o nutriente mais limitante à produção de leite (KOLVER; MULLER, 1998). Em pastagens tropicais que possuem um maior teor de fibra e menor valor energético que forragens de clima temperado (FULKERSON et al., 2007), o déficit energético é ainda maior. Em estudos utilizando pastagens tropicais, sem uso de suplementação, vários estudos tem demonstrado produções diárias variando de 9 a 12 kg de leite por vaca (COWAN et al., 1993; WALKER et al., 2001). Esses resultados são atribuídos a baixa ingestão de energia, especialmente pelo consumo limitado observado em vacas sob pastejo, mesmo em pastagens de alta qualidade (BARGO et al., 2002; KOLVER; MULLER, 1998).

Neste cenário, vacas com maior potencial produtivo em sistemas de pastejo, demandam dietas que permitam o aumento no consumo de energia. Isso pode ser feito até certo ponto com melhor manejo da forragem, colhendo em um momento em que a mesma tem melhor qualidade, ou ainda aumentando a oferta de forragem por vaca (BARGO et al., 2003). O simples aumento da oferta de forragem deve ser avaliado no sistema, pois a melhoria no desempenho individual se dá as custas de uma redução na utilização da forragem produzida e na produção de leite por área (BAUDRACCO et al., 2010). Outra forma de aumentar o consumo é através do uso de suplementos volumosos ou concentrados (BARGO et al., 2003).

Apesar desses aspectos gerais, voltados ao consumo, as características da forragem ingerida e do suplemento oferecido devem ser levadas em conta. Com isso é

possível melhorar a sincronia entre os nutrientes ingeridos e as exigências (JACOBS, 2014).

2.2 SUPLEMENTAÇÃO DE VACAS LEITEIRAS EM PASTAGENS

A suplementação tem sido cada vez mais praticada na produção de leite em sistemas pastoris, seja visando aumento na produção por animal e/ou por área, ou ainda para atenuar os efeitos estacionais no suprimento de nutrientes oriundos da pastagem. Os principais objetivos da suplementação são o aumento no consumo total de matéria seca e no consumo de energia, fatores determinantes no grau de resposta à suplementação (DOYLE; FRANCIS; STOCKDALE, 2005; JACOBS, 2014).

As vacas em pastejo recebendo suplementação têm a sua resposta produtiva afetada especialmente pela mudança no consumo de pastagem em função do consumo de suplementação. Geralmente o consumo de pastagem diminui e esse efeito é denominado Taxa de Substituição (TS), definido como a quantidade de MS de pasto que o animal deixa de consumir de MS de pastagem, para cada quilograma de MS de suplemento consumido (BARGO et al., 2003; KELLAWAY; HARRINGTON, 2004). A TS tende a aumentar com o aumento da oferta e/ou na qualidade da pastagem, bem como com o aumento no consumo de suplemento, levando a uma resposta menor para cada quilograma de suplemento oferecido (DELABY et al., 2003; GRAINGER; MATHEWS, 1989; KELLAWAY; HARRINGTON, 2004).

Outro ponto são os efeitos associativos entre a forragem e o suplemento, que são as mudanças no ambiente ruminal, induzidas por componentes do suplemento. Em geral os efeitos associativos são negativos para o desempenho animal, especialmente por diminuir a digestibilidade da fração FDN da forragem, no entanto podem ser positivos como no caso da maior síntese de proteína microbiana pelo aporte de carboidratos fermentáveis associados a teores elevados de proteína degradável no rúmen da pastagem (JACOBS, 2014).

Os sistemas de produção de leite que utilizam pastejo têm seu desempenho econômico determinado mais pela quantidade de leite produzida por área que a quantidade por animal (BAUDRACCO et al., 2010; BEEVER; DOYLE, 2007; DELABY et al., 2003). Hodgson (1981) mostrou que uma redução de 50% na oferta de forragem, de 4 para 2 vezes o consumo esperado, sendo 4 vezes o nível que propiciaria o

máximo consumo, foi responsável por uma queda de 10% no desempenho individual. Esses dados mostram que em um sistema a lotação pode ser dobrada, com um aumento de 80% na produção considerando a mesma área. Com isso a busca por maior produção por área, tem como consequência a diminuição na oferta de MS por vaca e maior utilização da forragem (BAUDRACCO et al., 2010), levando a maiores respostas a suplementação (GRAINGER; MATHEWS, 1989; KELLAWAY; HARRINGTON, 2004).

Nesse contexto a suplementação é uma prática comum na produção de leite em sistemas baseados em pastagens, no entanto a interação entre o tipo de suplemento e a forragem colhida do pasto geram respostas variáveis (HONGERHOLT; MULLER, 1998; RIBEIRO FILHO et al., 2009; AULDIST et al., 2011; DANES et al., 2013; HILLS et al., 2015). Em parte temos o efeito da TS, que como já comentado é diretamente proporcional à oferta e qualidade do pasto (STOCKDALE e TRIGG, 1985) e ao nível de suplementação (FAVERDIN et al., 1991). McLachlan et al. (1994) encontraram uma taxa de substituição de 0,43 (kg de MS de forragem/kg de MS de concentrado) com o fornecimento de 4 kg de concentrado/dia e de 0,7 para o fornecimento de 8 kg/dia de concentrado. Os autores observaram ainda que o fornecimento de concentrado duas vezes por dia provocou uma taxa de substituição de 0,55, enquanto a distribuição uma vez por dia elevou a mesma para 0,71. Reeves et al.(1996b) utilizando a técnica de N-alcanos para estimar o consumo de forragem de vacas leiteiras em pastagem de quicuiú, encontraram taxas de substituição de 0,59 e de 0,63 para o fornecimento de 3 e de 6 kg de concentrado/dia, respectivamente. Faverdin et al. (1991), com base em diversos estudos, mostraram que a taxa de substituição de forragem aumenta com o nível de suplementação e com o tipo de forragem. Foram encontrados valores médios de 0,7 para silagem de milho, 0,53 para silagem de gramíneas e de 0,44 para feno.

2.2.1 Suplementação Volumosa

A suplementação volumosa tem sido empregada nos sistemas de produção visando atender eventuais déficits de produção de forragem pelo pasto, ou ainda como parte permanente da alimentação das vacas ao longo do ano. Como já discutido, sua utilização implica em maior TS, de modo que é preciso avaliar a resposta ou em alguns casos a necessidade de suplementação, bem como ainda existem poucas pesquisas sobre

o efeito exclusivo dessa prática sobre o animal e sobre o sistema (REIS; NUSSIO, 2005). Em pastagens temperadas bem manejadas Miguel (2016) não encontrou diferença no consumo total de vacas com oferta de pastagem reduzida e suplementadas com silagem de milho versus vacas sem suplementação e com maior oferta de pastagem. A produção de leite, em casos em que a qualidade e a oferta de pasto não sejam extremamente limitantes não foi afetada pela suplementação. Em pastagens tropicais, onde a energia é ainda mais limitante a suplementação exclusiva com forragens conservadas dificilmente irá aumentar a densidade energética da dieta em situações de pastagens bem manejadas, o que pode explicar a inexistência de pesquisas sobre a suplementação exclusiva com forragens conservadas para vacas leiteiras mantidas em pastagens tropicais.

2.2.2 Suplementação Mista

Atualmente é bastante comum para vacas leiteiras em pastagens o uso de suplementação com forragens conservadas e concentrados simultaneamente, seja por meio do fornecimento de ingredientes de forma separada (“component feeding”, termo utilizado em inglês) ou ainda como ração totalmente misturada parcial (RTMp) (AULDIST et al., 2013; MENDES, 2016; WALES et al., 2013; WRIGHT et al., 2014). O uso de Component Feeding ou RTMp tem sido avaliado em alguns experimentos, os resultados divergem com vantagem ao fornecimento de RTMp (BARGO et al., 2002) e em alguns casos não houveram diferenças (AULDIST et al., 2013; WALES et al., 2013), ou ainda o fornecimento da forragem em separado foi superior a RTMp (WRIGHT et al., 2014), mostrando que além dos suplementos, as condições de fornecimento podem ter impacto nos resultados.

A adoção da suplementação mista com forragens e concentrados simultaneamente, especialmente sob a forma de RTMp são uma forma de melhorar a sincronia no fornecimento de nutrientes. Tal medida pode ser útil em situações de maior desafio, como no fornecimento de grandes quantidades de concentrado em duas refeições, ajudando a evitar quedas acentuadas do pH ruminal, e distúrbios decorrentes, como a queda do teor de gordura do leite (BARGO et al., 2002).

Para vacas em pastagem de inverno de boa qualidade, Proteína Bruta (PB) >20% e Fibra em Detergente Neutro (FDN) de aproximadamente 50%, suplementadas apenas com concentrado energético (P+C), com uma RTM composta de concentrado, silagens

de milho e alfafa e feno de alfafa (P+RTM) ou alimentadas exclusivamente com RTM (RTM), Bargo et al. (2002) obtiveram produções maiores para o tratamento RTM, seguido de P+RTM e por último P+C (38.1, 32.0 e 28.5 respectivamente). Entre as causas estiveram a diminuição do consumo, que foi 5.1 e 1.5 kg/vaca/dia para os tratamentos P+C e P+RTM, respectivamente, comparados ao RTM. Além de consumirem menor quantia de MS e por consequência menos energia, o gasto com atividade foi maior pelo pastejo, além de que as vacas do P+C caminharam 1,8 km/dia e as vacas do P+RTM 0,9 km/dia. O consumo excessivo de nitrogênio (especialmente formas solúveis no rúmen, PDR) também colaborou para um maior gasto energético com a sua eliminação, já que especialmente no tratamento P+C as vacas apresentaram valores médios de nitrogênio ureico do leite (NUL) de 14.9 mg/dL, e valores semanais acima de 15 mg/dL em grande parte do experimento.

Mendes (2016) comparou o fornecimento de silagem de milho ou RTMp, versus um grupo sem suplementação com vacas em pastagem de festuca (*Festuca aroundinacea*) e trevo branco (*Trifolium repens*). As vacas não suplementadas, tiveram uma oferta de pastagem de 35 kg de MS ao nível do solo, com 22 horas de acesso ao pasto. Os grupos suplementados receberam oferta de 25 kg de MS e acesso a pastagem por 7 horas/dia. A suplementação com silagem de milho apenas, foi efetiva em manter a produção de leite, aumentar o consumo e atender melhor o balanço de energia das vacas com restrição de oferta e tempo de acesso a pastagem. As vacas que receberam suplementação com RTMp produziram mais leite, além de terem um balanço positivo de energia. A TS para o grupo que recebeu silagem de milho foi de 0,73, enquanto para o tratamento recebendo RTMp foi de 0,83, em uma situação em que a pastagem consumida apresentou FDN em torno de 50% e PB acima de 22%.

Com vacas mantidas em pastagens tropicais a pesquisa sobre a suplementação mista é menos numerosa. Em um estudo avaliando o potencial de uma pastagem de quicuio em manter a produção de leite de vacas com média de 28 kg de leite/vaca/dia alimentadas com uma dieta completa balanceada, os autores forneceram 100, 65, 45 ou 20% dessa dieta como suplementação. Nessas condições as vacas diminuíram a produção de leite e houve elevada perda de peso nos tratamentos com redução da suplementação, em grande parte devido a não adaptação da suplementação a proporção de pastagem que as vacas precisariam, ingerir, bem como a qualidade da pastagem oferecida (CARVALHO et al., 2010).

Em experimentos realizados na década de 1990 na Austrália, o uso de silagem de milho para vacas recebendo concentrado em pastagens tropicais, mostram aumento na produção de leite de 0,9 e 0,6 kg/kg de MS de silagem consumida para vacas no início e metade/fim da lactação, sob em situações de restrição na oferta de pastagem (KAISER; MORAN; PILTZ, 2004).

Kuhnen et al., (2015) em uma pesquisa sobre as práticas de manejo adotadas na produção de leite no estado de Santa Catarina em diferentes sistemas, mostra que a suplementação volumosa e concentrada é adotada ao longo do ano todo.

2.2.2 Suplementação Concentrada

A suplementação concentrada para vacas em pastejo possui desafios, como o fornecimento de grandes quantidades de concentrado poucas vezes ao dia. Com isso a ingestão de nutrientes fica dessincronizada, já que a vaca consome separadamente o concentrado da forragem. No entanto, as pastagens apresentam intenso crescimento em parte do ano e em muitos sistemas podem suprir a necessidade de forragem, sendo a única fonte. Apesar de os resultados serem um pouco inferiores aos obtidos com a suplementação mista de concentrado e forragem, são reduzidos os custos com a produção, armazenagem e fornecimento de forragens conservadas, e vantagens dos concentrados como a maior densidade energética e a maior flexibilidade de uso (AULDIST et al., 2013; DOYLE; FRANCIS; STOCKDALE, 2005; JACOBS, 2014)

Historicamente Kempton (1983) descreve o início da utilização de concentrados para vacas em pastagens na Austrália, como forma de manter a produção e atender as cotas após quatro anos de seca. Para vacas recebendo dietas em sistemas confinados as pesquisas sobre a utilização de suplementação concentrada são mais antigas, inclusive com o propósito de uso mínimo de forragem, o oposto do almejado nos sistemas pastoris (MCCOY et al., 1966). A partir de então, o fornecimento de concentrados tem sido pesquisado em diferentes situações.

McLachlan et al. (1994) estudaram níveis de suplementação com concentrado contendo 15 % de PB para 40 vacas holandesas em pastagens tropicais. Foram fornecidos 0, 2, 4, 6 e 8 kg de concentrado/vaca/dia, distribuídos uma ou duas vezes ao dia. O período experimental foi de 250 dias para as vacas alimentadas uma vez ao dia e de 150 dias para aquelas alimentadas duas vezes ao dia. Em 250 dias de lactação a

produção de leite de vacas suplementadas uma vez ao dia aumentou de 12,8 kg/dia para o nível zero a 20 kg/dia para nível de 8 kg/dia de concentrado. A produção total de leite aumentou de 3046 kg para 4465 kg, para os níveis de zero a 8 kg/vaca/dia de concentrado, respectivamente. A produção de leite aumentou linearmente ($P<0,01$) com o aumento do nível de concentrado. Entretanto, a produção de leite corrigida a 4 % de gordura aumentou até o nível de 4 kg de concentrado, não havendo aumento significativo com níveis maiores de concentrado.

Com o objetivo de avaliar os efeitos da suplementação com concentrados durante os vários estádios de lactação, Stockdale et al. (1987) conduziram cinco experimentos com vacas em pastagem composta de azevém e trevo branco com oferta de 6-7 kg de MS/vaca/dia e suplementadas com 0 a 10 kg de MS/vaca/dia de um suplemento energético. As respostas marginais em produção de leite para níveis de 0 a 7 kg de MS de concentrado foram de 1,3, 1,5 e 0,7 kg para o início, meio e final da lactação, demonstrando uma maior eficiência no uso da suplementação no início e meio da lactação.

Existe ainda uma considerável discussão entre produtores, extensionistas e pesquisadores a respeito da melhor estratégia de distribuição de concentrados ao longo da lactação. Diversos trabalhos realizados em vários continentes e com diferentes sistemas de alimentação mostram que não existe benefício aparente no uso de sofisticados sistemas de distribuição de concentrados sobre o sistema “flat rate feeding” (alimentação fixa) para rebanhos produzindo até 7000 kg/lactação (RAKES e DAVENPORT, 1971; DAVISON et al., 1985; HILLS et al., 2015; LEAVER, 1988; VILELA et al., 1996). Trabalhando com pastagens tropicais, Davison et al. (1985) compararam quatro sistemas de distribuição de 600 kg de milho durante 280 dias de lactação. Os sistemas empregados foram: (1) quantidade fixa de 2,22 kg de grãos/dia durante a lactação; (2) quantidades diárias decrescentes de 3,5, 2,17 e 1,0 kg do concentrado durante 11-100, 101-190 e 191-280 dias de lactação, respectivamente; (3) 6,67 kd/dia de grão durante 11-100 dias de lactação; (4) quantidades crescentes de 1,0, 2,17 e 3,5 kg de grãos/dia durante os três períodos consecutivos de lactação. As produções de leite obtidas foram de 4145, 3942, 3794 e, 3630 kg para os sistemas (2), (1), (4) e (3), respectivamente. Os autores concluíram que não existe base estatística para a recomendação do sistema de alimentação decrescente (2) sobre o sistema de

alimentação fixa (“flat rate”) e que as menores produções obtidas nos sistemas (3) e (4) os tornam não recomendáveis.

Recentemente Hills et al. (2015) publicaram uma revisão sobre o fornecimento de concentrado de forma individualizada e em grupos e mostraram que não há base científica que recomende um sistema em detrimento do outro. Desse modo estratégias que considerem grupos, ou mesmo o rebanho todo são uma forma simples e barata de fornecimento da suplementação, fazendo adaptações principalmente para atender as variações qualitativas e quantitativas da pastagem e não a diferença entre animais (KELLAWAY; HARRINGTON, 2004).

No passado as forragens tropicais eram consideradas de baixo valor nutritivo. No entanto a compreensão do comportamento dessas plantas permitiu a adoção de práticas de manejo que priorizam a qualidade, com menores teores de fibra e maior participação de conteúdo celular (SANTOS et al., 2000 SANTOS et al. 2011). Um efeito secundário acaba sendo a maior concentração de proteína na forragem, com valores chegando ao redor dos 20% de proteína bruta. Isso gera um desequilíbrio entre este excesso de proteína e a falta de energia, resultando em perdas (DANÉS, 2010). Esses altos níveis de proteína são condizentes com os resultados encontrados em experimentos que avaliaram o uso de fontes de energia versus fontes de proteína para vacas em pastagens tropicais. Em um estudo investigando o efeito da inclusão de farelo de soja em concentrado baseado em milho, vacas recebendo 6 kg/vaca/dia de suplemento energético (9% PB) ou energético-proteico (20% PB) em pastagem de quicui, não houve diferenças na produção de leite (SEMMELMANN et al., 2008). O mesmo foi relatado em um estudo avaliando a suplementação com concentrados tendo 8,7, 13,4 ou 18,1% de PB em pastagem de capim elefante (DANES et al., 2013). Esses estudos mostram que para vacas leiteiras após o pico de lactação, mantidas em pastagens tropicais bem manejadas, a inclusão de fontes de proteína degradável no rúmen não traz ganhos em produção.

Na Austrália, Hamilton et al. (1992), utilizando vacas holandesas durante os três primeiros meses de lactação em pastagens de quicui sob pastejo em faixas, para testar os efeitos da suplementação de cevada moída (3,0 kg/vaca/dia) ou cevada mais farelo de girassol tratado ou não com 0,5 ou 0,7% de formaldeído (3,2 kg/vaca/dia), não encontraram diferenças com a inclusão de farelo não tratado. Os suplementos eram

isoenergéticos e foram fornecidos durante 8 semanas. Um tratamento controle (sem suplemento) foi utilizado. As produções médias de leite foram de 14,7, 17,9, 17,8, 18,9 e 18,4 kg/dia, respectivamente, para os tratamentos controle, cevada, cevada-farelo de girassol não tratado, cevada farelo de girassol tratado (0,5%) e cevada-farelo de girassol tratado (0,7%). A produção de leite das vacas que receberam farelo de girassol com 0,5% de formaldeído foi maior ($P<0,05$) em relação à das vacas que receberam cevada ou farelo não tratado. Além da maior produção em relação ao grupo controle, as vacas suplementados ganharam peso (0,13 kg/dia) e os do grupo controle apresentaram uma pequena perda de peso (-0,10 kg/dia). A taxa de substituição da pastagem neste experimento foi de apenas 0,16 kg/kg de concentrado e a resposta produtiva foi em média de 1,1 kg de leite/kg de concentrado. Os autores concluíram que para vacas sob pastejo, existe pouco ou nenhum benefício na adição de proteína degradável quando o teor de proteína do pasto oferecido é igual ou maior a 15%.

A inclusão de fontes de proteína não degradável no rúmen para vacas leiteiras recebeu grande atenção nas décadas de 1980 e 1990. A resposta a inclusão de fontes de Proteína Não Degradável no Rúmen (PNDR) na dieta foi observada em estudos com vacas canuladas no abomaso e em estudos com uso de caseína, mostrando que o fornecimento e balanço de aminoácidos tem impacto sobre a produção de leite (CHOUNG; CHAMBERLAIN, 1993; KELLAWAY; HARRINGTON, 2004). No caso de vacas em pastagens tropicais, resultados promissores foram relatados para vacas Jersey em pastagem bem manejada de capim Rhodes, suplementadas com caseína tratada com formaldeído. Nesse trabalho as vacas produziram 12,3, 12,7 e 14,7 kg de leite/vaca dia, para os tratamentos sem suplementação, caseína e caseína tratada com formaldeído, respectivamente (STOBBS; MINSON; MCLEOD, 1977). No entanto, em uma série de outros estudos, o uso de fontes variadas e especialmente com perfil de aminoácidos pouco favorável mostrou geralmente nenhum resultado ou ainda diminuição no desempenho dos animais. Nos experimentos utilizados na revisão, apenas aqueles em que a fonte de PNDR era farinha de peixe ou farelo de soja tratado mostraram resultados positivos (SANTOS et al., 1998). Na maioria das dietas para vacas leiteiras, a lisina e a metionina são os aminoácidos mais limitantes a produção (NRC, 2001), porém a suplementação de formas protegidas da degradação ruminal tem sido benéfica quando ambas são utilizadas, a suplementação com metionina protegida nem sempre tem mostrado vantagens produtivas e a suplementação exclusiva com lisina

tem mostrado resultados negativos (ROBINSON, 2010; ROBINSON; SWANEPOEL; EVANS, 2010), evidenciando a importância do uso de fontes balanceadas em aminoácidos.

Em Porto Rico, Delgado e Randel (1989) compararam o uso de concentrados contendo 18%, 15% e 15% de PB com Protek (proteína tratada por processo comercial) para vacas em pastagens de gramíneas tropicais, predominantemente capim estrela-africana (*Cynodon nlemfuensis*). As vacas produziram em média 17,3 kg de leite/dia, com um consumo médio de 7,44 kg/vaca/dia de concentrado. As diferenças entre os tratamentos foram muito pequenas ($P>0,05$) e os resultados obtidos indicaram que o primeiro fator limitante para a produção de leite foi a ingestão de energia líquida. Os autores concluíram que nas condições deste experimento, o concentrado com 15% de proteína não protegida foi adequado para vacas com produção de até 20 kg de leite por dia.

Reeves et al. (1996a) trabalhando com vacas holandesas em pastagens de quicuio constataram que a produção de leite aumentou consideravelmente (1,4 a 2,0 kg leite/kg grão) com a suplementação de 3,0 kg de grãos/vaca/dia, enquanto a inclusão de uma fonte de proteína não degradável (farelo de canola tratado com formaldeído) não foi efetiva para aumentar a produção de leite.

Sob restrição na oferta de forragem em pastagem de azevém anual e suplementação de 3 kg/vaca/dia de milho moído e farelo de glúten de milho (40:60), Ribeiro Filho et al. (2009) encontraram resposta de 1 kg de leite por kg de concentrado em comparação ao tratamento sem suplementação.

Vilela et al. (2003) avaliaram a inclusão de grão de soja tostado na suplementação concentrada de vacas da raça Holandesa em pastagem de coastcross. Foram utilizados 9 kg de concentrado.vaca⁻¹.dia⁻¹. A inclusão do grão de soja tostado no suplemento concentrado aumentou a produção de leite, produção de leite corrigida a 3,5% de gordura e teor de gordura no leite, cujos valores médios foram 22,2 *versus* 19,8, 23,6 *versus* 19,7 e 4,16 *versus* 3,49, respectivamente. Isso mostra que a suplementação de soja tostada teve efeito benéfico, não apenas sobre a produção de leite, mas também sobre o teor de gordura do mesmo. Os resultados obtidos por esses autores apresentam uma interpretação difícil, pois os concentrados tinham níveis diferentes de proteína, grande diferença no peso vivo das vacas entre os grupos, além de

o grão de soja ter um elevado teor de gordura, de modo que os concentrados não foram isoenergéticos.

Ainda é pouco conhecido o efeito da suplementação com fontes de alta qualidade e de baixa degradabilidade ruminal para vacas de alto potencial produtivo no estágio inicial de lactação mantidas em pastagens tropicais bem manejadas, sendo necessários estudos para a avaliação (SANTOS et al., 2005).

2.3 CONSUMO

Conforme já abordado, as vacas leiteiras em pastejo são quase permanentemente subalimentadas, ou ainda não podem consumir o mesmo que vacas recebendo dieta completa, como mostra um estudo com pastagem de clima temperado de alta qualidade e suplementação com cereais na ordem de 40% da ingestão de matéria seca, as vacas em pastejo consumiram 23% menos que vacas alimentadas com mistura completa (BARGO et al., 2002).

A mensuração ou mesmo a estimativa de consumo para animais em pastejo é dificultada, pois envolve a relação entre o animal e a forragem, fatores ambientais e de manejo (HEARD et al., 2011). McMeniman (1997) descreve alguns métodos disponíveis para avaliação de ingestão de alimento para animais em pastejo. Dentre eles, para vacas leiteiras temos os métodos que usam o desaparecimento de forragem, em que é feita a avaliação através da colheita de material em uma área conhecida antes e após o pastejo. Outro modo é o uso de marcadores indigestíveis, como o óxido de cromo fornecido em quantidade fixa e determinada ou ainda, marcadores presentes na própria planta, que podem ser determinados antes da ingestão e recuperados nas fezes como o alcanos. Em trabalhos que compararam métodos, observa-se que não há consenso sobre o melhor método. Em geral as estimativas por desaparecimento tem a maior variabilidade, no caso de indicadores externos a condução de ensaios de recuperação do indicador são fundamentais, ao passo que no uso de indicadores internos é fundamental a determinação bastante precisa da concentração deles nas plantas forrageiras (COSGROVE; COOPER, 2007; MACOON et al., 203; PENNING, 2004; REEVES et al., 1996b).

Em trabalhos envolvendo grandes rebanhos, especialmente em fazendas comerciais alguns autores têm usado o valor de energia da dieta frente às exigências do animal, calculando o consumo de modo reverso (HEARD et al., 2011; REEVES et al., 1996b; VAN DER GRINTEN et al., 1992). A partir das exigências estabelecidas para manutenção, crescimento, lactação, variação de peso entre outras (NRC, 2001), o consumo é determinado pela relação entre a exigência e o conteúdo de energia dos alimentos ingeridos. Nesse caso o valor energético dos componentes da dieta deve ser conhecido ou precisa ser estimado. A proporção de cada ingrediente na dieta do animal também deve ser conhecida, de modo que a relação entre as exigências e o valor energético da dieta determina a quantidade de alimento que o animal ingeriu (REEVES et al., 1996b; MCMENIMAN, 1997; HEARD et al., 2011). Em experimentos com animais confinados, onde se dispõe do valor da ingestão, essa mesma lógica é utilizada para determinar o conteúdo energético da dieta, resultando em valores semelhantes ao valor obtido pela avaliação da digestibilidade com uso de FDN indigestível (BOERMAN et al., 2015).

O uso do método reverso para determinação do consumo de animais em pastejo tem sido investigado e comparado a outros métodos por diversos autores. Em geral essa metodologia apresenta valores com menor variabilidade que as demais, além de permitir a determinação do consumo individual, mesmo que os animais pastejam em grupos, o que não é possível na técnica por desaparecimento. Outra vantagem é a menor interferência no comportamento dos animais e também não utilização de compostos tóxicos como o cromo, ou ainda de custo elevado como os alcanos (COSGROVE; COOPER, 2007; MACOON et al., 2003; PENNING, 2004; REEVES et al., 1996).

A necessidade de conhecimento sobre a quantidade ingerida de pastagem pela vaca se dá pelo fato de este ser um dos fatores mais impactantes na produção de leite, além de haver uma relação entre a rentabilidade econômica da atividade e a quantidade de pasto consumida. O consumo é afetado por fatores relacionados com a massa disponível, à composição botânica e morfológica, às características nutritivas e ao tempo de pastejo; além de fatores relacionados ao animal, como o estágio de lactação, potencial genético e peso vivo (JACOBS, 2014). No caso de animais em pastejo, especialmente com espécies forrageiras de clima tropical, a ingestão passa a ser limitada pelo alto teor de FDN presente no pasto, que afeta negativamente a ingestão.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito da suplementação energética e energético-proteica (baixo e alto teor de PNDR) sobre o desempenho produtivo e variação no peso de vacas da raça Jersey mantidas em pastagem com predominância de missioneira gigante (*Axonopus catharinensis*).

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar a produção de leite de vacas leiteiras em pastagem com predomínio de missioneira gigante (*Axonopus catharinensis*) à suplementação com concentrado energético ou energético-proteico.

Avaliar a resposta produtiva à suplementação com concentrados energético-proteicos com maior ou menor percentual de PNDR.

Avaliar o efeito destes fatores sobre a qualidade do leite (teores de gordura, proteína, lactose, extrato seco desengordurado, NUL, acidez titulável e estabilidade ao teste do álcool).

Avaliar o efeito destes fatores sobre o peso vivo e sua variação.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 ANIMAIS, TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Foram utilizadas 30 vacas Jersey, com peso vivo de 345 ± 32 kg, dias em lactação de 58 ± 44 e produção de leite de 21 ± 4.4 kg ao início do experimento. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, sendo os blocos formados segundo a ordem de parto, produção de leite, dias em lactação e peso vivo, formando 10 blocos de 3 vacas, sendo o tratamento sorteado no bloco.

O experimento foi conduzido de 05/10/2015 a 24/12/2015, em um total de 12 semanas, sendo que a primeira semana foi considerada como adaptação das vacas aos tratamentos. Após a conclusão da etapa experimental as vacas passaram a ser manejadas e alimentadas no regime normal da propriedade, sendo submetidas a uma dieta comum por 11 semanas, ou seja o mesmo período da etapa experimental, para a avaliação de efeitos residuais de tratamentos.

Os tratamentos consistiram de três suplementos concentrados (Tabela 1): energético, energético-proteico com alto teor de proteína degradável no rúmen (PDR), tendo como fonte de proteína o farelo de soja e energético-proteico com alto teor de proteína não degradável no rúmen (PNDR), onde o farelo de soja foi substituído totalmente por farelo de soja tratado com resina líquida (tecnologia Lignotech®, Soypass BR® (Cargill, Uberlândia, Minas Gerais). Às vacas foi fornecida uma quantia de 7 kg por dia do suplemento, independente da produção de leite, em esquema de “flat rate feeding”, dividido em duas vezes. A quantia de concentrado utilizada foi maior que aquela descrita como de maior resposta a suplementação (Hills et al., 2015), em função do nível de produção dos animais e de estarem na fase inicial da lactação. A proporção dos ingredientes, a composição bromatológica e o valor energético dos concentrados e da pastagem são mostrados na Tabela 1. As vacas recebiam o concentrado após as ordenhas, em cochos individuais. Nenhum suplemento volumoso foi fornecido aos animais durante o período experimental ou no pós-experimento a parte considerada como período residual.

Tabela 1. Composição da pastagem e dos concentrados experimentais fornecidos durante o período experimental

Item	Pastagem amostrada	Concentrado		
		14	20 (FS ¹)	20 (Soypass BR ²)
Ingrediente, % da matéria natural				
Milho moído	-	65.0	50.0	50.0
Farelo de soja	-	10.0	25.0	-
Soypass BR®	-	-	-	25.0
Casca de soja	-	20.0	20.0	20.0
Núcleo mineral/vitamínico ³	-	3.0	3.0	3.0
Calcário calcítico	-	1.0	1.0	1.0
Sal comum	-	1.0	1.0	1.0
Composição nutricional				
Massa pré-pastejo ⁴ (kg de MS/ha)	2386	-	-	-
Resíduo ⁴ (kg de MS/ha)	1300	-	-	-
Matéria seca, %	18.6	86.5	87.4	86.0
Proteína bruta, % da MS	19.9	14.1	20.7	20.6
Matéria mineral, % da MS	10.6	7.3	8.1	8.0
Extrato etéreo, % da MS	3.2	2.4	2.2	2.1
FDN, % da MS	58.3	17.5	17.5	18.0
FDA, % da MS	28.1	9.9	10.7	10.5
Lignina, % da MS	2.51	0.76	0.73	0.76
CNF ⁴ , % da MS	8.00	58.70	51.56	51.24
NDT ⁵ , % da MS	60.6	80.80	80.80	79.05
ELI ⁶ , Mcal/kg de MS	1.36	1.86	1.86	1.82

¹FS = Farelo de Soja.

²Soypass BR = Farelo de soja tratado, (Cargill, Uberlândia, Minas Gerais).

³Níveis por quilograma do produto: 205 g de Ca, 60 g de P, 20 g S, 20 g de Mg, 35 g de K, 70 g de Na, 15 mg de Co, 700 mg de Cu, 2500 mg de Zn, 700 mg de Fe, 10 mg de Cr, 1600 mg de Mn, 40 mg de I, 19 mg de Se, 1000 mg de Monensina sódica, 200.000 UI de vit. A, 50.000 UI de vit. D3 e 1500UI de vit. E.

⁴Cortado a 5 cm do nível do solo.

⁵Carboidratos não fibrosos = 100-(FDN+PB+MM+EE).

⁶Nutrientes digestíveis totais, calculados segundo a fórmula de Weiss et al.(1992).

⁷Energia líquida de lactação, calculada segundo a fórmula ELI=(NDT*0.0245)-0.12, conforme NRC (2001).

Após a ordenha da manhã as vacas recebiam metade do concentrado e eram encaminhadas a um novo piquete com água e sombra disponíveis, sendo colocadas em um novo piquete próximo do meio dia. Essa estratégia de manejo foi adotada em virtude do relevo acidentado, para evitar a concentração dos animais nas áreas planas, levando a formação de barro. Após a ordenha da tarde e de receberem o concentrado, as vacas seguiam para um novo piquete com água disponível e ali permaneciam até a ordenha do dia seguinte. As ordenhas eram realizadas as 05:30 e 17:00 horas, em sala de ordenha canalizada em espinha de peixe, duplo cinco. Durante o período experimental a produção de leite foi mensurada diariamente, através do medidor de leite WAIKATO® Multi Meter. Semanalmente foram coletadas amostras de quatro ordenhas consecutivas, sendo enviadas para análise de composição centesimal e contagem de células somáticas.

O peso vivo foi tomado após a ordenha da manhã por três dias consecutivos no início e fim do período experimental. O escore de condição corporal foi determinado semanalmente, seguindo a escala de 5 pontos (FERGUSON; GALLIGAN; THOMSEN, 1994).

O concentrado foi fornecido a uma taxa de 5 kg/vaca/dia, sendo formulado com milho, farelo de soja, casca de soja, núcleo mineral e vitamínico, calcário calcítico e sal comum; para ter um teor aproximado de 15% de PB na MS por 7 semanas pós experimento. Da oitava até a vigésima terceira semana pós-experimento as vacas receberam 4 kg/dia de um concentrado similar ao anterior, porém com uma substituição de parte do milho por farelo de soja para um nível de 16% de PB na MS. Essa variação nas quantidades foram feitas em função do declínio natural na produção de leite, dado pelo avanço da lactação; e as variações no nível de proteína visaram corrigir o declínio da qualidade da pastagem pelo avanço da estação. Neste período a produção de leite foi medida semanalmente e a composição mensalmente. Para a avaliação do efeito residual dos tratamentos foi adotado o critério proposto por Jørgensen et al., (2016) sendo consideradas como período de 11 semanas, o mesmo período de tempo utilizado na fase experimental, compreendendo de 25/12/2015 até 20/03/2016. Ao inicio do experimento, 3 vacas de cada grupo estavam prenhas, das demais foram coletados os dados de inseminações até a prenhez.

4.2 LOCAL, CLIMA E INSTALAÇÕES

O trabalho foi conduzido no período de 05 de outubro a 24 de dezembro de 2015, em uma propriedade localizada em Orleans, região sul do estado de Santa Catarina (Latitude 28°21'48"S, Longitude 49°13'48"O), altitude de 400 metros acima do nível do mar. O clima é classificado como Cfa, conforme EPAGRI (2005). Os dados de temperatura e pluviosidade foram obtidos dos dados do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), distante 2,5 km da propriedade, e são apresentados na Figura 1.

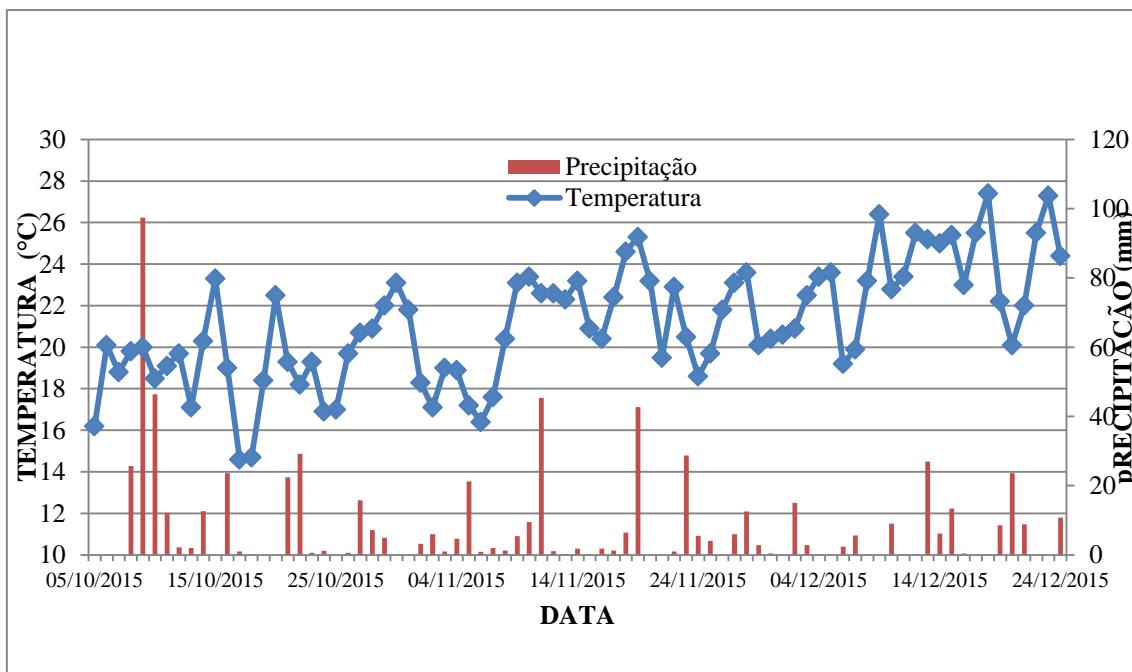


Figura 1. Gráfico das temperaturas médias e precipitação diárias no período experimental, no município de Orleans. Fonte: INMET (2016).



Figura 2. Vacas pastejando em piquetes de missioneira gigante (*Axonopus catharinensis*) durante a fase experimental.

O relevo do local é montanhoso (Figura 2), com altitude variando de 340 a 430 metros acima do nível do mar. uma imagem de satélite é apresentada na figura 3.

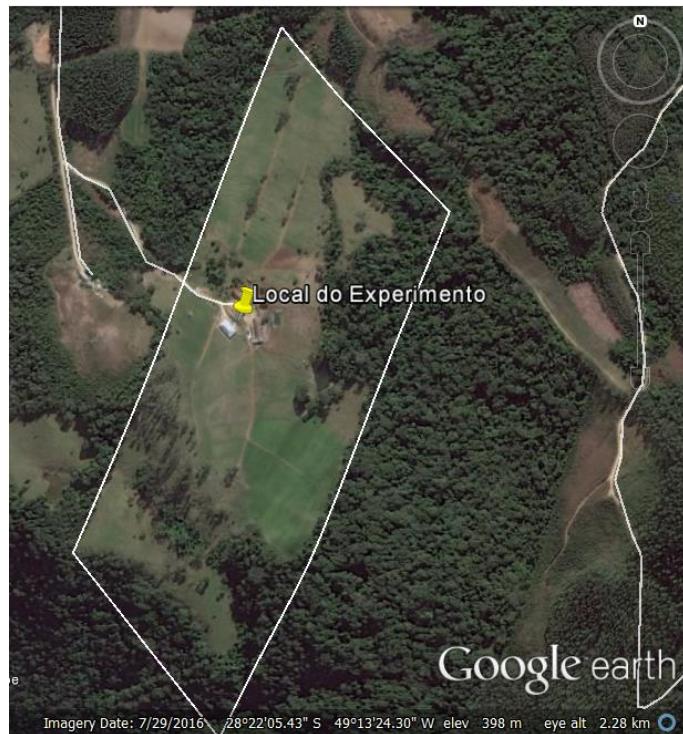


Figura 3. Imagem de satélite da área experimental. Fonte: Google (2017).

4.3 PASTAGEM E ANÁLISES QUÍMICAS

A área experimental era de 12 hectares, dividida em piquetes com área aproximada de 1700 m², formados com pastagem perene de verão, predominantemente composta por Missioneira Gigante (*Axonopus catharinensis*), manejada sob lotação intermitente, com o pastejo sendo feito quando os perfilhos de missioneira atingiam por volta de 4 a 5 folhas. Ao atingir este estágio era permitido o pastejo, no qual as vacas consumiam no máximo metade da altura inicial da pastagem. Posteriormente um lote de repasse, composto por novilhas prenhes e vacas secas pastejava a área até que a pastagem ficasse com aproximadamente metade de sua altura inicial. A pastagem é Durante o período experimental foram feitas 3 adubações de 20 kg de N/ha/mês, totalizando 60 kg de N/ha. Antes e após o pastejo, 10 quadros de pastagem, medindo 50 x 50 cm eram cortados a 5 cm do nível do solo (Figura 4), a massa pesada e uma subamostra tomada para determinação do teor de MS e posterior determinação da massa pré-pastejo e do resíduo. As amostras de pasto para determinação da composição bromatológica foram colhidas três vezes por semana através de simulação de pastejo (DE VRIES, 1995). Essas amostras foram secas e agrupadas por quinzena, então moídas a 1 mm e armazenadas em temperatura ambiente até a análise. Semanalmente foram tomadas amostras do concentrado e dos alimentos individualmente, sendo moídos em peneira de 1 mm e armazenados até a análise.



Figura 4.Corte da pastagem em quadros de 50x50 cm para a determinação da massa pré-pastejo e do resíduo pós pastejo

O teor de matéria seca foi determinado em estufa a 105°C por 24 horas e a matéria mineral em mufla a 550°C por 4 horas. O teor de FDN e FDA (VAN SOEST; ROBERTSON; LEWIS, 1991), sendo expressos os valores de FDN livre de cinzas e proteína insolúvel em detergente neutro e o valor de FDA livre de cinzas. O teor de N total foi determinado pelo método de Kjeldahl (AOAC, 1995), tendo o valor multiplicado por 6,25 para obtenção do valor de proteína bruta. A proteína presente nos alimentos foi analisada para determinação das frações segundo o NRC (2001), utilizando a metodologia descrita por Sniffen et al., (1992), onde a fração A corresponde ao nitrogênio não proteico, extraída pela solução de ácido tricloacético (TCA) a 10%, a fração B à proteína verdadeira, sendo B1 a de rápida degradabilidade extraída juntamente com a fração A pela solução de tampão borato-fosfato, mas não pela de TCA, B2 de degradabilidade intermediária, calculada pela diferença entre a proteína total e as demais frações e B3 de lenta degradabilidade, resultante da proteína presente no FDN e descontada da fração C que corresponde à proteína associada à parede celular, calculada pelo valor de nitrogênio insolúvel em detergente ácido, sendo uma fração indisponível. A estimativa de valor energético do pasto foi obtida com base na composição bromatológica dos alimentos segundo Weiss (1992) e adotada pelo NRC (2001).

Todas as exigências descritas foram calculadas com base nos valores apresentados pelo NRC (2001) para a manutenção, atividade, produção e variação no peso vivo. Foram medidas as distâncias percorridas pelas vacas, na horizontal e na vertical. Obtida a exigência energética diária por animal, a energia fornecida pelo concentrado foi subtraída, sendo admitido o restante como proveniente do pasto; de modo que o

consumo de MS do pasto é igual ao resultado da divisão do valor da energia exigida pelo valor energético estimado de cada quilograma de MS do pasto (COSGROVE; COOPER, 2007; HEARD et al., 2011; LEAVER, 2004; MACOON et al., 2013; REEVES et al., 1996a; UNDI et al., 2008). Com esses valores, a determinação do consumo de pasto foi feita por método reverso através da equação que segue.

$$\text{CMS Pastagem} = \frac{\left(\begin{array}{l} \text{ELI Manutenção} + \text{ELI Atividade} \\ + \text{ELI} (\text{Produção} * \text{Composição do leite}) \\ + \text{ELI Ganho de Peso} \end{array} \right) - \text{ELI Concentrado}}{\text{ELI Pasto}}$$

Em que

ELI Manutenção = $0.08 * (\text{Peso Vivo})^{0.75}$;

ELI Atividade = $((0.00045 * \text{Peso Vivo} * \text{Deslocamento Horizontal}) + (0.03 * \text{Peso Vivo} * \text{Deslocamento na Vertical}) + (0.0012 * \text{Peso Vivo}))$;

ELI Produção*Composição = $((0.0929 * \% \text{ Gordura}) + (0.0547 * \% \text{ Proteína}) + (0.0395 * \% \text{ Lactose})) * \text{Produção de Leite}$;

ELI Ganho de Peso = Ganho de Peso Diário (kg) * 5.12;

ELI Concentrado = Energia total fornecida pelo concentrado;
ELI em Mcal.

As amostras de leite conservadas por bronopol® foram encaminhadas para o Laboratório de Qualidade do Leite da Universidade do Contestado, pertencente a Rede Brasileira de Qualidade do Leite, localizado em Concórdia-SC. A determinação da composição (gordura, proteína, caseína, lactose, nitrogênio ureico do leite (NUL), extrato seco total (EST) e extrato seco desengordurado (ESD)) e da contagem de células somáticas (CCS), foram feitas por técnicas de absorção infravermelha e citometria de fluxo, respectivamente. A avaliação da acidez titulável foi realizada pelo teste de Dornic, metodologia descrita na IN 62 (BRASIL, 2011). Essa técnica baseia-se em adicionar a um Becker 10 ml de leite, 4 gotas de fenolftaleína e a titulação de solução Dornic até que ocorra a transição da cor branca do leite para um tom rósea que persista por mais de 30 segundos. Para o teste do álcool foram pipetados em uma placa de petri 2 ml de leite e 2 ml de solução alcoólica, seguida de homogeneização. Foram utilizadas soluções alcoólicas com concentrações crescentes de 64 a 84°GL, com intervalos de 2°GL. As soluções alcoólicas foram calibradas para pH 7,0.

4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados referentes ao consumo de alimentos, desempenho produtivo das vacas, composição e atributos físico-químicos do leite, peso vivo e escore de condição corporal das vacas foram submetidos à análise de variância, como medidas repetidas no tempo

para cada vaca (variável aleatória), utilizando-se o procedimento MIXED do pacote estatístico SAS (SAS Institute, 2002). O modelo estatístico inclui os efeitos da dieta, da semana, da interação entre dieta e semana e da covariável valor de cada variável dependente para a vaca antes do início do experimento. O efeito de bloco foi testado, porém não foi significativo. Estas análises foram realizadas para o período experimental (semanas 2 a 12) e pós-experimental (semanas 13 a 23). A normalidade dos resíduos foi testada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Para todo o período de ensaio (período experimental e pós-experimental) foram construídas curvas de lactação de Wood por técnica de regressão não linear, utilizando-se o procedimento NLIN do pacote estatístico SAS.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição bromatológica do pasto durante o período experimental (Tabela 1) demonstra valores de fibra em detergente neutro (FDN) e lignina menores e proteína bruta (PB) superior em comparação a outros trabalhos com gramíneas tropicais (DUFLOTH; VIEIRA, 2012; SEMMELMANN et al., 2008). Isso pode ser atribuído à fertilização e especialmente ao manejo, com uso de pastejos em intervalos irregulares, acompanhando o desenvolvimento da planta. Durante o experimento os intervalos entre pastejos variaram de 11 a 20 dias, dado o exuberante crescimento da pastagem.

O valor energético dos alimentos, estimados a partir da equação proposta por Weiss (1992) e adotada pelo NRC (2001), mostra valores próximos aos descritos por outros autores (DANES et al., 2013; VAN DER GRINTEN et al., 1992).

O fracionamento da proteína dos alimentos segundo o sistema CNCPS (Tabela 2), mostra que no caso do Soypass BR em relação ao farelo de soja, há aumento nas frações de degradabilidade mais lenta, com diminuição das frações rapidamente degradáveis no rúmen. Para a pastagem, os valores mostram que há predomínio de frações rapidamente degradáveis no rúmen, especialmente nitrogênio não proteico. Os valores são diferentes do relatado por outros autores em trabalhos com gramíneas tropicais no Brasil (DANES et al., 2013; LACERDA et al., 2004; RIBEIRO et al., 2001; ROMERO, 2008) que relatam valores menores para a fração A e valores superiores para as frações B2 e B3. Tais trabalhos foram conduzidos em ambiente de clima tropical, diferente do presente estudo.

Tabela 2. Fracionamento proteico dos alimentos consumidos durante o período experimental.

Alimento	PB, % da MS	Frações proteicas segundo o CNCPS¹, % da PB					
		A	B²	B1	B2	B3	C
Pasto	19.9	32.9	59.6	12.3	24.4	22.8	7.6
Milho	9.4	22.5	75.2	5.6	59.8	9.8	2.3
Soypass BR	53.3	3.4	93.4	1.9	77.5	14.0	3.1
Farelo de Soja	50.1	22.6	76.5	16.2	52.2	8.1	0.9
Casca de Soja	13.5	22.9	68.9	21.7	15.4	31.8	8.3

¹Cornell Net Carbohydrate and Protein System (SNIFFEN et al., 1992);

²Somatório de B1+B2+B3;

O fracionamento da proteína de gramíneas tropicais em ambiente subtropical é pouco relatado, sendo que os dados do NRC (2001) mostram que para o tifton-85 o perfil de frações da PB é semelhante ao encontrado no presente estudo. As frações

proteicas do milho e casca de soja são similares as descritas pela biblioteca de alimentos do NRC (2001) e nos dados compilados por pesquisadores da Universidade da Pensilvânia (ISHLER; HEINRICHS; VARGA, 1996).

O consumo de MS de pastagem foi maior para o tratamento que recebeu PNDR (Tabela 35), corroborando com o encontrado em outros estudos, em que foram incluídas fontes de proteína com baixa degradabilidade, feitas a partir de farelo de soja (DELAGARDE; PEYRAUD; DELABY, 1999; GIALLONGO et al., 2015; IPHARRAGUERRE; CLARK, 2005). Como não houve sobras de concentrado o consumo total seguiu o mesmo padrão.

A produção de leite durante o período experimental foi maior para o tratamento que recebeu concentrado com maior PNDR em aproximadamente 2 kg/vaca/dia, sendo que os tratamentos que receberam suplementação energética ou energético-proteico com alta proporção de PDR não diferiram entre si (Tabela 3). A resposta de vacas leiteiras à suplementação com PNDR oriunda de farelo de soja já foi observada por outros autores, sendo atribuída principalmente a um maior consumo de MS pelos animais (DELAGARDE; PEYRAUD; DELABY, 1999; GIALLONGO et al., 2015). O motivo pelo qual as vacas recebendo proteína de baixa degradabilidade ruminal tem um maior consumo de matéria seca ainda é desconhecido (IPHARRAGUERRE; CLARK, 2005). No entanto, isso ocorre também em estudos que avaliaram a infusão de caseína no abomaso de vacas em lactação (CHOUNG; CHAMBERLAIN, 1993; CLARK et al., 1977), especialmente quando as mesmas estavam em balanço negativo de proteína metabolizável (MARTINEAU et al., 2016).

Em estudos com seres humanos, o consumo ou a administração intravenosa de aminoácidos ou misturas deles tem efeito sobre alguns hormônios, especialmente o hormônio do crescimento ou somatotropina (ST) (CHROMIAK; ANTONIO, 2002; JACOBSON, 1990). Existe a especulação sobre uma resposta similar em ruminantes quando supridos com maiores quantidades de aminoácidos (HARESIGN; COLE, 1988). A resposta de vacas leiteiras a administração de somatotropina bovina (BST) e somatotropina recombinante bovina (rBST) é bastante conhecida. Em parte ocorre a ação de mecanismos que modificam a partição da energia entre os tecidos em favor da glândula mamária, porém o principal fator da resposta é o aumento no consumo de alimento (CHILLIARD, 1988; SOLIMAN; EL-BARODY, 2014). O uso de rBST em

animais em início de lactação e interrompido mostra efeito residual sobre a produção e consumo (CHILLIARD, 1988) que decrescem com o tempo. Em um estudo conduzido por Phipps et al. (1990) o uso de rBST durante uma lactação resultou em um maior consumo ao início da lactação seguinte. Se confirmado o efeito do suprimento de aminoácidos sobre a liberação de ST pode explicar a resposta imediata e residual a suplementação com fontes protéicas de boa qualidade e com baixa degradabilidade ruminal.

Tabela 3. Médias dos quadrados mínimos e erros-padrão das médias (EPM) para produção e composição do leite, escore de células somáticas (ECS), variação de peso vivo, (escore de condição corporal) ECC, acidez titulável e resistência do leite ao teste do álcool.

Variável	Tratamento			EPM	P > F
	14	20 (FS¹)	20 (Soypass BR²)		
Leite (kg/vaca/dia)	20.18 ^b	21.09 ^b	23.05 ^a	0.7028	0.014
PLCEnergia ³ (kg/vaca/dia)	23.16 ^b	23.11 ^b	25.31 ^a	0.6939	0.0415
Gordura (%)	4.31	3.97	4.00	0.1291	0.1398
Gordura (kg/dia)	0.862 ^{ab}	0.829 ^b	0.918 ^a	0.0305	0.1257
Proteína (%)	3.52	3.42	3.43	0.0551	0.3795
Proteína (kg/dia)	0.713 ^b	0.722 ^{ab}	0.771 ^a	0.0202	0.0925
Lactose (%)	4.63	4.65	4.66	0.0287	0.7688
Lactose (kg/dia)	0.941 ^b	0.973 ^{ab}	1.069 ^a	0.0349	0.0268
Caseína (%)	2.66	2.64	2.60	0.0513	0.7751
Caseína (kg/dia)	0.537 ^b	0.546 ^{ab}	0.584 ^a	0.0153	0.0763
NUL ⁴ (mg/dL)	13.54 ^b	17.45 ^a	16.69 ^a	0.5504	< 0.0001
ECS ⁵	2.17 ^b	3.27 ^a	2.58 ^{ab}	0.3105	0.0554
Ganho de peso vivo total (kg)	0.729 ^b	10.73 ^{ab}	15.89 ^a	3.8922	0.0326
ECC (escala de 1-5)	2.80	2.75	2.68	0.2648	0.5111
Acidez Titulável (°Dornic)	17.21	17.43	17.21	0.4035	0.9072
Álcool ⁶	75.23	76.7	76.38	0.7776	0.3718

Valores seguidos de letras diferentes diferem entre si a 5% de significância

¹FS = Farelo de Soja.

²Soypass BR = Farelo de soja tratado, (Cargill, Uberlândia, Minas Gerais).

³Produção de leite corrigida pela energia=(0.327*PL) + (12.95*%G*PL/100) + (7.65*%P*PL/100), onde PL = produção de leite em kg/dia, G = percentagem de gordura e P= percentagem de proteína.) segundo Tyrrell e Reid (1965)

⁴Nitrogênio ureico do leite.

⁵ECS= Escore de células somáticas, ECS=log2((CCS+1)/100)+3.

⁶Maior concentração de álcool etílico (em %) ao qual o leite resistiu sem coagulação.

Em bovinos de corte, pesquisadores do Nebraska também relataram maior consumo quando os animais consumindo silagem de milho foram suplementados com níveis crescentes de fonte de proteína de baixa degradabilidade ruminal à base de farelo de soja (SoyPass*) formulando dietas que continham 2,5, 5,0, 7,5 ou 10% de PNDR na MS. O consumo aumentou e a conversão alimentar diminuiu, ambos de forma linear com o aumento na suplementação com PNDR (HILSHER et al., 2016); Em outro experimento avaliando suplementos a base de casca de soja e sebo com ou sem inclusão de fonte de PNDR para novilhos consumindo resíduo pós colheita de milho, a inclusão

*Soypass: Produto a base de farelo de soja tratado, visando fornecer proteína não degradável no rúmen.

de PNDR por meio de farelo de soja tratado (SoyPass^{*}) aumentou o peso final dos animais e diminuiu a conversão alimentar (TIBBITTS et al., 2016). Com isso o aumento no consumo de alimentos em função do fornecimento de fontes de proteína não degradável no rúmen parece estar associado a alguma sinalização pós-ruminal exercida por aminoácidos, especialmente os mais limitantes já que o perfil da proteína fornecida deve ser similar as proteínas do leite (IPHARRAGUERRE; CLARK, 2005; STOBBS; MINSON; MCLEOD, 1977)A composição do leite não apresentou diferenças entre os tratamentos. Como a produção de leite foi maior para as vacas que receberam PNDR, a produção diária de componentes do leite foi maior no caso de gordura, proteína, lactose e caseína, quando comparados ao tratamento energético. Esses resultados corroboram com os relatados por Schor e Gagliostro (2001), para vacas em pastagem de clima temperado recebendo suplementação com proteína não degradável no rúmen.

O consumo de matéria seca (CMS) foi determinado com base no método reverso a partir da energia, segundo as exigências descritas no NRC (2001) para manutenção, atividade, ganho de peso e produção (Tabela 4). A relação entre a energia gasta na produção de leite e a energia total consumida, mostra que as vacas do presente experimento estão próximas ao critério definido por Davis (1993) para classificar uma vaca como de alta produção. Segundo essa definição, para ser de alta produção uma vaca deve produzir em um dado momento em leite o equivalente a 70% da energia total consumida. Nesse experimento, os valores médios durante todo o período experimental ficam acima dos 65% de energia secretada via leite em relação a energia total consumida. Outro ponto interessante é a quantidade de energia gasta com atividade que correspondeu a um incremento de 20% sobre a energia gasta com manutenção das vacas, esse valor é o mesmo relatado no NRC (2001) para vacas pastejando em áreas de relevo fortemente ondulado ou montanhoso. O deslocamento horizontal diário das vacas foi de 1076 metros, enquanto deslocamento vertical foi de 74,6 metros. O peso vivo médio das vacas foi de 345 kg.

As vacas que receberam concentrado com maior nível de PNDR obtiveram um maior ganho de peso no período, no entanto não a ponto gerar diferença na condição corporal (Tabela 3). O ganho de 16 kg em 11 semanas para vacas recebendo PNDR, é positivo, visto que estão na primeira metade da lactação. Outro ponto importante é de que vacas ganhando peso nesta fase são indicativo de um balanço positivo entre a energia consumida e a energia necessária para manter a produção de leite, gerando

excedentes para a formação de reservas corporais. As vacas que atingem um balanço energético positivo mais cedo após o parto têm benefícios na produção total de leite e de componentes ao longo da lactação, bem como redução nos problemas de fertilidade (BUTLER, 2014; DE VRIES; VEERKAMP, 2000; MARKUSFELD; GALON; EZRA, 1997; THORUP; EDWARDS; FRIGGENS, 2012) especialmente para vacas em situações de restrição no consumo energia, seja pela fase da lactação ou ainda vacas em pastejo (BARGO et al., 2002, 2003; KOLVER; MULLER, 1998; NRC, 2001).

Tabela 4. Calculo da energia fornecida pelos ingredientes da dieta e da energia gasta em manutenção, atividade, produção e ganho de peso durante o período experimental.

Item	Tratamento		
	14	20 (FS)	20 (Soypass BR)
Energia fornecida (Mcal de EII/dia)			
Concentrado	11.29	11.28	11.04
Pasto	12.30	12.92	14.61
Total	23.59	24.20	25.65
Energia gasta (Mcal de EII/dia)			
...Manutenção	6.40	6.48	6.51
Atividade ¹	1.34	1.35	1.37
Ganho de Peso	0.06	0.70	1.06
Produção de Leite	15.79	15.67	16.71
Total	23.59	24.20	25.65

¹Os gastos com atividade englobam os deslocamentos horizontal e vertical além do gasto com atividade de pastejo.

O NUL foi similar para os tratamentos suplementados com fontes de PNDR e PDR durante o período experimental. O tratamento recebendo suplementação energética apresentou NUL mais baixo, diferindo dos demais. Os valores são superiores aos descritos por Danes et al. (2013) com vacas recebendo suplementação concentrada, com 13,4 ou 18% de PB em pastagem de capim elefante, devidos em grande parte à maior concentração de proteína nos concentrados e na pastagem, resultando em dietas com maior teor de PB (Tabela 5)

A partir da relação proteína:gordura do leite (tabela 3), variando de 0.81 a 0.86, e de relação concentrado:volumoso das dietas experimentais (Tabela 5) é possível observar que as vacas estavam em um manejo alimentar que favoreceu a saúde ruminal, estando menos predispostas a ocorrência de distúrbios alimentares como a acidose (DAIRYNZ, 2014; DUFFIELD et al., 1997; GEISHAUSER et al., 1998; JENKINS et al., 2015; NRC, 2001). O teor de gordura encontrado no presente estudo é menor que o

relatado em outros trabalhos com uso de vacas da raça Jersey mantidas em pastagem tropical com suplementação concentrada (MALLESON et al., 2009; VAN WYNGAARD; MEESKE; ERASMUS, 2015). Dentre as explicações podem ser mencionados os teores de FDN, especialmente de FDN fisicamente efetivo que é aquele capaz de estimular a ruminação evitando a ocorrência de acidose. O NRC (2001) descreve como 1 ou próximo o coeficiente de efetividade da fibra em forragens não processadas. No presente estudo, pelo consumo aferido, um coeficiente de efetividade do FDN da pastagem de 0,6 já seria abaixo do ideal para as vacas. O teor FDA das dietas, (Tabela 5) que apresentaram valores marginais, nos quais há possibilidade de queda no teor de gordura do leite (CSIRO, 2007), além do fornecimento de 7 kg de concentrado em apenas duas refeições (KELLAWAY; HARRINGTON, 2004).

Tabela 5. Consumo de matéria seca (CMS) da pastagem, concentrados e total, relação concentrado:volumoso, energia líquida de lactação e teores de PB, FDN e FDA das dietas a partir do consumo de pastagem determinado pelo método reverso.

Item	Tratamento		
	14	20 (FS)	20 (Soypass BR)
CMS Pastagem (kg de MS/dia)	9.11	9.57	10.82
CMS Concentrado	6.055	6.12	6.022
CMS Total	15.17	15.67	16.84
Relação Concentrado:Volumoso	40:60	39:61	36:64
ELI Dieta (Mcal de ELI/kg de MS)	1.56	1.56	1.53
PB (% da MS)	17.58	20.21	20.15
FDN (% da MS)	41.98	42.39	43.79
FDA (% da MS)	20.82	21.31	21.76

O escore de células somáticas (ECS) apresentou diferenças durante o período experimental entre os tratamentos, as vacas que receberam suplementação com PDR tiveram ESC maior, comparado ao tratamento energético. Os valores de ECS relatados no período experimental do presente estudo apesar de apresentarem diferenças entre si, não chegam a ter impactos negativos sobre a produção e qualidade do leite (ALESSIO et al., 2016; LUDOVICO et al., 2015). No período pós-experimental o ECS não apresentou diferenças entre tratamentos, permanecendo na faixa de 3. Em situações como a deste trabalho, ainda não foram descritas relações entre o teor e/ou tipo de proteína no concentrado com a contagem de células somáticas do leite.

Quanto aos aspectos físico-químicos do leite, avaliados pela acidez titulável em graus Dornic e pela resistência ao teste do álcool, não houve diferenças entre os tratamentos durante o período experimental. A acidez titulável média foi de 17 °Dornic e o leite apresentou resistência ao álcool até a graduação de 76° GL, valores dentro dos padrões estabelecidos pela IN 62. Os valores de acidez titulável e de resistência ao teste do álcool são similares aos descritos por Abreu (2008) trabalhando com vacas Jersey suplementadas em pastagem de capim elefante no oeste do estado de Santa Catarina.

Quanto a reprodução, 3 animais de cada grupo estavam prenhes ao início do experimento. Dos demais, 5 emprenderam na primeira inseminação e duas de cada grupo a segunda inseminação. O tratamento recebendo concentrado energético teve um intervalo parto-concepção de 103 dias. Para os animais que receberam concentrado energético-proteico com farelo de soja o intervalo foi de 86 dias e de 83 para o grupo que recebeu concentrado energético-proteico com Soypass BR®. Os dados não foram submetidos a análise estatística, já que os grupos não foram formados para tal propósito.

No período pós-experimental a produção de leite continuou sendo maior para o grupo que recebeu PNDR, sendo que a diferença entre as demais dietas foi superior a 2 kg de leite (Tabela 6), sem afetar os teores de gordura, proteína e caseína. As vacas que receberam, durante o período experimental, suplementação com PNDR também apresentaram no período pós-experimental maior produção diária de proteína e de lactose, explicadas pela maior quantia de leite produzida.

O nitrogênio ureico do leite foi maior para o tratamento que recebeu PNDR no período pós-experimental, mesmo com as vacas recebendo a mesma quantia do mesmo concentrado energético que as demais. Os valores de NUL em primeira análise são considerados baixos, especialmente para uma dieta em que não há o balanceamento por aminoácidos (ISHLER, 2017). No entanto, para vacas na metade da lactação, valores próximos a esses tem sido relatados sem que ocorra prejuízos à produção de leite, e aumentando a eficiência de uso do nitrogênio ingerido (DANES et al., 2013). Dentre os fatores que podem explicar valores baixos de NUL estão o fornecimento de dietas com menor teor de proteína e altas relações CNF/PB fornecidos na dieta, ou seja, em dietas ricas em energia especialmente quando existe a presença de carboidratos rapidamente fermentáveis no rúmen, como o amido (AGUILAR et al., 2012; GODDEN et al., 2001). Um indicativo de que as dietas tiveram um alto teor de CNF é a relação

Proteína: Gordura que ficaram todas acima de 0.9 (DAIRYNZ, 2014; DUFFIELD et al., 1997; GEISHAUSER et al., 1998; JENKINS et al., 2015; NRC, 2001). O maior valor de NUL para o tratamento que recebeu PNDR no período experimental pode ser explicado pela maior ingestão de nutrientes, dentre eles proteína, para suportar a maior produção de leite (AGUILAR et al., 2012). Como a oferta de suplemento foi a mesma, os nutrientes necessários para manter a maior produção de leite foram consumidos da pastagem, já em vacas na metade da lactação, o consumo e a produção de leite tem grande correlação, de modo que as vacas que mais produzem também tem um maior consumo, diferentemente da fase inicial da lactação em que há diferentes graus de mobilização de reservas ou da fase final, em que há acúmulo de reservas (FRIGGENS et al., 1998; NRC, 2001).

Tabela 6. Produção e composição do leite no período pós-experimental

Variável	Tratamento			EPM	<i>P > F</i>
	14	20 (FS ²)	20 (Soypass ³)		
Leite (kg/vaca/dia)	18.03 ^b	18.09 ^b	20.34 ^a	0.7590	0.0515
PLCEnergia ³	^a 19.58 ^b	20.35 ^b	23.60	1.1266	0.0431
Gordura (%)	3.83	4.07	3.99	0.0017	0.5863
Gordura (kg/dia)	0.687	0.729	0.824	0.0480	0.1489
Proteína (%)	3.73	3.67	3.60	0.0753	0.5429
Proteína (kg/dia)	0.672 ^{ab}	0.650 ^b	0.751 ^a	0.0340	0.1075
Lactose (%)	4.39 ^b	4.69 ^a	4.70 ^a	0.0357	0.0114
Lactose (kg/dia)	0.775 ^b	0.834 ^b	0.936 ^a	0.0374	0.0171
Caseína (%)	2.91	2.86	2.76	0.0007	0.4130
Caseína (kg/dia)	0.527	0.505	0.581	0.0290	0.1849
NUL ⁵ (mg/dL)	6.36 ^b	6.92 ^b	9.13 ^a	0.4812	< 0.0009
ECS ⁶	3.57	3.37	3.78	0.4418	0.8188

Valores seguidos de letras diferentes diferem entre si a 5% de significância

¹de 25/12/15 a 20/03/16

²FS = Farelo de Soja.

³Soypass BR = Farelo de soja tratado, (Cargill, Uberlândia, Minas Gerais).

³Produção de leite corrigida pela energia=(0.327*PL) + (12.95*%G*PL/100) + (7.65*%P*PL/100), onde PL = produção de leite em kg/dia, G = percentagem de gordura e P= percentagem de proteína.) segundo Tyrrell e Reid (1965)

⁴Nitrogênio ureico do leite.

⁵ECS= Escore de células somáticas, ECS=log2((CCS+1)/100)+3.

A produção de leite total no período experimental e pós-experimental considerado para avaliação de efeitos residuais dos tratamentos foi maior para o tratamento recebendo PNDR. Graficamente fica evidente a maior produção de leite para o tratamento que recebeu PNDR em ambos os períodos (5 e 6). A diferença observada teve magnitude similar a observada no período experimental, com 2 kg de leite a mais que os outros tratamentos. O efeito residual de tratamentos é observado em outros estudos em que a qualidade da dieta consumida por vacas no início da lactação, especialmente quando são comparados vacas não suplementadas versus suplementadas

ou ainda em que as dietas controle sejam mais restritivas (JØRGENSEN et al., 2016). Utilizando vacas em pastagem de capim elefante, suplementadas com concentrado energético contendo ou não uma fonte de gordura sob forma de sais de cálcio, Souza (2014) observou efeito residual da inclusão de gordura de palma no concentrado de vacas no início da lactação, evidenciando a possibilidade de aumento de produção e de uso mais eficiente de recursos conforme a fase de lactação.

Os tratamentos recebendo suplementação energético-proteica com alto teor de PDR assim como no período experimental, não mostrou efeito residual na produção de leite, teor e produção diária de gordura, proteína e caseína que os diferisse durante as 11 semanas pós-experimento, comparado ao uso de suplementação energética. O teor de lactose do tratamento que recebeu suplementação energética no período experimental foi menor no pós-experimento, dentre os motivos pelos quais alguns autores relatam baixos teores de lactose estão o fornecimento de dietas com baixo teor de energia, ou ainda um consumo insuficiente de energia para atender a produção, bem como manutenção, ganho de peso e gestação, ou ainda vacas com uma elevada contagem de células somáticas no leite (ALESSIO et al., 2016). No presente experimento, como não houve diferenças entre o ECS dos tratamentos no período pós-experimental, a contagem de células somáticas não pode ser relacionada ao menor teor de lactose do leite no pós-experimento, para as vacas que receberam suplementação energética durante o período experimental. Em trabalhos comparando o fornecimento de concentrado com diferentes teores de proteína bruta, o teor de lactose foi maior para os tratamentos que receberam maiores níveis de proteína bruta, quando comparados com tratamentos recebendo suplementação baseada em grão de milho durante o período experimental (MALLESON et al., 2009; TESFA et al., 1995), no entanto ainda não foram encontradas razões biológicas para isso.

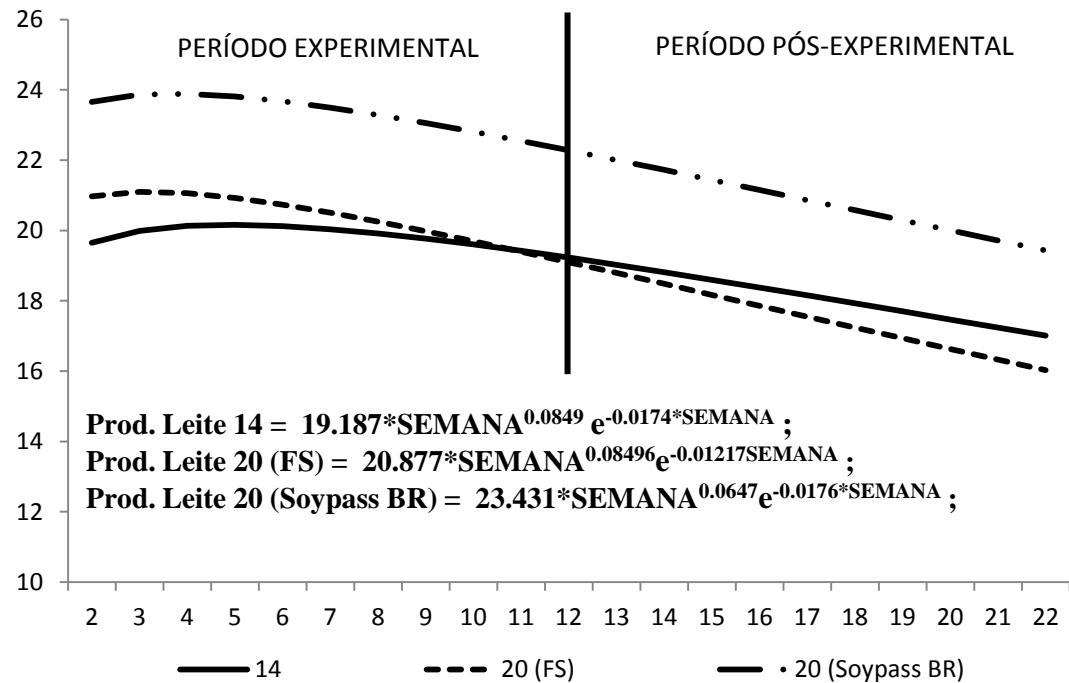


Figura 5- Curvas de Wood para a produção de leite nos períodos experimental e pós-experimental.

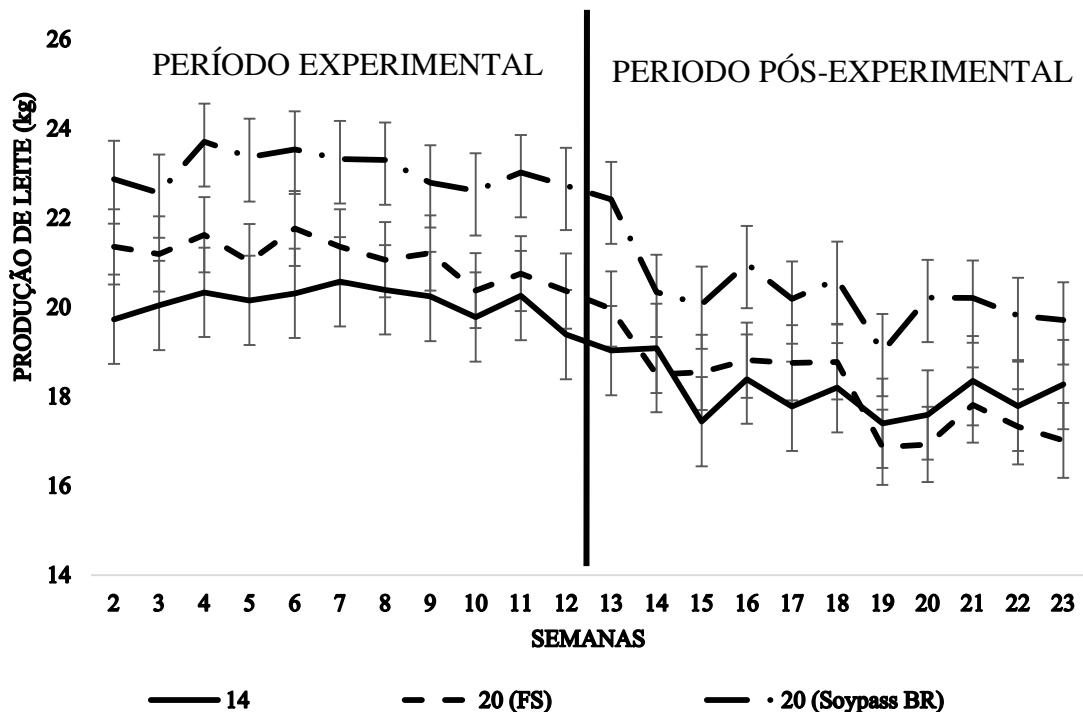


Figura 6- Médias dos quadrados mínimos e desvios-padrão das médias para produção de leite por semana durante o período experimental e pós-experimental.

6 CONCLUSÕES

Para vacas leiteiras na metade inicial da lactação, mantidas em pastagem tropical bem manejada, com proteína bruta em torno de 20% e FDN inferior a 60% na MS, a suplementação com fonte de proteína de baixa degradabilidade ruminal aumenta a produção de leite, de componentes e o ganho de peso vivo.

A suplementação com proteína de baixa degradabilidade ruminal na metade inicial da lactação possui efeito residual sobre a produção de leite e as produções diárias de proteína e lactose.

A suplementação com fontes de proteína convencionais, com alta degradabilidade ruminal, para vacas em pastagem tropical bem manejada, com proteína bruta em torno de 20% e FDN inferior a 60% na MS, não traz benefícios comparada a suplementação energética.

7 BIBLIOGRAFIA

- ABREU, A. S. DE. **Leite instável não ácido e propriedades físico-químicas do leite de vacas Jersey.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
- AGUILAR, M. et al. Cow and herd variation in milk urea nitrogen concentrations in lactating dairy cattle. **Journal of dairy science**, v. 95, n. 12, p. 7261–8, 2012.
- ALESSIO, D. R. M. et al. Multivariate analysis of lactose content in milk of Holstein and Jersey cows1. **Semina: Ciencias Agrarias**, v. 37, n. 4, p. 2641–2652, 2016.
- AOAC. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry.** 16th ed. Washington: AOAC International, 1995.
- AULDIST, M. J. et al. Feed conversion efficiency and marginal milk production responses of pasture-fed dairy cows offered supplementary grain during an extended lactation. **Animal Production Science**, v. 51, n. 3, p. 204–209, 2011.
- AULDIST, M. J. et al. Effects of different strategies for feeding supplements on milk production responses in cows grazing a restricted pasture allowance. **Journal of dairy science**, v. 96, n. 2, 2013.
- BARGO, F. et al. Performance of high producing dairy cows with three different feeding systems combining pasture and total mixed rations. **Journal of dairy science**, v. 85, p. 2948–2963, 2002.
- BARGO, F. et al. Invited review: production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. **Journal of dairy science**, v. 86, n. 1, p. 1–42, 2003.
- BAUDRACCO, J. et al. Effects of stocking rate, supplementation, genotype and their interactions on grazing dairy systems: a review. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v. 53, n. 2, p. 109–133, 2010.
- BEEVER, D. E.; DOYLE, P. T. Feed conversion efficiency as a key determinant of dairy herd performance : a review. **Australian Journal Experimental Agriculture**, p. 645–657, 2007.
- BOERMAN, J. P. et al. Milk production responses to a change in dietary starch concentration vary by production level in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 7, p. 4698–4706, 2015.
- BRASIL. Instrução Normativa N 62. Brasil: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento MAPA 2011
- BUTLER, S. T. Nutritional management to optimize fertility of dairy cows in pasture-based systems. **Animal : an international journal of animal bioscience**, v. 8 Suppl 1, 2014.
- CARVALHO, P. C. DE F. et al. Potencial do capim-quicuio em manter a produção e a qualidade do leite de vacas recebendo níveis decrescentes de suplementação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 9, p. 1866–1874, 2010.

- CHILLIARD, Y. Long effects of recombinant bovine somatotropin (rBST) on dairy cow performances(1). **Annales de Zootechnie.** v.37, n. 3, p.159-180, 1988.
- CHOUNG, J. J.; CHAMBERLAIN, D. G. The effects of abomasal infusions of casein or soya-bean-protein isolate on the milk production of dairy cows in mid-lactation. **Br J Nutr,** v. 69, n. 1, p. 103–115, 1993.
- CLARK, J. H. et al. Milk production, nitrogen utilization and glucose synthesis in lactating cows infused postruminally with sodium caseinate and glucose. **The Journal of nutrition,** v. 107, n. 4, p. 631–44, 1977.
- CÓRDOVA, U. D. A. **Produção de leite à base de pasto em Santa Catarina.** Florianópolis: EPAGRI, 2012.
- COSGROVE, D.; COOPER, D. Forage Focus - GUEST COLUMN - MARCH 2007 Estimating Pasture Forage Dry Matter Intake of Grazing Dairy Cattle. n. March, p. 0–1, 2007.
- COWAN, R.T., et al. . Northern dairy feedbase 2001. 2. Summer feeding systems. **Tropical Grasslands.** v. 27, n. 3, p.150-61, 1993.
- CHROMIAK, J. A; ANTONIO, J. A. Use of Amino Acids as Growth Hormone-Releasing Agents by Athletes. **Nutrition.** v. 18, p. 657-661, 2002.
- CSIRO. **Nutrient requirements of domesticated ruminants.** Collingwood:CSIRO, 2007.
- DAIRYNZ. **FeedRight Information Sheet : Protein to fat ratio.** Disponível em: <https://www.dairynz.co.nz/media/816845/WEB_Protein-to-fat-ratio.pdf>. Acesso em: 21 fev. 2017.
- DANES, M. A C. et al. Effect of protein supplementation on milk production and metabolism of dairy cows grazing tropical grass. **Journal of dairy science,** v. 96, n. 1, p. 407–19, 2013.
- DANÉS, M. DE A. C. **Teor de proteína no concentrado de vacas em lactação mantidas em pastagens de capim elefante.** Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade do Estado de São Paulo, Piracicaba, 2010.
- DAVIS, C.L. **Alimentación de la vaca lechera alta productora.** Dundee, IL: Milk Specialties Company, 1993. 60 p.
- DAVISON, T. M., JARRETT,W.D., and MARTIN, P. (1985) A comparison of four patterns of allocating maize during lactation to Friesian cows grazing tropical pastures. **Australian Journal of Experimental Agriculture** 25: 241–248.
- DE VRIES, M. F. W. Estimating forage intake and quality in grazing cattle: A reconsideration of the hand-plucking method. **Journal of Range Management,** v. 48, n. 4, p. 370–375, 1995.
- DE VRIES, M. J.; VEERKAMP, R. F. Energy balance of dairy cattle in relation to milk production variables and fertility. **Journal of dairy science,** v. 83, n. 1, p. 62–69, 2000.

- DEBONA, D. Produção de leite em Santa Catarina cresceu 191% de 2000 a 2013 - **Diário Catarinense.** 2015. Disponível em: <<http://dc.clicrbs.com.br/sc/noticias/noticia/2015/10/producao-de-leite-em-santa-catarina-cresceu-191-de-2000-a-2013-4865291.html>>. Acesso em: 26 jan. 2017.
- DEBONA, D. SC conquista o quarto lugar na produção de leite do Brasil. **Diário Catarinense.** 2017. Disponível em: <<http://dc.clicrbs.com.br/sc/noticias/de-ponto-a-ponto/noticia/2017/04/sc-conquista-o-quarto-lugar-na-producao-de-leite-do-brasil-9773825.html>>. Acesso em 17 de abril de 2017.
- DELABY, L. et al. The effect of two contrasting grazing managements and level of concentrate supplementation on the performance of grazing dairy cows To cite this version : Original article and level of concentrate supplementation. **Animal Research**, v. 52, p. 437–460, 2003.
- DELAGARDE, R.; PEYRAUD, J.-L.; DELABY, L. Influence of carbohydrate or protein supplementation on intake, behaviour and digestion in dairy cows strip-grazing low-nitrogen fertilized perennial ryegrass. **Annales de Zootechnie**, v. 48, n. 2, p. 81–96, 1999.
- DELGADO, I., RANDEL, P.F. Supplementation of cows grazing tropical grass swards with concentrates varying in protein level and degradability. **Journal of Dairy Science**. v.72, n.4, p.995-1001, 1989.
- DOYLE, P. T.; FRANCIS, S. A.; STOCKDALE, C. R. Associative effects between feeds when concentrate supplements are fed to grazing dairy cows: A review of likely impacts on metabolisable energy supply **Australian Journal of Agricultural Research**, 2005.
- DUFFIELD, T. F. et al. Use of test day milk fat and milk protein to detect subclinical ketosis in dairy cattle in Ontario. **Canadian Veterinary Journal**, v. 38, n. 11, p. 713–718, 1997.
- DUFLOTH, J. H.; VIEIRA, S. A. Qualidade nutricional, produção de matéria seca, rendimento animal e econômico da missioneira gigante (axonopus catharinensis) na região sul de santa catarina. **Revista Tecnologia e Ambiente**, v. 18, p. 56–69, 2012.
- EMBRAPA (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA). **A dinâmica da produção de leite nos últimos 20 anos | Sistemas de Produção - Embrapa Gado de Leite.** Disponível em: <<http://www.cnpli.embrapa.br/sistemaproducao/4121-din%C3%A2mica-da-produ%C3%A7%C3%A3o-de-leite-nos-%C3%BAltimos-20-anos>>. Acesso em: 2 fev. 2017.
- EPAGRI. **Manual de referências técnico-econômicas de sistemas de produção agropecuários de Santa Catarina.** Florianopolis: EPAGRI, 2005.
- FAVERDIN, P., DULPHY, J.P., COULON, J.B., et al. Substitution of roughage by concentrates for dairy cows. **Livestock Production Science**. v. 27, p.137-56, 1991.
- FERGUSON, J. D.; GALLIGAN, D. T.; THOMSEN, N. Principal Descriptors of Body Condition Score in Holstein Cows. **Journal of Dairy Science**, v. 77, n. 9, p. 2695–2703, 1994.

- FRENCH, P. et al. The economic , environmental and welfare implications of alternative systems of accommodating dairy cows during the winter months. v. 9, n. 1996, p. 838–842, 2015.
- FRIGGENS, N. C. et al. Feed Intake Relative to Stage of Lactation for Dairy Cows Consuming Total Mixed Diets with a High or Low Ratio of Concentrate to Forage. **Journal of Dairy Science**, v. 81, n. 8, p. 2228–2239, ago. 1998.
- FULKERSON, W. J. et al. Nutritive value of forage species grown in the warm temperate climate of Australia for dairy cows: Grasses and legumes. **Livestock Science**, v. 107, n. 2–3, p. 253–264, 2007.
- GEISHAUSER, T. D. et al. An Evaluation of Protein/Fat Ratio in First DHI Test Milk for Prediction of Subsequent Displaced Abomasum in Dairy Cows. **Canadian Journal of Veterinary Research**, v. 62, n. 2, p. 144–147, 1998.
- GIALLONGO, F. et al. Extruded soybean meal increased feed intake and milk production in dairy cows. **J. Dairy Sci.**, v. 98, n. 9, p. 6471–6485, 2015.
- GODDEN, S. M. et al. Relationships Between Milk Urea Concentrations and Nutritional Management, Production, and Economic Variables in Ontario Dairy Herds. **J. Dairy Sci.**, v. 84, n. 5, p. 1128–1139, 2001.
- GRAINGER, C.; MATHEWS, G. Positive relation between substitution rate and pasture allowance for cows receiving concentrates. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 29, n. 3, p. 355, 1989.
- HAMILTON, B.A., ASHES, J.R., CARMICHAEL, A.W. Effect of formaldehyde-treated sunflower meal on the milk production of grazing dairy cows. **Australian Journal of Agriculture Research**. v. 43, p. 379–87. 1992.
- HARESING, W; COLE, D. J. A. **Avances en nutrición de los rumiantes.** s.l.:Acribia, 1977, 417p.
- HEARD, J. W. et al. Calculating dry matter consumption of dairy herds in Australia: The need to fully account for energy requirements and issues with estimating energy supply. **Animal Production Science**, v. 51, n. 7, p. 605–614, 2011.
- HILLS, J. L. et al. Invited review : an evaluation of the likely effects of individualized feeding of concentrate supplements to pasture-based dairy cows. **Journal of Animal Science**, p. 1363–1401, 2015.
- HILSCHER , F. H. Effects of Protein Supplementation in Corn Silage Growing Diets Harvested at 37 or 43% DM on Cattle Growth. In: Nebraska Cattle Report, 2016, Lincoln, Anais... Lincoln:Univiversity of Nebraska-Lincoln, 2016. p. 49-51.
- HODGSON, J. **The influence of grazing pressure and stocking rate and herbage intake and animal performance** (J. Hodgson, R. K. Jackson, Eds.)Pasture utilization by the grazing animal. Anais...British Grassland Society, 1981
- HONGERHOLT, D. D.; MULLER, L. D. Supplementation of rumen-undegradable protein to the diets of early lactation Holstein cows on grass pasture. **Journal of dairy science**, v. 81, n. 8, p. 2204–14, ago. 1998.

IPHARRAGUERRE, I. R.; CLARK, J. H. Impacts of the source and amount of crude protein on the intestinal supply of nitrogen fractions and performance of dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 88 Suppl 1, n. July 2004, p. E22–E37, 2005.

ISHLER, V. A. **Interpretation of Milk Urea Nitrogen (MUN) Values — Dairy — Penn State Extension**. Disponível em:
<http://extension.psu.edu/animals/dairy/nutrient-management/certified-dairy/tools/interpretation-of-mun-values>. Acesso em: 2 fev. 2017.

ISHLER, V.; HEINRICHS, J.; VARGA, G. **From Feed to Milk: Understanding Rumen Function**. Pennsylvania State University, , 1996. Disponível em:
<http://extension.psu.edu/animals/dairy/nutrition/nutrition-and-feeding/rumen-function/from-feed-to-milk-understanding-rumen-function>

JACOBS, J. L. Challenges in ration formulation in pasture-based milk production systems. **Animal Production Science**, v. 54, p. 1130–1140, 2014.

JACOBSON, B. H. Effects of Amino Acids on Growth Hormone Release. **The Physician and Sportsmedicine**. v. 18, n. 1, p.63-70, 1990.

JENKINS, N. T. et al. Utility of inline milk fat and protein ratio to diagnose subclinical ketosis and to assign propylene glycol treatment in lactating dairy cows. **The Canadian veterinary journal. La revue vétérinaire canadienne**, v. 56, n. 8, p. 850–4, 2015.

JØRGENSEN, C. H. et al. Invited review : Carryover effects of early lactation feeding on total lactation performance in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, p. 1–9, 2016.

KAISER, A. G.; MORAN, J. B.; PILTZ, J. W. **Feeding silage to dairy cows**. 2. ed. Orange: Dairy Australia and New South Wales Department of Primary Industries, 2004.

KELLAWAY, R. C.; HARRINGTON, T. **Feeding Concentrates Supplements for Dairy Cows**. Collingwood: Landlinks Press, 2004.

KEMPTON, T. J. **Supplementary feeding of dairy cows to increase milk production.**, 1983. Disponível em:
<http://www.livestocklibrary.com.au/handle/1234/19459>

KOLVER, E. S.; MULLER, L. D. Performance and Nutrient Intake of High Producing Holstein Cows Consuming Pasture or a Total Mixed Ration 1. **Journal of Dairy Science**, v. 81, p. 1403–1411, 1998.

KUHNEN, S. et al. Farm management in organic and conventional dairy production systems based on pasture in southern brazil and its consequences on production and milk quality. **Animals**, v. 5, n. 3, p. 479–494, 2015.

LACERDA, P. D. DE et al. Variação anual da composição bromatológica de duas forrageiras cultivadas nas baixadas litorâneas do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Ciência Rural**, v. 34, p. 523–529, 2004.

LEAVER, J.D. Level and pattern of concentrate allocation to dairy cows. In: GARNSWORTHY, P.C. ed. **Nutrition and lactation in the dairy cow**. London: Butterworths, 1988. p.315-26

- MACOON, B. et al. Comparison of three techniques for estimating the forage intake of lactating dairy cows on pasture. **Journal of Animal Science**, v. 81, p. 2357–2366, 2003.
- MALLESON, E. R. et al. Fishmeal supplementation to high-producing Jersey cows grazing kikuyu pasture. **Tropical Grasslands**, v. 43, n. 2, p. 98–105, 2009.
- MARKUSFELD, O.; GALON, N.; EZRA, E. Body condition score, health, yield and fertility in dairy cows. **Veterinary Record**, v. 141, n. 3, p. 67–72, 1997.
- MARTINEAU, R. et al. Casein infusion rate influences feed intake differently depending on metabolizable protein balance in dairy cows: A multilevel meta-analysis. **Journal of dairy science**, v. 99, n. 4, p. 2748–61, 2016.
- MATTIELLO, C. A. **Avaliação do rendimento industrial, atributos microbiológicos e físico-químicos de queijo colonial produzido a partir de leite com dois diferentes níveis de células somáticas**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2016.
- McLACHLAN, B.P., ERLICH, W.K., COWAN, R.T., et al. Effect of level of concentrate fed once or twice daily on the milk production of cows grazing tropical pasture. **Aust. J. Exp. Agric.** v. 34, n. 3, p.301-6, 1994.
- MCCOY, G. C. et al. Complete Feed Rations for Lactating Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, v. 49, n. 9, p. 1058–1063, 1966.
- MCMENIMAN, N. P. **Methods of Estimating Intake of Grazing Animals** Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Simpósio sobre Tópicos Especiais em Zootecnia, 34. **Anais...Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997**
- MENDES, D. **Efeito da suplementação com silagem de milho ou ração parcialmente misturada para vacas leiteiras em pasto perene de inverno** Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2016.
- MIGUEL, M. F. **SUPLEMENTAÇÃO COM SILAGEM DE MILHO PARA VACAS LEITEIRAS EM PASTEJO: CONSUMO DO PASTO, PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO LEITE**. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2016.
- MILKPOINT. **IBGE: em 2015, produção de leite brasileira caiu 0,4% em relação ao ano de 2014 - Leite & Mercado - Giro Lácteo - MilkPoint**. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/cadeia-do-leite/giro-lacteo/ibge-em-2015-producao-de-leite-brasileira-caiu-04-em-relacao-ao-ano-de-2014-102304n.aspx>>. Acesso em: 26 jan. 2017.
- NRC. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. Washington: National Academic Press, 2001.
- PENNING, P. D. **Herbage Intake Handbook**. 2nd edition, London: British Grassland Society, 2004.
- RAKES, A.H., DAVENPORT, D.G. Response of dairy cows to two systems of distributing annual concentrates over lactation cycle. **J. Dairy Science**. v. 54, p.1300-4, 1971.

- REEVES, M.; FULKERSON, W.J.; KELLAWAY, R.C. Production responses of dairy cows grazing well-managed kikuyu (*Pennisetum clandestinum*) pastures to energy and protein supplementation. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v. 36, n. 7, p.763-70, 1996a.
- REEVES, M. et al. A comparison of three techniques to determine the herbage intake of dairy cows grazing kikuyu (*Pennisetum clandestinum*) pasture. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 36, n. 1, p. 23–30, 1996.
- REIS, R. A.; NUSSIO, L. G. Planejamento suplementação com volumosos em pastagens. **Visão Agrícola**, n. 3, p. 43–46, 2005.
- RIBEIRO, K. G. et al. Caracterização das frações que constituem as proteínas e os carboidratos, e respectivas taxas de digestão, do feno de capim-tifton 85 de diferentes idades de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 2, p. 589–595, 2001.
- RIBEIRO FILHO, H. M. N. et al. Farelo de glúten de milho para vacas leiteiras em pastos de azevém anual. **Ciência Rural**, v. 39, n. 4, p. 1162–1168, 2009.
- ROBINSON, P. H. Impacts of manipulating ration metabolizable lysine and methionine levels on the performance of lactating dairy cows: A systematic review of the literature. **Livestock Science**, v. 127, n. 2–3, p. 115–126, fev. 2010.
- ROBINSON, P. H.; SWANEPOEL, N.; EVANS, E. Effects of feeding a ruminally protected lysine product, with or without isoleucine, valine and histidine, to lactating dairy cows on their productive performance and plasma amino acid profiles. **Animal Feed Science and Technology**, v. 161, n. 3–4, p. 75–84, 2010.
- ROMERO, J. V. **Compostos nitrogenados e de carboidratos em pastos de capim-elefante (Pennisetum purpureum) cv . Cameroon manejados com intervalos de desfolhação fixos e variáveis**. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade do Estado de São Paulo, Piracicaba, 2008.
- SANTOS, F. A. P. et al. Effects of Rumen-Undegradable Protein on Dairy Cow Performance : A 12-Year Literature Review 1. p. 3182–3213, 1998.
- SANTOS, F. A. P.; JUNCHEN, S. O. Sistemas de produção de leite a base de forrageiras tropicais. In: FONTANELI, R. S.; DÜRR, J. W.. **Sistemas de produção de leite**. Passo Fundo, RS, 2000. p.22-36.
- SANTOS, F.A.P.; PEDROSO, A.M.; MARTINEZ, J.C.; PENATTI, M.A. Utilização da suplementação com concentrados para vacas em lactação mantidas em pastagens tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA LEITEIRA, 5. 2005, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 2005. p. 219-294.
- SANTOS, F.A.P.; DANÉS, M.A.C.; MACEDO, F.L.; CHAGAS, L.J. Manejo alimentar de vacas em lactação em pasto. In: Simpósio Sobre Bovinocultura Leiteira, 9, 2011, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 2011. p.119- 158.
- SCHOR, A; GAGLIOSTRO, G. A. Undegradable protein supplementation to early-lactation dairy cows in grazing conditions. **Journal of dairy science**, v. 84, n. 7, p. 1597–1606, 2001.

SEMMELMANN, C. E. N. et al. Suplementação energética ou energético-protéica para vacas leiteiras em pastagem de quicuio (*Pennisetum clandestinum*) no Planalto Sul de Santa Catarina. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 36, n. 2, p. 127–131, 2008.

SNIFFEN, C. et al. A Net Carbohydrate and Protein System for Evaluating Cattle Diets: II. Carbohydrate and Protein Availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 3562–3577, 1992.

SOLIMAN, E. B; EL-BARODY, M. A. A. Physiological responses of dairy animals to recombinant bovine somatotropin: A review. **Journal of Cell and Animal Biology**. v. 8, n. 1, p. 1-14, 2014.

SOUZA, J. DE. **Fontes de gordura alteram o desempenho e o metabolismo de vacas mantidas em pastagens tropicais Jonas de Souza Piracicaba.** Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade do Estado de São Paulo, Piracicaba, 2014.

STOBBS, T. H.; MINSON, D. J.; MCLEOD, M. N. The response of dairy cows grazing a nitrogen fertilized grass pasture to a supplement of protected casein. n. September 1975, p. 137–141, 1977.

STOCKDALE, C.; CALLAGHAN, A.; TRIGG, T. Feeding high energy supplements to pasture-fed dairy cows. Effects of stage of lactation and level of supplement. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 38, n. 5, p. 927, 1987.

STOCKDALE, C.R., TRIGG, T.E. Effect of pasture allowance and level of concentrate feeding on the productivity of dairy cows in late lactation. **Australian Journal of Experimental Agriculture**. v. 25, n. 4, p.739-44, 1985

TESFA, A. T. et al. Effects of supplementary concentrate composition on milk yield, milk composition and pasture utilization of rotationally grazed dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, v. 56, n. 1–2, p. 143–154, 1995.

THORUP, V. M.; EDWARDS, D.; FRIGGENS, N. C. On-farm estimation of energy balance in dairy cows using only frequent body weight measurements and body condition score. **Journal of dairy science**, v. 95, n. 4, p. 1784–93, 2012.

TIBBITTS, B. T. ET AL. Effects of Supplemental Energy and Protein Source on Performance of Steers Grazing Irrigated Corn Residue. In:Nebraska Cattle Report, 2016, Lincoln, Anais... Lincoln:Univiversity of Nebraska-Lincoln, 2016. p. 31-32.

UNDI, M. et al. Comparison of techniques for estimation of forage dry matter intake by grazing beef cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 88, n. 4, p. 693–701, 2008.

VAN DER GRINTEN, P. et al. Utilisation of kikuio grass (*Pennisetum clandestinum*) pastures and dairy production in a high altitude region of Costa Rica. **Tropical Grasslands**, v. 26, p. 255–262, 1992.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 3583–3597, 1991.

VAN WYNGAARD, J. D. V.; MEESKE, R.; ERASMUS, L. J. Effect of palm kernel

expeller as supplementation on production performance of Jersey cows grazing kikuyu-ryegrass pasture. **Animal Feed Science and Technology**, v. 199, p. 29–40, 2015.

VANDEHAAR, M. et al. Harnessing the genetics of the modern dairy cow to continue improvements in feed efficiency. **J. Dairy Sci**, v. 99, p. 1–14, 2016.

VENTURINI, C. E. P. **A Geografia do Leite Brasileiro - Leite & Mercado - Artigos Especiais - MilkPoint**. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/cadeia-do-leite/artigos-especiais/a-geografia-do-leite-brasileiro-87327n.aspx>>. Acesso em: 2 fev. 2017.

VILELA, D.; ALVIM, M.J.; CAMPOS, O.F.; RESENDE, J.C. Produção de leite de vacas Holandesas em confinamento ou em pastagem de coast-cross. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.25, n.6, p.1228-1244, 1996.

VILELA, D., MATOS, L.L., ALVIM, M.J., et al. Utilização de soja integral tostada na dieta de vacas em lactação, em pastagem de *Coastcross* (*Cynodon dactylon*, L. Pers.) **Rev. Brasileira de Zootecnia**. v.32, n.5, p. 1243-1249, 2003.

VILELA, D. et al. Desempenho de vacas da raça Holandesa em pastagem de coastcross 1. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 2, p. 555–561, 2006.

WALES, W. J. et al. Use of partial mixed rations in pasture-based dairying in temperate regions of Australia. **Animal Production Science**, v. 53, n. 11, p. 1167–1178, 2013.

WALKER, G. P. et al. Effect of level of grain supplementation on milk production responses of dairy cows in mid-late lactation when grazing irrigated pastures high in paspalum (*Paspalum dilatatum* Poir.). **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 41, n. 1, p. 1–11, 2001.

WEISS, W. P., H. R. CONRAD, AND R. S. PIERRE. A theoretically- base model for predicting total digestible nutrient values of a for- ages and concentrates. **Anim. Feed Sci. Technol.** 39:95–119, 1992.

WERNCKE, D. et al. Qualidade do leite perfil das propriedades leiteiras no sul de Santa Catarina: abordagem multivariada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootenia**, v. 68, n. 2, p. 506–516, 2016.

WRIGHT, M. M. A. et al. Feeding a partial mixed ration once a day did not increase milk production compared with feeding grain in the dairy and forage in the paddock. p. 1405–1411, 2014.