

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

Letícia Wlodarski

**IMPACTO PRODUTIVO DE VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS E
CLIMÁTICAS E AVALIAÇÃO DE FERRAMENTAS DE
DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL DE VACAS EM LACTAÇÃO EM UM
REBANHO COMERCIAL**

Santa Maria, RS
2021

Letícia Wlodarski

**IMPACTO PRODUTIVO DE VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS E
CLIMÁTICAS E AVALIAÇÃO DE FERRAMENTAS DE
DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL DE VACAS EM LACTAÇÃO EM UM
REBANHO COMERCIAL**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), como requisito parcial para obtenção do título de **Doutora em Zootecnia.**

Orientador: Dr. Gilberto Vilmar Kozloski

Santa Maria, RS
2021

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001

Wlodarski, Leticia

Impacto produtivo de variáveis fisiológicas e climáticas e avaliação de ferramentas de diagnóstico nutricional de vacas em lactação em um rebanho comercial / Leticia Wlodarski.- 2021.

126 p.; 30 cm

Orientador: Gilberto Vilmar Kozloski

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós Graduação em Zootecnia, RS, 2021

1. Consumo a pasto 2. Diagnóstico nutricional 3. Avaliação de ferramentas 4. Variáveis climáticas e fisiológicas 5. Vacas leiteiras I. Kozloski, Gilberto Vilmar II. Título.

sistema de geração automática de ficha catalográfica da usm. dados fornecidos pelo autor(a). sob supervisão da direção da divisão de processos técnicos da biblioteca central. bibliotecária responsável paula schoenfeldt patta cm 10/1728.

Declaro, LETÍCIA WLODARSKI, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Tese) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

Leticia Wlodarski

**IMPACTO PRODUTIVO DE VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS E CLIMÁTICAS E
AVALIAÇÃO DE FERRAMENTAS DE DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL DE VACAS
EM LACTAÇÃO EM UM REBANHO COMERCIAL**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Zootecnia.

Aprovado em 29 de outubro de 2021:

Gilberto Vilmar Kozloski, Dr (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Henrique Mendonça Nunes Ribeiro Filho, Dr (UDESC-SC)

Cecilia Cajarville, Dra (UDELAR- Uruguai)- Videoconferência

Jose Laerte Nornberg, Dr (UFSM)- Videoconferência

Julio Vargas, Dr (UFSM)- Videoconferência

Santa Maria, RS
2021

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Polan e Bernadete e ao meu irmão Leandro pelo apoio e amor;

Ao professor Gilberto Kozloski, pela orientação e conhecimentos transmitidos;

Aos meus amigos Christina, Mariana e Matheus Lehnhart pela ajuda e parceria no laboratório e nos encontros no Kioski e Locadora.

Ao Dérick Rösler (Jags), meu irmão e amigo que sempre esteve ao meu lado e foi meu psicólogo, parceiro de festas e família em Santa Maria.

Ao Diego Zeni pela ajuda nas coletas de condição corporal.

Ao Claudio Pozo por toda a ajuda e parceria.

Aos técnicos de laboratório, Clóvis, Giseli e Vitor, pelo auxílio nas atividades laboratoriais;

Aos estagiários e amigos, Camila, Jaílson, Luiz Eduardo, Mateus, Thaís, Larissa, João, Rafaela, Gabriela, Flaiane, Júlia, Wilian (Show), Nathália e Lucas por toda a ajuda nas lidas da eterna Toropi!

Ao Ênio Scholz por disponibilizar a propriedade para a realização do experimento a campo e por toda a ajuda e amizade.

Ao INRAE, Saint-Gilles, França, pelo acolhimento e ajuda. Principalmente ao Rémy Delagarde e Luc Delaby.

Ao Jean François Marie Charles Tourrand por toda ajuda e incentivo sempre. Uma pessoa fantástica!

Ao CIRAD, Montpellier, França, pelo acolhimento.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

*“On ne voit bien qu’avec le coeur.
L’essentiel est invisible pour les yeux“
(Le Petit Prince)*

RESUMO

Impacto produtivo de variáveis fisiológicas e climáticas e avaliação de ferramentas de diagnóstico nutricional de vacas em lactação em um rebanho comercial

AUTOR: Letícia Wlodarski

ORIENTADOR: Gilberto Vilmar Kozloski

O objetivo deste trabalho foi avaliar o impacto de variáveis fisiológicas e climáticas na produção de leite em um rebanho comercial do sul do Brasil, comparar o método visual de estimativa do escore de condição corporal (ECC) com medidas de ultrassom da gordura subcutânea (EGS) das vacas e comparar os valores de consumo de pastagem estimados com o uso do prato ascendente (PA) com aqueles estimados pelo HerbValo. O estudo foi realizado durante dezoito meses em uma propriedade leiteira do sul do Brasil. As dietas consistiam em pastagens tropicais ou temperadas, suplementadas com alimentos adicionais. Foram obtidos 137997 registros de produção de leite das ordenhas da manhã e tarde, além dos dados reprodutivos de 210 vacas. Adicionalmente, dados de temperatura e umidade do ar foram obtidos diariamente para calcular o Índice de Temperatura e Umidade (ITU). Os dados de produção de leite, climáticos e qualitativos do rebanho foram submetidos à análise de agrupamento e análise de ordenação, através da análise de coordenadas principais. Medições pareadas do ECC e da EGS foram feitas mensalmente ao longo de doze meses em 152 vacas Holandesas. O aproveitamento da forragem foi estimado mensalmente em até quatro piquetes selecionados aleatoriamente ($n = 40$) utilizando o PA e, em paralelo, também foi estimado pelo método HerbValo. Os valores obtidos pelo PA e o HerbValo foram comparados por meio de regressão linear usando o PROC REG. A produção de leite foi impactada pelo mês do ano, dias em lactação e ordem de parto. Assim como, o ITU e o mês de parto foram inversamente relacionados a produção de leite. Em geral, tanto o BCS quanto o BFT não foram afetados pelo mês do ano. A relação linear entre as medidas de EC e EGS foi: $EGS \text{ (mm)} = 4,29ECC + 5,17$ (RMSE = 2,88; $P < 0,01$; $n = 669$). Os valores de aproveitamento de forragem estimados pelo PA foram linearmente ($P < 0,01$) relacionados aos estimados pelo HerbValo em pastagens tropicais ($slope = 1,01$; $R^2 = 0,88$) e temperadas ($slope = 0,76$; $R^2 = 0,54$). O aproveitamento da forragem estimado pelo PA e HerbValo para pastagens temperadas foi em média 0,98 ($\pm 0,45$) e 0,88 ($\pm 0,25$) e, para pastagens tropicais, 0,89 ($\pm 0,48$) e 0,78 ($\pm 0,26$) tonMS/ha, respectivamente. Os valores de consumo de forragem estimados pelo PA também foram linearmente relacionados aos estimados por HerbValo ($P < 0,01$; $R^2 = 0,83$) e foram em média 7,2 ($\pm 3,03$) e 8,3 ($\pm 2,45$) kgMS /vaca/dia, respectivamente. As mudanças nas características físicas e nutricionais das pastagens ofertadas no decorrer do ano, assim como a ordem de parto e a condição climática, impactam a produção de leite. A mudança no EGS das vacas não foi detectada precisamente como uma mudança em seu ECC. A variabilidade média da condição corporal pode ser detectada pelo EGS e pelo ECC, portanto, qualquer uma das ferramentas é aceitável. A utilização e o consumo de pastagens por um rebanho leiteiro em um sistema baseado em pastagem subtropical podem ser estimados pelo método HerbValo.

Palavras-chave: Índice de temperatura e umidade. Metodologia. Reservas corporais. Utilização de pastagem. Vacas leiteiras

ABSTRACT

PRODUCTIVE IMPACT OF PHYSIOLOGICAL AND CLIMATE VARIABLES AND EVALUATION OF NUTRITIONAL DIAGNOSIS TOOLS OF LACTATING COWS IN A COMMERCIAL HERD

AUTHOR: Letícia Wlodarski
ADVISOR: Gilberto Vilmar Kozloski

The aim of this study was to evaluate the impact of physiological and climatic variables on milk production in a commercial herd in southern Brazil, to compare the visual method of estimating the body condition score (BCS) with ultrasound measurements of the backfat thickness (BFT) of cows and to compare pasture consumption values estimated by the ascending plate (PA) with those estimated by HerbValo. The study was carried out for eighteen months on a dairy farm in southern Brazil. Diets consisted of tropical or temperate pastures, supplemented with additional foodstuffs. A total of 137,997 records of milk production from morning and afternoon milkings were obtained, in addition to reproductive data from 210 cows. Additionally, air temperature and humidity data were obtained daily to calculate the Temperature and Humidity Index (THI). The milk production, climatic and qualitative data of the herd were submitted to cluster analysis and ordination analysis, through principal coordinate analysis. Paired ECC and EGS measurements were collected monthly over twelve months on 152 Holstein cows. Forage use was estimated monthly in up to four paddocks randomly selected ($n = 40$) by the PA and, in parallel, also by the HerbValo method. The values obtained by PA and HerbValo were compared using linear regression using PROC REG. Milk production was influenced by the month of the year, days of lactation and calving order. The THI and month of calving were inversely related to milk production. In general, both the BCS and the BFT were not affected by the month of the year. The linear relationship between BCS and BFT measurements was: $EGS \text{ (mm)} = 4.29ECC + 5.17$ (RMSE = 2.88; $P < 0.01$; $n = 669$). Os valores de utilização da pastagem estimados pelo PA foram linearmente ($P < 0,01$) relacionados aos estimados pelo HerbValo em tropical (declive = 1,01; $R^2 = 0,88$) e temperadas (declive = 0,76; $R^2 = 0,54$). The forage utilization estimated by PA and HerbValo for temperate pastures was on average 0.98 (± 0.45) and 0.88 (± 0.25) and, for tropical pastures, 0.89 (± 0.48) and 0.78 (± 0.26) ton MS/ha, respectively. The values of forage consumption estimated by the PA were also linearly related to those estimated by the HerbValo ($P < 0.01$; $R^2 = 0.83$) and were on average 7.2 (± 3.03) and 8.3 (± 2.45) kg DM/cow/day, respectively. Changes in the physical and nutritional characteristics of pastures offered throughout the year, as well as calving order and weather conditions, impact milk production. The change in the BFT of the cows was not detected precisely as a change in their BCS. Mean variability in body condition can be detected by EGS and ECC, so either tool is acceptable. Pasture utilization and consumption by a dairy herd in a subtropical pasture based system can be estimated by the HerbValo method.

Keywords: Body reserves. Dairy cows. Methodology. Temperature-humidity index. Utilização da pastagem.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema dos principais fatores que determinam a ingestão voluntária de alimentos de um ruminante, INRA 2018.....	Erro! Indicador não definido. 4
Figura 2 - Processo de cálculo de forragem consumida (parcela/ciclo/ano) HerbValo	38
Figura 3 - Exemplo da aplicação dos métodos de exclusão dos dados pela linguagem computacional Python. Vaca 329 (eixo y= Produção de leite (kg/dia) e x= Período amostral (dias).....	57
Figura 4 - Temperatura máxima e mínima e pluviometria de um rebanho leiteiro comercial localizado no município de Toropi, RS, no período de outubro de 2017 a março de 2019.....	59
Figura 5- Impacto do mês de parição na média da produção de leite (kg/dia) de vacas holandesas na Região Sul do Brasil.....	68
Figura 6- Impacto do mês de parição na produção de leite (kg/dia) na curva de lactação de um rebanho de vacas leiteiras em uma propriedade comercial na região Sul do Brasil.....	69
Figura 7 - Impacto do número de lactação na média da produção de leite (kg/dia) de vacas holandesas na Região Sul do Brasil.	70
Figura 8 - Efeito do número de lactação na produção de leite (kg/dia) ao longo do período lactacional de um rebanho leiteiro no Sul do Brasil.	71
Figura 9 - Relação entre a produção de leite e o Índice de Temperatura e Umidade de um rebanho comercial de vacas holandesas no Sul do Brasil.....	72
Figura 10 - Análise de ordenação obtida através da análise de coordenadas principais os dados da produção de leite mensal de cada vaca, mês do ano, mês de parto e de lactação de cada vaca e o ITU mensal..	73
Figura 11 - Variation of body condition score (BCS) and back fat thickness (BFT) throughout the year, in Holstein dairy cows managed in a grazing-based system.	86
Figura 12 - Variation of body condition score (BCS) and back fat thickness (BFT) throughout the lactation period of Holstein cows managed in a grazing-based system, relative to their respective average value throughout the period.	87
Figura 13 - Relationship between body condition score (BCS) and backfat thickness (BFT) in lactating Holstein dairy cows of a subtropical grazing-based system. RMSE = root mean square error where, n = 669.....	88

Figura 14 - Relationship between values of herbage utilization by dairy cows grazing a tropical (A, n = 22) or a temperate (B, n = 22) pasture estimated by either method HerbValo or rising plate meter (RPM) in a dairy farm of Southern Brazil.	103
Figura 15 – Average supplements intake and herbage intake by grazing dairy cows estimated by either method HerbValo or rising plate meter (RPM) throughout the seasons in a commercial farm of Southern Brazil.....	104
Figura 16- Relationship between values of individual herbage intake by dairy cows grazing a tropical or a temperate pasture estimated by either method HerbValo or rising plate meter (RPM) in a dairy farm of Southern Brazil. Values are monthly means obtained throughout the seasons in a commercial farm of Southern Brazil.	105
Figura 17 - Relationship between supplements intake and herbage intake by grazing dairy cows estimated through either HerbValo or the rising plate meter (RPM) method.	106

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Análise de variância dos grupos através do programa MULTIV.....	66
Tabela 2 – Diet components throughout the evaluated period	84
Tabela 3 – Supplements used throughout the evaluated period.....	102

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BCS	Body Condition Score
BFT	Backfat thickness
BW	Body weight
CI	Capacidade de ingestão
CMS	Consumo de matéria seca
corJN	Proporção de ingestão diária de pastagem a ser atribuída ao dia ou noite
corTA	Coefficiente de correção para ingestão de pastagem
CV	Coefficiente de variação
d	Dia
DIM	Days in milk
EL	Energia líquida
eSEV	Efeito da intensidade da pastagem
h	Horas
ha	Hectare
HI	Quantidade de pastagem ingerida (KgMS/vaca/dia)
INRA	Institut National de la Recherche Agronomique
ITU	Índice de temperatura e umidade
LCG	Produção de leite corrigida para a gordura
MS	Matéria seca
MSVI	Matéria seca voluntariamente ingerida
NDT	Nutrientes digestíveis totais
NNP	Nitrogênio não protéico
NRC	National Research Council
PA	Ascending plate
PB	Proteína bruta
PL	Produção de leite
PP	Pastagem Permanente
PT	Pastagem temporária
PV	Peso vivo
QC	Quantidade ingerida de suplemento
R ²	Coefficiente de determinação
RMSE	Root mean squared error
RPM	Rising Plate Meter
SL	Semana de lactação
TA	Média da temperatura do ar (°C)
THI	Temperature and humidity Index
TS	Taxa de substituição
UEL	Unidade de enchimento da lactação
UEL	Unidades de Enchimento da lactação
UR	Média da umidade relativa do ar (%)
VE	Valor de enchimento

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1	Métodos para estimar consumo de pastagem de vacas leiteiras.....	16
2.2	Características do sistema de produção leiteira no sul do brasil	26
2.3	Características de pastagens	29
2.4	Influência do clima e da alimentação sobre a produção leiteira.....	31
2.5	NRC 2001	33
2.6	Sistema de alimentação de ruminantes - INRA2018.....	34
2.7	Método Herbvalo®.....	37
3	REFERÊNCIAS.....	42
4	OBJETIVOS.....	51
5	HIPÓTESES.....	52
6	CAPÍTULO 1 - Impacto do mês de parição, número de lactação e de variáveis climáticas sobre a produção de leite em um rebanho leiteiro comercial no sul do Brasil.....	53
7	CAPÍTULO 2 - Methods for estimating body reserves in grazing dairy cows: body condition score and backfat thickness	76
8	CAPÍTULO 3 - Calculating herbage utilization and intake by dairy cows under subtropical conditions using the rising-plate meter or the herbvalo model.....	91
9	CONSIDERAÇÕES FINAIS	109
10	ANEXOS.....	110

1 INTRODUÇÃO

O diagnóstico nutricional é premissa para a definição de um manejo alimentar eficiente de um rebanho leiteiro e inclui a avaliação direta da condição corporal das vacas e a estimativa da oferta/balanço de nutrientes, particularmente energia e proteína metabolizável. A estimativa das reservas corporais em vacas leiteiras é uma informação relevante para ajustar a dieta e as práticas de manejo com o propósito de maximizar a produtividade e minimizar os distúrbios metabólicos e reprodutivos (Bell et al., 2018). Usualmente, a variabilidade das reservas corporais é realizada pela estimativa visual (Edmonson et al., 1989). No entanto, devido a subjetividade do método (Ferguson et al., 1994), outras ferramentas são empregadas para avaliar as mudanças no status energético de vacas leiteiras, como a medição de ultrassonografia da espessura da gordura dorsal.

Contudo, em sistemas semi-pastoris, em que a variação na qualidade e disponibilidade de pastagens e alimentos suplementares são amplamente variáveis ao longo do ano, as mudanças nas reservas corporais dessas vacas podem ser adicionalmente afetadas devido à variabilidade na ingestão de energia ao longo da lactação e a estimativa visual pode não detectar com precisão as variações do status energético.

Por sua vez, a estimativa da oferta de nutrientes às vacas em um sistema semi-pastoril, implica na tarefa de estimar a quantidade de pasto ingerido em adição à oferta de alimentos suplementares. Contudo, mesmo em experimentos controlados, não é possível medir o consumo de pasto e várias técnicas são utilizadas para estimar esta variável. Entre elas, uma comumente utilizada para estimar a disponibilidade e utilização da pastagem é o medidor de placa ascendente (Holmes, 1974; Earle e McGowan, 1979). No entanto, o crescimento, a disponibilidade e a qualidade do pasto, particularmente no sul do Brasil, são altamente variáveis ao longo das estações do ano (Murphy et al., 2021; Murphy et al., 2020; Cho et al., 2019) e, como consequência, seria necessário fazer medições e calibrações de campo frequentes, o que consiste em tarefa operacional e técnica limitante ao produtor (Delagarde et al., 2018). Alternativamente, o modelo HerbValo (Delagarde et al., 2017) foi proposto como uma alternativa para estimar o consumo de pasto sem necessidade de medições a campo, o qual é baseado em informações facilmente mensuráveis do manejo alimentar e do rebanho. Este modelo já foi validado para sistemas de produção de leite baseados no uso de gramíneas temperadas mas, contudo, ainda não foi testado em rebanhos ingerindo pastagens de clima tropical (GROSSMAN et al, 1986).

Adicionalmente, o desempenho produtivo de vacas em lactação também é afetado, de forma interativa, por variáveis ambientais e pela condição fisiológica dos animais. Por exemplo, as diferenças sazonais na produção de leite em regiões subtropicais, como o sul do Brasil, podem ser causadas por mudanças periódicas de temperatura, umidade e precipitação ao longo do ano, as quais têm efeito direto na ingestão de matéria seca (MS) pelas vacas (West et al. 2003; CRUZ et al., 2011; SILVA, 2011) e, em sistemas semi-pastoris, por efeito indireto na quantidade e qualidade de pasto disponível aos animais (BOHMANOVA et al., 2007). Em função disso, poderia ser esperado que a curva de lactação e, conseqüentemente, o potencial produtivo das vacas nestes sistemas seja fortemente impactado pelo mês de parição (COBUCCI et al., 2001). Contudo, embora haja evidência científica considerável do impacto de fatores fisiológicos/nutricionais, de manejo e de clima, obtida em experimentos controlados, não é conhecido exatamente como o conjunto destes fatores podem afetar o desempenho produtivo de vacas em lactação em um rebanho comercial.

O objetivo deste trabalho foi estudar o impacto de variáveis fisiológicas e climáticas na produção de leite em um rebanho comercial do sul do Brasil e, adicionalmente, comparar ferramentas de diagnóstico nutricional: i) comparar o método visual de estimativa do escore de condição corporal com medidas com ultrassom da gordura subcutânea das vacas e ii) comparar os valores de consumo de pasto estimados com o uso do prato ascendente com aqueles estimados pelo HerbValo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 MÉTODOS PARA ESTIMAR CONSUMO DE PASTAGEM DE VACAS LEITEIRAS

O manejo prático da alimentação dos animais em pastejo é um dos principais desafios encontrados por produtores e de técnicos a campo devido à dificuldade de estimar a quantidade de pastagem ingerida e, conseqüentemente, os nutrientes aportados ao animal.

Diferentes metodologias podem ser empregadas com o objetivo de estimar o consumo dos animais em pastejo, os quais são baseados em métodos diretos, indiretos e no comportamento animal. No entanto, a estimativa de consumo de cada método pode ser influenciada por uma série de fatores, como as características do animal e da pastagem, os quais devem ser avaliados e aplicados de acordo com as condições da área utilizada pelos animais.

É importante determinar com precisão a quantidade de forragem disponível, pois a partir disso é possível calcular a taxa de crescimento das plantas e a capacidade de carga do pasto para evitar o desperdício. Neste caso, é necessário estimar o peso da forragem ou matéria seca para calcular a densidade de estocagem, estimar a quantidade de forragem consumida (diferença na disponibilidade de forragem antes e depois do pastoreio) e interpretar o desempenho animal. Há vários métodos para estimar a disponibilidade de pastagens, que podem ser divididos em métodos diretos (ou destrutivos) e indiretos (ou não destrutivos). No método direto, a massa de forragem presente em diferentes áreas é obtida cortando e pesando amostras de plantas de acordo com o tamanho da área, enquanto no método indireto, a massa de forragem é obtida por estimativa. Em ambos os métodos, a massa forrageira é expressa em quilogramas de matéria seca por hectare (kgMS/ha), e determinar seu perfil disponível ao longo do ano é um ponto-chave de sucesso na produção pecuária.

MÉTODOS DIRETOS

Os métodos diretos de estimativa do consumo de pastagem, também conhecidos como métodos agrônômicos, avaliam a disponibilidade de forragem antes e depois do período de pastagem, e a quantidade de forragem consumida pelos animais é estimada pela diferença, chamada consumo aparente por unidade de área (SANTOS, 1997).

Colheita

Um método simples de estimativa da produção de matéria seca é coletar e pesar uma proporção da área total em estudo e, em seguida, estimar o peso da área total. O tamanho do quadrado depende da uniformidade da pastagem amostrada. Os quadrados de 0,5 x 0,5 m (0,25 m²) são os mais utilizados, embora alguns pesquisadores também tenham utilizado quadrados menores para medir a produção homogênea da área. São recomendados quadrados maiores (1 x 1 m ou maior) quando o pasto não é uniforme ou quando há terra nua. Estes quadrados são geralmente feitos de barras de aço leve (McMENIMAM, 1997).

O número de quadrados que precisam ser cortados para atingir uma determinada precisão depende da variabilidade da produção na área. O número de quadrados necessários para atingir os padrões estatísticos desejados é obtido por amostragem inicial para determinar a variabilidade. Em geral, é altamente desejável que o coeficiente de variação (CV) da estimativa de rendimento não exceda 10-15%.

Os pontos de amostragem nas pastagens podem ser selecionados aleatoriamente, quando a área pastejada for homogênea. Se a área de pastagem não for homogênea, pode ser utilizado um processo de estratificação; amostragem de áreas de pastagem que são visualmente diferentes umas das outras e, em seguida, coleta de várias amostras de uma área na proporção de sua participação, de modo que toda a área seja representada na amostra. Outro método é estabelecer movimentos aleatórios na transversal os quais são retiradas amostras em intervalos fixos (McMENIMAM, 1997).

A quantidade da gramínea cortada depende das espécies forrageiras presentes e do comportamento dos animais que as consomem. Tradicionalmente, os quadrados são cortados ao nível do chão, mas isto nem sempre é prático. Por exemplo, algumas espécies forrageiras tropicais podem ter estolões ou touceiras nesta camada, o que dificulta a mensuração.

Qualquer que seja a altura crítica, ela deve ser rigorosamente cumprida por todos os amostradores, caso contrário, a estimativa de rendimento será incorreta. As tesouras manuais, cortadores elétricos e motorizados são utilizados para o corte (McMENIMAM, 1997).

Medição da Altura

A medição da altura é comumente utilizada para a estimativa do consumo, que consiste em uma barra graduada colocada a uma altura constante para mover um disco comprimindo a

superfície da forragem (com um coeficiente de massa superficial de 40 kg/m^2) através de sua projeção (McMENIMAM, 1997).

A menor medida obtida pelo disco é então registrada (FULKERSON e SLACK, 1993), mas a utilidade deste método só foi estabelecida para pastagens homogêneas e sua aplicação em pastagens naturais é limitada (McMENIMAM, 1997).

Para cada tipo de pastagem foi desenvolvida uma calibração entre as medidas obtidas e a produção de pastagens. Curvas separadas também podem ser necessárias dentro de um único pasto se a produção tiver sido determinada em diferentes estágios de crescimento ou, por exemplo, antes ou depois do período de pastagem. As curvas de calibração são desenvolvidas utilizando um processo de dupla amostragem que utiliza a regressão entre as medidas obtidas na parcela e o peso da grama colhida naquela parcela.

O número de pontos necessários para obter uma equação de previsão precisa pode ser em torno de 80, e o número de medições rápidas necessárias para estimar com precisão os rendimentos de pastagem é em torno de 100 (FULKERSON e SLACK, 1993).

METODOS INDIRETOS

Os métodos indiretos reduzem a remoção física da pastagem e foram desenvolvidos principalmente devido à necessidade de métodos rápidos que podem ser aplicados em grandes áreas de pastagem. Reduzem a mão-de-obra e equipamentos, possibilitando sua utilização em áreas onde os animais pastam ou em áreas inacessíveis, amostragem de pequenas áreas. Fornece orientação para estimar o peso da forragem em sistemas de pecuária onde medições absolutas não seriam necessárias (FRAME, 1981).

Embora os métodos não destrutivos (indiretos) sejam menos precisos que os métodos destrutivos (diretos), eles demandam menos tempo por observação e exigem menos esforço físico por parte do operador. Assim, em comparação com o método direto, um maior número de amostras pode ser coletado por unidade de tempo, otimizando, portanto, o uso da mão-de-obra disponível e permitindo uma amostragem mais intensiva (número de amostras/área) nos processos de monitoramento e avaliação de pastagens (MANNETJE, 2000).

Os métodos indiretos são usados em uma abordagem de dupla amostragem, isto é, dois métodos de avaliação, um direto e um indireto, são usados simultaneamente para obter uma calibração de referência indireta (avaliação visual, altura, capacidade, etc.) a partir do método direto. Uma vez calibrado o método indireto selecionado, as estimativas de peso da pastagem

são feitas a partir das curvas de calibração obtidas. Por esta razão, é importante que a calibração seja realizada de forma a cobrir a gama de condições de pastagem e os pesos para os quais o método indireto será utilizado (MANNETJE, 2000).

Em um estudo realizado por Gonzalez et al. (1990), trabalhando com bermuda grass (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) com e sem a presença de animais, descobriu-se que o peso da pastagem calculada a partir da altura da planta, contador de discos e calibração da capacidade era influenciado pela textura da grama. Efeito do manejo de forragens na qualidade das forragens de *Cynodon* spp. cv. Coastcross, Carnevalli & Da Silva (1999) relataram a necessidade de ajustar as curvas de calibração para manter a consistência e a concordância das relações entre altura e peso ao longo das estações e diferentes estruturas de pastagem.

Em um estudo conduzido por Dobashi et al. (2001), avaliando três métodos indiretos para determinar o peso em pastagens irrigadas, descobriram que todos os métodos mostraram flutuações entre os ciclos de pastagem avaliados, indicando a necessidade de calibração frequente.

Assim, mesmo com métodos indiretos, é necessário cortar algumas amostras, mas em menor número e nem sempre na área a ser avaliada. Entretanto, a grande quantidade de dados e informações disponíveis sobre o uso desses métodos é relevante para as pastagens temperadas. Consequentemente, no Brasil, alguns técnicos e produtores utilizam este método, que é um dos principais fatores que impedem o planejamento e a rápida tomada de decisões no manejo dos sistemas de pecuária pastoril.

Há vários métodos indiretos para estimar o peso da ração. Estes incluem avaliação visual, mudanças na capacidade entre a massa forrageira existente e o sensor eletrônico (sonda de pastagem), a altura da coroa compactada usando um disco de medição ou um medidor de placa, e a altura da coroa não compactada usando apenas uma régua graduada.

Estimativa visual

O princípio do método de avaliação visual é estimar o peso da forragem presente em uma área e compará-la com uma referência visual anterior, tirando assim uma conclusão sobre o peso da forragem presente naquela área.

Embora alguns observadores possam estar familiarizados com esse método, o procedimento não é muito objetivo, pois mudanças sazonais na altura da gramínea, densidade e teor de

umidade podem afetar as estimativas, limitando, assim, sua precisão. Por outro lado, esse método permite que um grande número de estimativas por parcela e/ou unidade experimental seja feito de forma rápida e eficiente (FRAME, 1981).

Sua utilização, entretanto, requer treinamento prévio do observador, pois necessita a avaliação de série de condições de pastagem, caracterizada por um peso específico de forragem (determinado por corte e pesagem), o que permite estabelecer uma balança de referência visual. Tal treinamento é importante porque o observador deve ser capaz de relacionar o que vê com padrões conhecidos, a fim de fazer inferências confiáveis sobre a quantidade de massa forrageira em uma área (FRAME, 1981).

A eficácia do método depende, portanto, da capacidade do observador de fazer inferências, e esta capacidade precisa ser desenvolvida para cada tipo de pastagem em diferentes épocas do ano. A precisão do método pode ser melhorada através do aumento do número de pontos de referência no campo e da experiência do observador (FRAME, 1981).

Sonda Eletrônica

A sonda eletrônica ou "sonda de pastagem" utiliza mudanças na capacitância para estimar a massa forrageira. Capacitância descreve a quantidade de carga elétrica armazenada por dois condutores separados por um isolante (GARCIA FILHO, 2001). A capacitância é determinada pela área de superfície dos condutores e pela resistência do isolante.

A sonda eletrônica consiste de uma haste com uma camada externa de material isolante, uma segunda camada interna composta de tubos de alumínio e uma terceira camada interna, a mais interna, correspondente à massa de aço inoxidável, cuja extremidade se projeta da haste e serve para colocá-la em contato com o solo ou ar durante a medição. Na extremidade oposta está um medidor que recebe o sinal transmitido pelos condutores e gera uma leitura de capacitância (MANNETJE, 2000). Na sonda, a argola de aterramento e o tubo de alumínio correspondem aos dois condutores do condensador, enquanto a camada externa da haste de medição corresponde ao isolante.

O condensador é parte de um circuito elétrico que gera um sinal de uma determinada frequência. Mudanças na capacitância causam mudanças na frequência do sinal, e estas mudanças são medidas pela leitura do medidor do instrumento. A leitura feita por um medidor com a ponta no ar (longe do solo) é o nível de referência de capacitância a partir do qual as mudanças são registradas ao medir a alimentação.

A alimentação tem uma capacidade maior do que o ar. Portanto, quando a sonda é colocada em um pasto com sua ponta na superfície do solo, a massa de alimentação ao redor do eixo da sonda forma uma extensão do solo do medidor, aumentando a área do condutor de solo. Isto resulta em um aumento no valor da capacidade medida pelo dispositivo, que pode ser relacionado à quantidade de massa forrageira no pasto (kg DM/ha) (MANNETJE, 2000).

Altura comprimida

A biomassa do dossel está relacionada à altura e densidade das forragens, mas a medição de plantas individuais apresenta dificuldades práticas e, portanto, não é utilizada para nenhum tipo ou tamanho de grama. A medição da altura do pasto e da densidade de forragem pode, no entanto, ser integrada usando um dispositivo chamado placa ascendente ou disco de medição (MANNETJE, 2000). Isto consiste basicamente de uma haste graduada colocada sobre um disco metálico de peso e área de superfície conhecidos, geralmente feito de alumínio, um material leve que fornece sensibilidade a diferentes alturas e densidades de cobertura forrageira. O disco pode ter uma área de superfície entre 0,2 e 1 m².

O princípio do método é baseado na correlação entre as leituras de altura feitas pela placa ascendente ou disco de medição e o peso de alimentação correspondente. A massa é estimada inserindo a ponta da haste na superfície da planta perpendicularmente de cima para baixo até o nível do solo. Durante este movimento, a placa se move para cima e quando a haste atinge o solo, a posição da placa na escala da haste é lida. Esta leitura é então convertida para um peso de alimentação usando uma equação de calibração apropriada e específica.

No caso do disco de medição, a leitura é semelhante, mas o disco é suspenso e somente quando a haste atinge o solo é que ela é liberada para cair. Neste ponto, quando o disco está estacionário, a leitura da altura é feita. A conversão das leituras em altura para massa também é feita usando uma equação de calibração apropriada e específica (FRAME, 1981). A calibração deste método é semelhante ao método de capacitância, mas tantas calibrações quantas forem necessárias devem ser feitas para contabilizar a influência das estações, estágios de desenvolvimento das plantas e mudanças morfológicas ao aplicar as equações de calibração.

Aiken e Brabsby (1992), ao avaliar a variabilidade do observador na estimativa do peso da pastagem utilizando um disco de medição, concluíram que todas as medições em um experimento deveriam ser feitas pelo mesmo observador. Entretanto, o viés entre observadores pode ser reduzido através do treinamento prévio dos observadores.

Uma das principais vantagens deste tipo de método indireto é a velocidade de amostragem, que permite ao operador fazer cerca de 50 medições em 15 minutos, incluindo o registro dos valores numéricos no estilete do instrumento. Devido à alta eficiência operacional deste método, um maior número de "pontos" pode ser amostrado, permitindo uma melhor captura e representação da variabilidade do pasto (FRAME, 1981).

O uso de medidas não destrutivas, como a placa ascendente, permite uma melhor avaliação da produtividade do pasto, reduzindo custos e mão-de-obra, e é um método fácil de entender, aceitar e utilizar.

Altura não comprimida

A produção de forragem, assim como a resposta das plantas e animais forrageiros ao pastoreio, mostra um alto grau de correlação com a quantidade e/ou altura do dossel (FRAME, 1981).

Portanto, outro método indireto para estimar o peso da forragem em pastagens seria baseado na altura do dossel, medido como a distância entre a curvatura da folha mais alta no local da amostragem e o solo, ou como a altura estendida dos colmos individuais. No entanto, a calibração baseada na altura da curvatura da folha no topo da coroa é mais comumente usada, especialmente para plantas temperadas (HODGSON, 1990). A medição é feita com uma régua, geralmente medida em centímetros.

Por ser uma medida pontual, caracteriza-se por uma alta variabilidade, especialmente em pastagens que se caracterizam por desníveis associados ao pastoreio (FAGUNDES et al., 1999). Em tais circunstâncias, o método pode ser adaptado utilizando um material transparente, muito leve, do qual, quando colocado em um dossel, são lidos os pontos mais altos e mais baixos de um plano definido. A altura do ponto de amostragem corresponde à média aritmética destas duas leituras.

Assim, uma medida adaptada por este método é boa porque leva em conta a variação nas alturas dos pontos e fornece um valor "médio" de altura para um pequeno grupo de plantas

ou arbustos sem utilizar a densidade para determinar o peso da forragem. Isto se deve à facilidade de obter clareza que se encaixa no topo do dossel, independentemente da densidade (FAGUNDES et al., 1999).

Consequentemente, como com o método da placa ascendente e o método do disco, este método requer uma calibração apropriada, pois está sujeito às mesmas restrições de mudanças morfológicas das plantas, estágios de desenvolvimento (vegetativos ou reprodutivos) e estações (FAGUNDES et al., 1999).

1.3 COMPORTAMENTO DO ANIMAL

Entre os muitos fatores que interagem no ecossistema das pastagens, o comportamento herbívoro tem um papel importante na pesquisa. A pesquisa sobre as taxas de consumo de forragem está diretamente relacionada à influência da estrutura do dossel no comportamento de pastagem, concentrando-se no processo de consumo de forragem e, portanto, no desempenho animal.

O consumo diário de forragem sob condições de pastagem é uma função de variáveis relacionadas ao comportamento animal, que podem ser descritas em detalhes como tamanho de corte, frequência de corte, tempo de pastagem e finalmente o grau de seletividade, que afeta diretamente outras variáveis. O consumo diário de forragem é o produto do tempo de pastagem e da taxa de consumo de forragem durante esse tempo, que por sua vez é o produto do número de bocados realizados por unidade de tempo e da quantidade de forragem consumida por bocado (MOORE E SOLLENBERGER, 1997). Assim, a ingestão diária pode ser influenciada por mudanças em cada um desses parâmetros.

O consumo voluntário de pastagem é influenciado pela capacidade dos animais de aceitar a ração. De acordo com Euclides et al. (1998), se a pastagem é escassa, é difícil para o animal colhê-la. Sob condições de redução do fornecimento de forragem, a resposta clássica é reduzir o tamanho do cio, e o índice de cio tende a aumentar. Contudo, este aumento não é suficiente para evitar uma redução no consumo de forragem, e a resposta compensatória é aumentar o

tempo de pastagem (GENRO et al., 2004). Entretanto, esta compensação não excederia apenas 15% da ingestão diária (COLEMAN, 1992).

Tamanho do bocado

De acordo com Hodgson (1990), o tamanho do bocado é a variável que determina a alimentação dos animais a pasto, e é mais influenciado pela estrutura da pastagem. O mesmo autor enfatiza que estas simples equações fornecem uma base conceitual confiável para entender a influência das características da cobertura do pasto no comportamento de forragem dos animais de pasto.

Se a ingestão de forragem por boca diminui, a taxa de ingestão diminui de acordo, a menos que haja um aumento compensatório na taxa de alimentação. Da mesma forma, a ingestão diária de forragem será afetada se a redução na ingestão de forragem não for compensada por um aumento no tempo de pastagem (HODGSON, 1990).

O tamanho do bocado dos animais na pastagem é uma função da área e da profundidade. Portanto, qualquer mudança no peso da boca, seja em resposta a uma mudança na estrutura do dossel ou a uma decisão comportamental, está necessariamente associada a mudanças nestas variáveis.

Segundo Carvalho (1997), vários estudos realizados sob diferentes condições constataram que a profundidade do bocado está positivamente relacionada à altura da coroa de forragem e negativamente relacionada à densidade aparente de forragem. Nas gramíneas temperadas, a altura parece ter uma influência maior (FORBES, 1988). Entretanto, Brâncio (2000), trabalhando com animais em pastagens de Tanzânia, Mombaça e Massai sob condições de carga intermitente, observou que o tamanho do bocado respondia cada vez mais ao aumento da altura do dossel de forragem.

Em termos absolutos, a profundidade do bocado muda significativamente e diminui à medida que o animal se aproxima do nível do solo. Esta variável é mais sensível a mudanças na estrutura do dossel e é, portanto, a principal variável que determina o volume de forragem. Tamanho do bocado é, portanto, a ferramenta mais importante à disposição do animal para controlar a quantidade e o valor nutricional da ingestão de ração.

Taxa de Bocado

Como outras variáveis comportamentais, a frequência média de bocados dos animais em pastoreio está relacionada não só às características da estrutura da copa do pasto, mas também está fortemente relacionada à variação no tamanho dos bocados, que é um determinante fundamental da quantidade de alimentos consumidos pelos animais (HODGSON, 1990).

A velocidade de mastigação e o tamanho do bocado estão negativamente correlacionados. Espera-se que quanto maior a disponibilidade e extensão da folhagem, maior o tamanho do bocado e, portanto, maior o tempo necessário para que o alimento chegue à boca do animal, impedindo que o animal dê mais bocados por minuto (HODGSON, 1990).

O número total de movimentos da mandíbula tem se mostrado constante ao longo do dia, mas há diferenças associadas ao número de movimentos da mandíbula usados para agarrar e manipular alimentos (COSGROVE, 1997). A teoria original de que um animal aumentará sua taxa de mastigação na tentativa de compensar uma diminuição da massa mastigatória é na verdade explicada pela estratégia do animal de diminuir o número de movimentos da mandíbula usados para mastigar e aumentar o número de movimentos da mandíbula usados para agarrar, mantendo constante o número total de movimentos da mandíbula.

Os bovinos são capazes de movimentos da mandíbula em que as atividades de apreensão e manipulação ocorrem simultaneamente e, em situações de alta ingestão de forragem, esses movimentos podem representar até 90% de todos os movimentos da mandíbula (LACA et al., 1993).

Tempo de pastejo

O tempo de pastejo reflete a facilidade de agarrar e remover as forragens. Os animais fazem uso eficiente do tempo em pastejo, procurando por potenciais bocados enquanto mastigam os alimentos do bocado anterior (PRACHE, 1997).

De acordo com Santos et al. (2004), o aumento do tempo de pastagem é o recurso mais eficiente que um animal pode utilizar quando a intensidade de pastagem é baixa ou decrescente. Entretanto, em um estudo de Brâncio et al. (2003b), avaliando três variedades de *Panicum Maximum* (Tanzânia, Mombaça e Massai) pastaram rotativamente ao longo do ano, não encontrando diferenças no tempo de pastagem entre as variedades e entre os períodos de avaliação.

Eles descobriram que o tempo de pastagem parecia ser uma variável menor que afetava o consumo de forragem mesmo em períodos menos favoráveis, pois variava pouco ao longo do

ano (de 498 a 678 minutos por dia), mas as características qualitativas e quantitativas das forragens variavam consideravelmente. Entretanto, como Mannelje e Ebersohn (1980) apontam, há limites para a distância que os animais podem percorrer e o tempo do dia que podem passar no pasto, e estes fatores podem impedir que eles compensassem a falta de pastagem, prolongando o período de alimentação.

De acordo com Prache (1997), algumas características vegetais associadas à facilidade de colheita de forragem para animais são: altura do dossel, peso da forragem por unidade de volume, baixo teor de fibras das lâminas foliares, distribuição espacial dos tecidos vegetais preferidos, presença de barreiras de desfolhação como escamas e brotos, e teor de MS.

Em pastagens onde o valor das forragens e a disponibilidade não são limitados, muitas vezes presume-se que o tempo de navegação pode ser irrelevante, pois o animal ingere forragens à medida que se move de uma estação de alimentação para outra.

Quanto mais baixa a altura da planta, menos eficientemente os animais são capazes de dispersar a quantidade de alimentos que levam na boca (LACA et al., 1992). Sob tais condições, a ingestão diária depende do tempo de pastagem, que é uma função de vários fatores, como a taxa de pastagem e a relação entre a ingestão e a demanda animal. (CARVALHO, 1997).

O tempo de pastagem é geralmente de 8 horas, mas pode chegar a 16 horas em situações extremas (Hodgson et al., 1994).

Isto porque a cada dia o animal divide seu tempo entre pastagem, ruminação e ociosidade. Entre três e cinco picos de pastagem são observados por dia. Os picos mais intensos ocorrem de manhã cedo e no final da tarde (COSGROVE, 1997).

2.2 CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE PRODUÇÃO LEITEIRA NO SUL DO BRASIL

O nível tecnológico da região Sul, caracterizada pela produtividade do rebanho, é maior do que em outras regiões do Brasil. Além disso, esta mesma região registrou o maior aumento de produtividade entre 2005 e 2015. Segundo Ries e Bittencourt (2015), se os fornecedores da indústria no Rio Grande do Sul forem considerados separadamente, a quantidade média por vaca é de 3.576 litros.

Vários fatores parecem explicar essas diferenças na produção de leite no Sul, em comparação com outras regiões. Talvez o mais importante deles seja que a gestão empresarial no Sul é geralmente baseada na inovação tecnológica. Muitos produtores operam em setores que

já possuem alta tecnologia e exigências de controle, como porcos, avicultura, trigo e soja. Isso, juntamente com os níveis mais elevados de educação na região, ajuda a explicar este comportamento, que é crucial para o sucesso do negócio.

Outro fator que está sempre relacionado à gestão é que poucos produtores de leite do sul vivem em cidades. O casal e seus filhos são geralmente a principal e muitas vezes a única força de trabalho na fazenda. Portanto, é a produção familiar, com melhor distribuição de terras, maior distância entre propriedades, a presença de comunidades rurais e produtores, que é capaz de promover rápidas mudanças produtivas e organizacionais através da tecnologia e inovação (JOCHIMS et al., 2016).

A capacidade organizacional dos produtores rurais da região sul na forma de formar e consolidar cooperativas é outra característica marcante da região Sul que a distingue de outras regiões do país e lhe proporciona outra vantagem competitiva. A cadeia produtiva do leite, que é dominada pelos agricultores familiares, é fortemente afetada pelas imperfeições do mercado, resultando em pequenos produtores pagando mais pelos insumos adquiridos e vendendo leite a preços mais baixos do que os grandes produtores (ALVES, 2016).

As cooperativas ajudam a mitigar essas falhas através de pools de compra de insumos, pools de venda de leite, assistência técnica e suporte de gestão empresarial.

As características climáticas, com temperaturas mais amenas do outono à primavera do que em outras regiões do Brasil, facilitam a adaptação de animais de alta produção e a produção de espécies forrageiras moderadas com alta capacidade de processamento de leite.

Cada mês do ano tem uma estação seca, com precipitações de 100 a 150 mm, embora haja períodos de seca no verão. Outro fator positivo específico da região Sul é a maior produção de leite no inverno, especialmente na segunda metade do ano, graças à abundância de forragem de alta qualidade e ao fato de que os animais não são estressados pelo calor.

Todos esses fatores significam que há mais animais no segundo semestre do ano no início da lactação (período de pico) do que nos primeiros seis meses do ano. A sazonalidade é, portanto, mais pronunciada nesta região do que em Minas Gerais, que é o maior produtor de leite do país, mas com menor produtividade do que no sul do Brasil. Apesar da sazonalidade mais acentuada que resulta da gama de produção nos extremos de alta e baixa oferta, a baixa temporada é mais curta do que no resto do Brasil, onde a produção mensal está abaixo da média anual por cerca de 7 a 8 meses. Em outras palavras, o produtor não se beneficia da tecnologia e dos custos fixos durante a maior parte do ano.

Outro fator importante nessa região é a maior densidade de produção de leite por área, o que reduz os custos de aquisição e incentiva a atividade industrial.

Existem também ilhas de produtividade leiteira no sul do Brasil, cujo nível tecnológico está se aproximando cada vez mais do observado nas principais regiões produtoras do mundo. Um desses exemplos é a micro-região de Ponta Grossa, no estado do Paraná. A produtividade média do rebanho em 2013 de 5.991 litros de leite por vaca atesta o alto nível tecnológico prevalecente nas fazendas. Este rendimento está um pouco abaixo do observado na Alemanha (7293 litros no mesmo ano) e acima do observado na Argentina (5379 litros) (FAO, 2016). Deve-se notar que o progresso de produtividade de dez anos na micro-região foi muito maior do que na Alemanha como um todo.

As mesorregiões do sudoeste do Paraná, oeste de Santa Catarina e noroeste do Rio Grande do Sul respondem por mais da metade da produção de leite no sul do Brasil, principalmente porque têm condições favoráveis para a atividade leiteira (FAUTH e FEIX, 2015). Algumas dessas características privilegiadas estão relacionadas à latitude, que permite o uso de várias espécies de gado, facilitando a adoção de um sistema de pastagem mais economicamente viável (SILVA et al., 2001). A produção leiteira tornou-se uma atividade essencial na estrutura de renda de um número significativo de produtores, que descrevem a produção leiteira como a atividade mais lucrativa que realizam (CASARI e TORMEM, 2011).

De acordo com Couto (2003), a região Sul do Brasil é um dos principais produtores de leite no Brasil, onde o principal sistema de produção é a agricultura familiar, que está em grande parte relacionada à colonização européia. Gobbi e Pessoa (2009) desenvolvem sobre este ponto, indicando que a influência dos colonizadores europeus, que trouxeram padrões de produção de seus países de origem, também permitiu uma maior prevalência de modernização agrícola e estruturas organizacionais como cooperativas e associações nesta região, bem como um acesso mais fácil a fundos públicos e crédito do que em regiões que também têm um grande número de fazendas familiares, como o Nordeste.

A cadeia leiteira gaúcha é um grande produtor nacional com modernos processos de produção, considerados entre os mais eficientes do Brasil, respondendo por cerca de 7% do PIB agro-industrial do Rio Grande do Sul. Suas atividades são importantes para o desenvolvimento econômico do país, pois estão intimamente ligadas ao setor urbano (MONTROYA e FINAMORE, 2010). Fauth e Feix (2015), citando dados da RAIS para 2013, afirmam que o estado

do Rio Grande do Sul emprega cerca de 9.484 pessoas, representando 1,3% do emprego industrial no estado e 7,7% do emprego no laticínio brasileiro.

Nas últimas décadas, a produção de leite no Rio Grande do Sul aumentou em todas as regiões devido aos ganhos de produtividade. Já em 2012, a mesorregião do Nordeste representava dois terços da produção do estado, contando também com o crescimento do rebanho, enquanto em outras regiões o número de vacas leiteiras se estabilizou ou diminuiu (FAUTH e FEIX, 2015).

2.3 CARACTERÍSTICAS DE PASTAGENS

Em 2017, o rebanho brasileiro atingiu 221,81 milhões de animais, dos quais 32,9 milhões foram abatidos, produzindo 9,1 milhões de toneladas de carcaça equivalente (ABIEC, 2018). No setor lácteo, o Brasil é o quarto maior produtor de leite do mundo, alcançando 35,1 bilhões de litros/ano em 2017, com uma média de 18 606 000 vacas leiteiras (EMBRAPA, 2018).

O pasto é a fonte mais econômica de alimentação, e a produção de leite utilizando pasto não só reduz os custos em comparação com os sistemas intensivos tradicionais, mas também ajuda a conservar recursos renováveis (HOLMES, 1996; OLIVEIRA et al., 2000). Aguiar (2001) considera que esse tipo de produção é mais sustentável do ponto de vista econômico, social e ambiental. Além disso, é mais naturalmente compatível com as tendências atuais dos mercados consumidores, que exigem produtos e processos de produção que variam em qualidade. Sistemas de produção gerenciados com base em um conceito mais sustentável podem trazer muitos benefícios, incluindo o valor agregado aos produtos finais, proporcionado pelas características do próprio processo de produção. Como resultado, duas espécies de pastagem estão sendo mais exploradas.

LOLIUM MULTIFLORUM LAM

O azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam) é uma das espécies mais cultivadas no sul do Brasil, cultivada sozinha ou em combinação com outras espécies, por ser amplamente adaptada às condições edafoclimáticas, tem alta produtividade de forragem, alto valor nutritivo, resistência ao corte, bom rendimento inicial, alto crescimento e capacidade de permanecer no campo através de replantio natural, e pode ser usada para melhorar os pastos naturais e promover o restolho de palha (COSTA et al., 2015). O uso de variedades de azevém de inverno é,

portanto, uma alternativa para produtores que trabalham em sistemas integrados de produção com baixa disponibilidade de forragem durante o inverno e a primavera (BALBINOT JUNIOR et al., 2009).

BRACHIARIA PLANTAGINEA

A pastagem de Papuã, também conhecida como grama do pântano, grama de painço e por outros nomes regionais ou Alexander grass, era conhecida anteriormente pelo nome científico *Brachiaria Plantaginea*. Agora faz parte do novo gênero *Urochloa*, principalmente por causa de seu espinho característico (SÁNCHEZ-KEN, 2011).

O Papuã é encontrado há muito tempo em áreas agrícolas. Alguns trabalhos foram feitos com a criação de animais em mente (ADAMI et al., 2010), mas faltam mais informações sobre o manejo mais apropriado dessa espécie, que ocorre em grande parte do território nacional, com relatórios do Agreste de Pernambuco (SILVA et al., 2011) ao sul do Brasil (MARTINS; RESTLE; BARRETO, 2000). Entretanto, sua imagem é geralmente associada a uma "planta invasora" em áreas cultivadas, o que é importante em algumas regiões como o Rio Grande do Sul, onde é considerada a erva daninha mais difundida (THEISEN e VIDAL, 1999).

É uma espécie anual com um hábito delgado que aparece espontaneamente em áreas já colonizadas, permanece adormecida no solo e aparece em plantações no verão e início do outono, floresce e desaparece no inverno (ARAÚJO, 1967).

O principal centro de origem e diversificação das gramíneas do gênero *Brachiaria* é a África Oriental, onde elas ocorrem naturalmente nas savanas africanas (VALLET et al., 1994). O gênero contém mais de 100 espécies distribuídas principalmente nos trópicos. Destas, *B. decumbens*, *B. ruziziensis* e *B. brizantha* são as gramíneas forrageiras mais utilizadas nos trópicos, tendo sido introduzidas no Brasil em 1952, 1960 e 1965, respectivamente (IBPGR, 1984).

Algumas espécies, tais como *B. plantaginea* (Link) Hitchc e provavelmente *B. mutica*, foram provavelmente introduzidas nas Américas acidentalmente, possivelmente durante o período colonial.

As plantas do gênero *Brachiaria* têm grande flexibilidade no uso e gerenciamento, e são tolerantes a várias restrições e/ou condições restritivas de uso para muitas espécies forrageiras.

Sartor (2009) e Adami et al (2010) demonstraram o alto potencial de produção desta espécie, bem como sua alta resposta à fertilização nitrogenada, com rendimentos de 13.659,

19.834 e 17.820 kg DM/ha a 0, 200 e 400 kg N/ha, respectivamente. Os trabalhos anteriores não lançaram muita luz sobre as alturas de gestão e seu efeito sobre a produção primária e secundária de pastagens.

2.4 INFLUÊNCIA DO CLIMA E DA ALIMENTAÇÃO SOBRE A PRODUÇÃO LEITEIRA

O bem-estar e o desempenho dos animais variam de acordo com as condições ambientais (CRUZ et al., 2011). À medida que a temperatura ambiente aumenta, a produção de calor pelo metabolismo basal diminui, o que ocorre através da redução do consumo de alimentos e consequente redução das atividades fisiológicas, como a produção de leite (SILVA, 2011). West et al. (2003) relatam os efeitos combinados da alta temperatura, umidade relativa e radiação solar prolongada nas vacas leiteiras, que impedem a dissipação de calor desses animais e reduzem a produção de leite.

De acordo com Cruz et al (2011), animais de alta produção são mais sensíveis ao estresse térmico devido a sua função especializada de produção de leite e alta eficiência alimentar, o que resulta em metabolismo acelerado e alta produção de calor metabólico em animais de alta produção. Como as vacas de alta produção produzem muito cio, elas têm mais dificuldade de dissipá-lo (WEST et al., 2003).

A produção bovina depende de muitos fatores. A situação não é diferente, se não mais crítica, quando se trata da produção de leite. O clima (ambiente térmico) é um fator que desempenha um papel importante neste contexto. É uma condição limitante para a eficiência da produção, especialmente em sistemas intensivos (PERISSINOTTO et al., 2006).

Bovinos de origem européia, como as holandesas, tem problemas de adaptação em climas quentes devido à alta produtividade e mudanças fisiológicas e comportamentais causadas pelo estresse térmico, levando à redução da produção de leite (SILVA et al., 2011). A sensibilidade das vacas ao estresse térmico aumenta com o aumento da produção de leite porque elas produzem mais calor metabólico (VASCONCELOS e DEMETRIO, 2011). Portanto, é importante reduzir os efeitos do estresse térmico nos animais para manter a produção de leite (CRUZ et al., 2011).

De acordo com Pinarelli (2003), o estresse térmico pode reduzir a produção de leite em 17% nas vacas com 15 kg de leite por dia e em 22% nas vacas com 40 kg/dia. Campos et al, (2005) observaram uma redução na produção de leite quando os animais foram expostos a 32°C.

Westet al. (2003) descobriu que a produção de leite pode ser reduzida em até 33% quando as temperaturas externas são de 35°C ou mais.

Johnson e Vanjonack (1976) avaliaram três raças de vacas leiteiras, Holstein, Jersey e Braunvie, expostas a temperaturas ambientes entre 24°C e 34°C e umidade relativa entre 38% e 46% ou 76% e 80%, e constataram que a produção de leite foi significativamente reduzida.

O termo "conforto térmico", como aplicado aos animais considerados homeotérmicos, refere-se ao tempo em que o animal está em um ambiente de equilíbrio térmico, ou seja, quando não precisa mover recursos termorreguladores para se adaptar às condições ambientais. Neste caso, nem o calor nem o frio são estressantes para o indivíduo. Esta condição de conforto animal é importante porque sob condições termoneutras, o animal utiliza pouca energia para manutenção, deixando uma grande proporção da energia metabolizada disponível para os processos de produção. Esta condição, combinada com um bom potencial genético e uma nutrição adequada, permitirá ao animal atingir a máxima eficiência produtiva (KLOSOWSKI et al., 2002).

A manutenção de animais em equilíbrio térmico é um gradiente importante para expressar seu potencial produtivo. A zona termoneutra tem um limite crítico superior e inferior, além do qual o animal cai em estresse pelo calor ou pelo frio, respectivamente. Para os animais recém-nascidos, a temperatura crítica inferior (LCT) está em torno de 10°C, a temperatura de conforto (CT) está entre 18-21°C e a temperatura crítica superior (UTC) está em torno de 26°C. Para os animais adultos, divididos em raças européias e indianas, essas faixas são as seguintes: Europeu TCI 10°C, TC -1 a 16°C e TCS 27°C; e para o gado indiano TCI 0°C, TC 10 a 27°C e TCS 35°C (AZEVEDO e ALVES, 2009).

Deve-se notar que existem várias contradições na literatura em relação aos valores que definem a faixa de termoneutralidade. Isto se deve ao fato de que o conforto térmico depende não somente da temperatura, mas também da umidade relativa, da adaptabilidade do animal, seu período metabólico e produtivo (RICCI et al., 2013).

Em um estudo de Navarinni et. al. (2009) indicam que a exposição à radiação solar. Navarinni et. al. (2009) encontrou um aumento de 0,9 °C na temperatura da superfície do gado exposto à radiação solar direta em comparação com outros animais que vivem em áreas cobertas. Quando a radiação solar direta é muito intensa em certas horas, causa condições de estresse que reduzem o apetite dos animais, levam a mudanças comportamentais e pioram a produção de leite (BACCARI, 2001).

Ferreira (2011) indica que para a maioria das espécies de animais domésticos, a umidade relativa do ambiente deve ser de 40-70 %, pois se o ambiente permanecer em alta temperatura e umidade relativa muito baixa, isto causa irritação da pele e desidratação geral das membranas mucosas e do trato respiratório. Em combinação com alta temperatura e ambiente muito úmido, isto causa uma diminuição da termólise e aumenta o conteúdo de calor do animal porque a termólise convectiva é prejudicada sob condições de alta temperatura (STARLING et al., 2002).

De acordo com Habeeb et al. (1992), as vacas Holstein expostas a uma temperatura ambiente de 38 °C apresentaram uma diminuição de 28% no peso total de DM, 27% no teor de gordura, 7% no teor de proteína, 27% no teor de minerais e 30% no teor de lactose em comparação com as vacas Holstein expostas a uma temperatura ambiente de até 18 °C. Pinarelli (2003) observou que as vacas expostas a baixas temperaturas mostraram uma média de 3,47% de gordura, 3,07% de proteína e 5,08% de lactose; enquanto que quando expostas a altas temperaturas mostraram 3,17% de gordura, 2,89% de proteína e 5,01% de lactose. Silva et al (2011) sugerem que uma explicação razoável para a redução na produção e composição do leite é uma redução na ingestão de ração, absorção de nutrientes e desvio do fluxo sanguíneo das vísceras para os tecidos periféricos.

2.5 NRC 2001

No Brasil, a formulação das dietas para vacas leiteiras é baseada no Conselho Nacional de Pesquisa dos EUA (National Research Council), especificamente na edição dos “Requerimentos Nutricionais para Gado de Leite” (Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 2001). A sétima edição do NRC (2001) é composta de modelos baseados em equações matemáticas que permitem estimar, a partir de características dos animais e do ambiente de criação, as exigências nutricionais nas distintas fases da vida das vacas leiteiras, os estágios fisiológicos, os níveis de produção e o consumo de matéria seca (CMS).

A equação para a predição do consumo de matéria seca baseia-se na produção de leite corrigida para a gordura (LCG), o peso metabólico do animal (PV) e as semanas de lactação:

$$CMS \text{ (kg/d)} = (0.372 * LCG + 0.0968 * PV^{0.75}) * (1 - e^{-0.192 * (SL + 3.67)})$$

Os sistemas atuais de estimativa das necessidades nutricionais e energéticas dos animais levam em conta a interação entre a dieta, energia e proteína, de modo que essas necessidades podem variar diariamente de acordo com as características da dieta utilizada. Isto levou a ajustes

dietéticos nas vacas leiteiras, permitindo, por exemplo, reduções significativas na ingestão de proteínas e excreção de nitrogênio (NRC, 2001).

O NRC (2001), também possibilita estimar, a partir da composição físico-química da dieta, o valor nutricional dos alimentos. O NRC (1989) apresenta o sistema baseado na energia líquida (EL), o qual fornece valores de disponibilidade de energia mais precisos que os nutrientes digestíveis totais (NDT). Entretanto, O NDT ainda é utilizado porque os valores EL são difíceis de determinar e devido à grande quantidade de informações disponíveis de NDT.

O NRC (2001) acrescenta, ainda, que o modelo mais utilizado para descrever a degradação ruminal *in situ* da proteína dietética a subdivide em três frações (A, B e C). A fração A é a porcentagem da PB total que é composta de nitrogênio não protéico (NNP, imediatamente degradada) e uma pequena quantidade de proteína verdadeira que rapidamente escapa da bolsa *in situ* por causa da alta solubilidade ou das partículas muito pequenas. A fração B contém proteínas que são potencialmente degradáveis. A fração C é a porcentagem da PB que é completamente indegradável.

2.6 SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES - INRA 2018

Em 1978, o INRA propôs o sistema de unidade de enchimento para estimar o consumo dos animais. É um dos primeiros sistemas a adotar a “*Unité d’Encombrement Laitière*” (UEL) proposto por uma utilização dentro de uma longa gama de situações de regimes e de animais (Jarrige et al., 1986).

Um sistema baseado em unidades de enchimento é também utilizado em países nórdicos e foi adicionado ao sistema *NorFor*, a partir de uma simulação mais complexa do que as interações anteriores, devido à composição da ração (Volden et al., 2011). Os novos sistemas de alimentação dos Países Baixos foram também recentemente integrados ao conceito de unidades de enchimento para prever a matéria seca voluntariamente ingerida (MSVI) de vacas leiteiras (Zom et al., 2012).

A precisão da quantificação de matéria seca voluntariamente ingerida (MSVI) é um elemento central para formular uma ração para vacas leiteiras, pois o aporte de nutrientes é estritamente dependente do consumo. A dificuldade de mensurar a ingestão de MS da forragem e o fato que na maioria das vezes a ração ou a forragem são distribuídas à vontade, são duas razões

específicas que tornam a previsão da ingestão mais difícil em ruminantes do que em monogástricas (INRA, 2018).

Para um determinado animal, a quantidade ingerida varia em função de diversos fatores relacionados as características do animal, sua condição física, alimentação e ao ambiente em que se encontram (Figura 2.1, pg 34, INRA 2018).

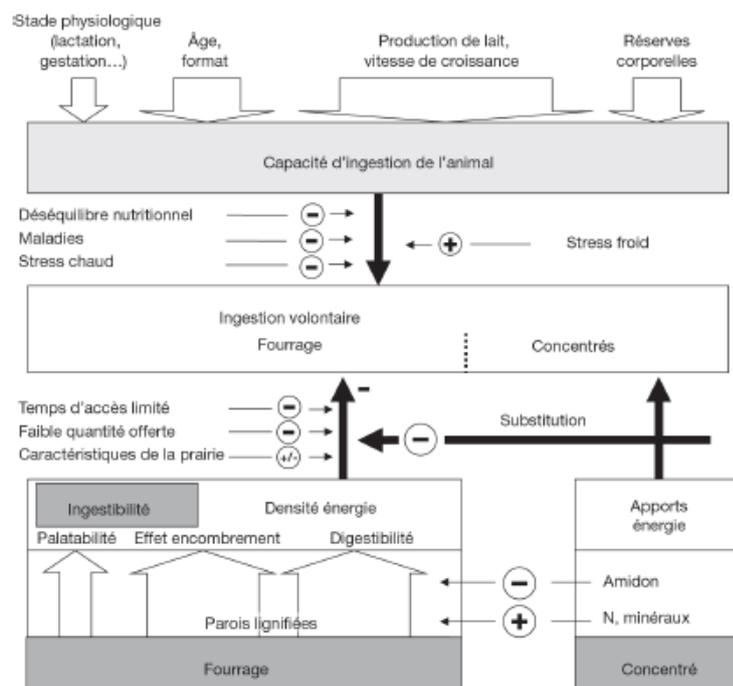


FIGURE 2.1 ■ Schéma des principaux facteurs qui déterminent l'ingestion volontaire d'aliments d'un ruminant nourri à volonté en bâtiment à base de fourrages et d'une quantité minimale de concentrés nécessaire pour couvrir ses besoins nutritionnels. Ils se répartissent en cinq catégories : 1) les facteurs physiologiques qui déterminent la capacité d'ingestion de l'animal ; 2) les facteurs environnementaux pouvant modifier l'expression de cette capacité ; 3) les caractéristiques du fourrage qui déterminent son ingestibilité et sa valeur alimentaire ; 4) la quantité et les caractéristiques des concentrés et leurs effets (principalement la substitution) sur l'ingestion de fourrage ; et 5) les facteurs de conduite (d'après Jarrige, 1988).

Ce diagramme implique que la régulation de l'ingestion repose principalement sur le contrôle de l'équilibre énergétique. Elle s'applique aussi aux ruminants au pâturage, mais les facteurs climatiques, les caractéristiques de la végétation et la disponibilité en herbe sont également d'une importance majeure (section 2.2). Les effets positifs (+) et négatifs (-) sont indiqués.

Figura 1- Esquema dos principais fatores que determinam a ingestão voluntária de alimentos de um ruminante, INRA 2018.

Princípios e conceitos

O sistema INRA consiste em prever separadamente a capacidade de ingestão (CI) dos ruminantes e o valor de enchimento (VE) dos alimentos com uma unidade comum, a UEL, para vacas leiteiras. O termo unidade de enchimento não se refere somente a limitação física do alimento, como no sistema original (Hyppölä e Hasunen 1970), mas também a regulação energética e a palatabilidade (INRA, 2018).

O valor de enchimento, é, portanto, conceitualmente um valor de saciedade. Portanto, é possível melhorar o modelo de capacidade de ingestão levando em conta os fatores do animal

independentemente da ração e os modelos de previsão dos valores de enchimento dos alimentos, independente do animal. Valor de enchimento (UE/kgMS) é uma função inversa da ingestibilidade ($MSVI/kg \text{ de PV}^{0,75}$).

A capacidade de ingestão (CI), expressa em Unidades de Enchimento (UEL), representa a aptidão e a motivação de um animal de ingerir um alimento. Reflete a capacidade de ingerir uma determinada dieta. É obtido a partir do conhecimento das características físicas e fisiológicas do animal. Ela resulta de suas necessidades energéticas e proteicas, sua motivação para consumir, mas também a capacidade de digerir os alimentos.

A ingestibilidade de um alimento reflete sua facilidade de ser ingerido. Está estritamente relacionada às características físico-químicas e estruturais do alimento, o que lhe confere maior ou menor aptidão para ser digerido e transitado (taxa de passagem) pelo trato gastrointestinal, mas também a sua palatabilidade, que é em parte, correlacionada a outras características, sensoriais, por exemplo.

A revisão de 2018 do sistema de avaliação de ração do INRA abordou primeiramente a digestibilidade da dieta. Esta última é conhecida por não ser aditiva, mas as interações digestivas não são sistematicamente nem homogeneamente contabilizadas em todos os sistemas. No INRA (2007), os valores energia digestível das dietas não foram corrigidos para interações digestivas, ao invés disso, uma correção foi aplicada no valor de energia líquida (EL) das dietas para vacas leiteiras ou foram empiricamente incluídas no valor EL das dietas de silagem de milho.

A abordagem do INRA (2018) era avaliar as interações digestivas e, portanto, a digestibilidade da matéria orgânica) para um ajuste mais próximo à biologia. Os principais fatores que influenciam a digestibilidade da dieta foram identificados, quantificados e classificados. Por princípio, a gama de fatores que influenciam a digestibilidade da dieta foi restrita às características facilmente mensuráveis da dieta, consideradas como substitutos de processos digestivos finamente ajustados.

O INRA (2018) integra explicitamente de forma fatorial os efeitos do nível de alimentação e as interações digestivas entre os alimentos dentro de uma ração. Também estão incluídos os efeitos da ureia ou do N ruminal degradável, a suplementação sobre a digestibilidade e os valores energéticos.

2.7 MÉTODO HERBVALO®

O HerbValo é uma ferramenta que permite o cálculo simplificado da quantidade de pastagem consumida na escala de parcelas pré-selecionadas, ao longo de um ano, a partir da soma das quantidades da pastagem ingerida em cada ciclo (ou mês) de pastejo e os rendimentos de corte da área para produção de silagem, feno, pré-secado outros (Delagarde et al., 2017).

$$\text{Consumo de forragem/ha/ano} = \sum(\text{pastagem}) (JP/ha \times HI) + \sum \text{corte área}$$

Consumo de forragem/ha/ano: kgMS

HI : quantidade de pastagem ingerida (kgMS/vaca/dia)

JP/ha : N° de dias em pastejo = Tempo de pastejo x n° de animais/area da parcela

\sum corte área: rendimento do corte (kgMS/ha)

Este método foi desenvolvido em 2015, no Instituto de pecuaria (IDELE) da Franca, dentro do quadro de projetos do *Reséau mixte techologique (RMT) Prairies Demain* (2017), em parceria com o Instituto Nacional de Pesquisa em Agricultura, Alimentação e Meio Ambiente (INRAE). O método tem como base as equações simplificadas do INRA, que foram validadas com outras ferramentas de cálculo mais complexas, como GrazeIn e INRAtion (Robic, 2015; Delagarde et al., 2017).

Atualmente, existe uma versão para vacas leiteiras, vacas em aleitamento, cabras e, em breve, ovinos e cavalos. Para estimar a quantidade de pastagem consumida, por parcela e ciclo, o cálculo baseia-se no produto entre o número de dias de pastejo por hectare (tempo de pastejo/área da parcela) e a ingestão média diária de forragem por animal do rebanho (em kg MS/animal/d) (Delagarde et al., 2017). Os dias de pastejo calculados são então multiplicados pela quantidade média de pastagem ingerida cuja fórmula foi estabelecida de acordo com os princípios do INRA (2010). O consumo baseia-se em unidades de enchimento, adaptadas as pastagens. Consiste em fornecer separadamente a capacidade de ingestão do animal e a ingestibilidade dos diferentes alimentos da dieta. Na equação também é considerado a pressão ou severidade do pastejo e a qualidade da forragem INRA (2010).

Cálculo da ingestão diária do rebanho

O consumo de pastagem (HI, em kg DM / d) de um animal médio do rebanho é calculado pela seguinte fórmula:

$$HI = [(CI/VE) \times corSEV] - S(QC_i \times TS_i)] \times corTA \times corJN$$

Onde:

CI é a capacidade de ingestão (em UE/d); VE, o valor de enchimento da gramínea pastejada (em UE/kgMS); corSEV, o coeficiente de correção da CI associado à severidade de pastejo; QC_i, a quantidade ingerida do suplemento C_i (kgMS/d); TS_i taxa de substituição entre gramínea pastejada e o suplemento C_i; corTA o coeficiente de correção para a ingestão de pastagem ligado ao tempo diário de acesso ao pasto; e corJN a proporção de ingestão diária de pastagem a ser atribuída ao dia ou noite, quando são diferentes.

Para vacas leiteiras, a CI é calculada a partir do peso vivo e da produção diária de leite de acordo com equações simplificadas das Tabelas do INRA (INRA, 2010). O peso vivo é calculado a partir da raça e uma das seguintes 3 categorias de tamanho em comparação com o padrão intra-raças (Pequeno, Médio ou Grande). As diferenças de peso entre os formatos são da ordem de 70 kg para veículos leves (dados IDELE). A produção de leite é estimada a partir de uma proporção anual da produção de leite a ser inserida, com uma etapa de 2000 kg/ano. O CI também é corrigido para o estágio médio de lactação para rebanhos com partos agrupados.

O valor da UE da pastagem pode ser classificada em relação ao tipo (4 classes) e a da qualidade (4 classes), de acordo com as tabelas do INRA (INRA, 2010). Para cada tipo de pastagem, a qualidade é obtida em função da proporção de folhas verdes/caules/senescentes/inflorescência, e pode ser avaliada pelo produtor ou técnico quando os animais entram na parcela, por exemplo, o cor dominante das gramíneas e/ou o percentual de inflorescência (Tabela 1, segundo JEULIN et al., 2001).

A severidade da pastagem está diretamente relacionada com o manejo empregado na propriedade. Quanto maior a severidade do pastejo, menor é a altura no pós-pastejo, portanto, menor é a ingestão por animal, e conseqüentemente maior é consumo por hectare e maior a taxa de recuperação da pastagem (INRA, 2010; MCCARTHY et al., 2011). A taxa de substituição varia de acordo com o a quantidade de suplemento fornecida, assim como, em relação a mas severidade de pastejo. Esta é menor quanto menor for a severidade do pastejo, uma vez que o animal não cobre mais sua capacidade de ingestão (INRA, 2010).

O coeficiente corJN permite alocar uma proporção da ingestão diária para as parcelas diurnas e noturnas. Para cabras leiteiras, o corJN é 0,7 e 0,3, respectivamente, para parcelas diurnas e noturnas, uma vez que as cabras são estabuladas a noite. Para vacas em aleitamento,

corTA e corJN são iguais a 1 porque os animais não mudam as parcelas várias vezes ao dia (Delagarde, 2017).

HerbValo – método de utilização

A abordagem geral do método, inclui o uso de folhas de papel para as anotações na entrada dos animais na parcela para uso nas propriedades, e posteriormente os dados são inseridos em uma planilha automatizada do Excel.

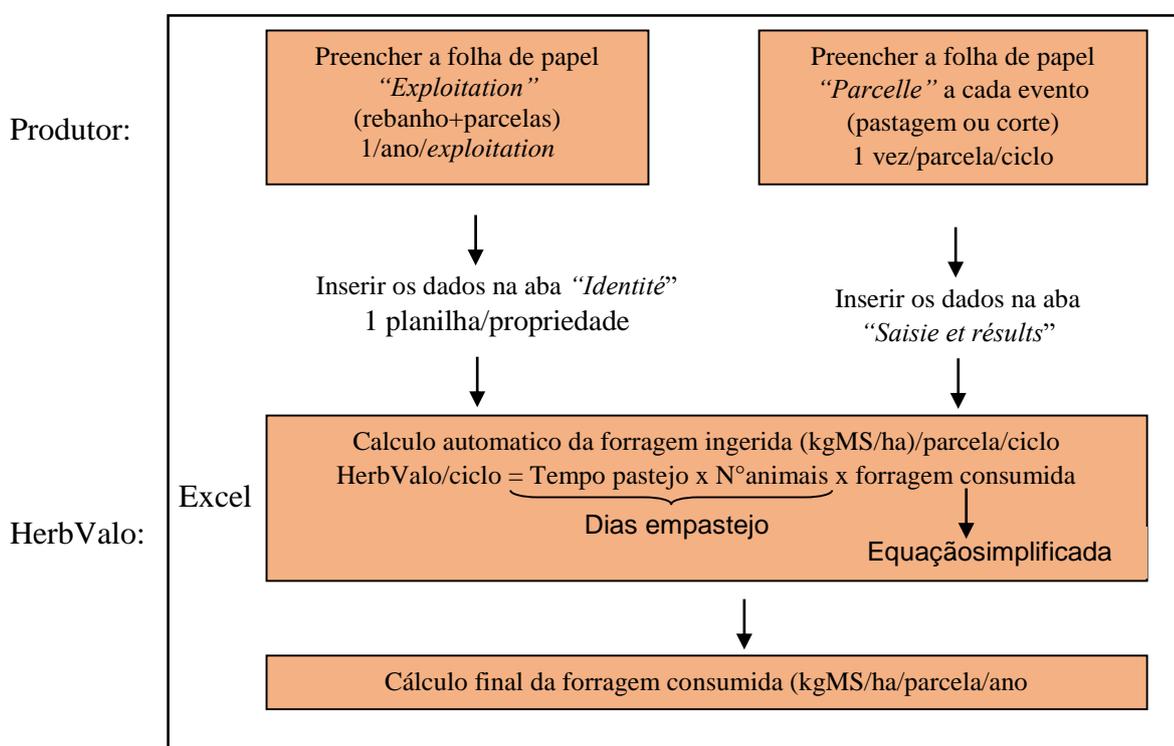


Figura 2- Processo de cálculo de forragem consumida (parcela/ciclo/ano) HerbValo

1. Ficha *Exploitation*

Esta folha permite acessar as informações da propriedade, independentemente dos eventos realizados nas parcelas. As características do rebanho, permitem definir sua classe de capacidade de ingestão (raça, tamanho, categoria, produção de leite, distribuição anual de nascimentos) e as características década parcela (área, tipo de pastagem, características agronômicas).

Os tipos de pastagens podem ser definidas como: Pastagem temporária (PT) de gramíneas puras, associação ou PT de multiespécies, Pastagem Permanente (PP) de boa qualidade e PP de média qualidade.

2. Ficha *Parcelle*

A folha *Parcelle* deve ser preenchida a cada entrada na parcela. Nela constam as informações da pastagem, como tempo em pastejo, qualidade e severidade. A qualidade da pastagem deve ser definida em cada entrada da parcela, de acordo com a cor e o estado vegetativo: 1. verde/vegetativa, 2. verde dominante/pré-florescimento, 3. verde Amarelo/florescimento e 4. amarelo /senescencia (Jeulin et al., 2001; Robic, 2015). (figura 2)



D'après Jeulin T et al., 2001.

A severidade do pastejo é definida em cada saída da parcela pelo produto e pode ser classificado em 4: muito severo, severo, equilibrado e liberal. A severidade pode ser definida a partir da observação entre a altura de entrada e saída e a altura de entrada dos animais na parcela (INRA, 2010). Cada evento deve ser preenchido em uma nova linha. Para ter um controle anual, é necessário preencher a folha *parcelle* a cada ciclo.

3. Planilha automatizada Excel

A planilha Excel é constituída de várias abas no Excel, como: *Mode d'emploi, Identité, Saisie et Résultats, Listes e Paramètres*. Cada linha da aba *Saisie et Résultats* representa um ciclo de uso da parcela, e quando adicionado as características do rebanho e da dieta, os cálculos são realizados de modo automático. Por fim, após preencher corretamente os dados, é possível obter o consumo de pastagem por hectare e por animal.

Estas ferramentas serão substituídas no futuramente por um aplicativo web smartphone para simplificar o registro de dados, para automatizar cálculos com informações imediatamente disponíveis ao produtor e para construir um banco de dados nacional sobre o uso de pastagens em sistemas de produção de ruminantes de pastagem (projeto nacional HerbValo).

Para poder utilizar o método em fazendas comerciais, onde há muito pouca informação quantitativa ou medidas disponíveis, numerosas fórmulas foram substituídas por uma série de

poucas variáveis, com um máximo de 3 ou 4 classes para cada variável, permitindo que o produtor possa escolher facilmente entre elas. As classes foram definidas para serem claramente distinguíveis pelos produtores ou consultores, e para ter um efeito substancial no consumo de pastagem. Em média, a mudança de uma classe para outra afeta o consumo de pastagem em 5%.

O efeito da intensidade da pastagem (eSEV) resulta diretamente das decisões do produtor. Esta intensidade de pastagem deve ser avaliada pela experiência do produtor, após o pasto, quando o rebanho deixa o paddock definitivamente, por uma simples observação visual da estrutura do pasto: quanto menos folhas restarem, mais severo será o pasto (DELAGARDE et al., 2017).

O número e a complexidade dos dados de entrada necessários com o método HerbValo é muito inferior aos do modelo INRA completo (INRA, 2018) ou do modelo semicompleto baseado nas alturas de pré e pós-pastoreio (INRA, 2010).

3 REFERÊNCIAS

ABIEC - Perfil da Pecuária no Brasil. **Relatório Anual**, 2018. 48p.

ADAMI, P. F. et al. Dynamic of a papuã pasture under two grazing intensities and two nitrogen levels. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.12, p.2569-2577, 2010.

AGUIAR, A. **Sustentabilidade técnica, econômica e social dos sistemas de produção de leite a pasto**. CNPQ, 2001.

Al Jammas, M. Prédiction dynamique de la composition de la carcasse basée sur le métabolisme des nutriments absorbés: vers une évolution des recommandations alimentaires des jeunes bovins [PhD thesis]. Clermont-Ferrand (France): **Université Clermont Auvergne**, 2016.

AIKEN, G. E.; BRANSBY, D. I. Observer variability for disk meter measurements of forage mass. **Agronomy Journal**, v.84, p.603-605, 1992.

ALVES, E. Desafios da Pesquisa. **Revista de Política Agrícola**. Brasília, DF, v.25, n.4, out./dez, 2016.

ALVES, M.; FILHO, J. Influência do ambiente no conforto de vacas leiteiras. 2012 Disponível em <<http://m.milkpoint.com.br/radar-tecnico/sistemas-de-producao/influencia-do-ambiente-no-conforto-de-vacas-leiteiras-78189n.aspx>> Acesso em agosto de 2021.

ANTONIAZZI, A. Q.; LISTON, M. A.; GABRIEL, A. L.; BARCELLOS, A. R.; CECIM, M. Indução do parto de bovinos aos 270 dias de gestação com a utilização prévia de glicocorticoide de longa ação e a transferência de imunidade passiva. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.31, n.1, p. 103-109, 2009.

ARAÚJO, A. A. Forrageiras paraceifa. Porto Alegre, **Ed. Sulina**, 1967.257p.

AZEVEDO, D. M. R.; ALVES, A. A. Bioclimatologia aplicada á produção de bovinos leiteiros nos trópicos. Teresina: **Embrapa Meio-Norte**, 2009.

BALBINOT JUNIOR, A. A. et al. Integração lavoura pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, v.39, n.6, p.1925-1933, 2009.

BACCARI JÚNIOR, F. Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes. Londrina: **Editora da Universidade Estadual de Londrina**, 2001.

BAUMAN, D. E. Bovine Somatotropin: Review of na Emerging Animal Technology. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.12, p.3432-3451, 1999.

BERALDO, A. A.; ZATTA, M. R.; Análise do Perfil Metabólico do Rebanho Leiteiro do Planalto Norte Catarinense Região de Canoinhas – SC. **Canoinhas**, 2008.

BLAXTER, K. L. The energy metabolism of ruminants. London (UK): **Hutchinson & Co**. 1962.

BOUTINAUD, M.; ROUSSEAU, C.; KEISLER, D. H.; JAMMES, H. Growth Hormone and Milking Frequency Act Differently on Goat Mammary Gland in Late Lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 2, p. 509-520, 2003.

BRÂNCIO, P. A. Comportamento animal e estimativas de consumo por bovinos em pastagens de *Panicum maximum* Jacq. (cultivares Tanzânia, Mombaça e Massai). 2000.

BRODY, S. Bioenergetics and growth. New York (NY): **Reinhold Publishing Corp.** 1945.

BUENO, P. R. B, et al. Valor econômico para componentes do leite no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.6, p.2256-2265, 2004.

CAMPOS, R.; LACERDA, L. A.; TERRA, S. R.; GONZÁLEZ, F. H. D. Parâmetros hematológicos séricos de cortisol plasmático em vacas leiteiras de alta produção no Sul do Brasil. **B. J. vet. Res. Anim. Sci.**, v.45, n.5, p.354-361, 2005.

CARNEVALLI, R. A.; Da SILVA, S. C. Validação de técnicas experimentais para avaliação de características agrônomicas e ecológicas de pastagens de *Cynodon dactylon* cv. "Coast-Cross-1". **Scientia Agricola**, v.56, p.489-499, 1999.

CARVALHO, P. C. de Faccio. Característica produtiva e estrutural de pastos mistos de aveia e azevém manejados em quatro alturas sob lotação contínua. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.9, p.1857-1865, 2010.

CARVALHO, P.C.F. A estrutura da pastagem e o comportamento ingestivo de ruminantes em pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 1997, Maringá. Anais... Maringá: CCA/UEM, 1997. p.25-52.

CASARI, P.; TORMEM, P. Atividade leiteira agricultura familiar e desenvolvimento regional: estudo de caso da Linha Tormem, Chapecó-SC. **Revista Estudos do CEPE**, Santa Cruz do Sul, n.34, p.139-171, jul-dez, 2011.

COBUCI, J. A.; EUCLYDES, R. F.; VERNEQUE, R. S. et al. 2000. Curva de lactação na raça Guzerá. **Rev. Bras. Zootec.**, 29(5):1332-1339, 2001.

COLEMAN, S. W.. Plant-animal interface. **J.Prod.Agric.**, v.5, p.7-13, 1992.

CONFORTIN, A. C. C. Dinâmica do crescimento de azevém anual submetido a diferentes intensidades de pastejo, 2009. 98p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Centro de Ciências Rurais, **Universidade Federal de Santa Maria**. Santa Maria, 2009.

COSGROVE, G. P. Grazing behavior and forage intake. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ANIMAL PRODUCTION UNDERGRAZING, 1997, Viçosa. **Anais... Viçosa: UFV**, 1997.

COSTA, V. S. et al. Análise de custos a partir da cadeia do valor do leite e seus derivados na região Seridó do Rio Grande do Norte. **Revista Ambiente Contábil**, Natal, v.7, n.1, jan-jun., 2015.

CRUZ, L. et. al. *Efeitos do Estresse Térmico na Produção Leiteira: Revisão de Literatura. Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária* – ISSN: 1679-7353. Ano IX, Número 16. Janeiro de 2011.

DAVIDSON, A. P.; STABENFELDT, G. H. Glândula Mamária. In: CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de Fisiologia Veterinária**. 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

DELAGARDE, R.; CAILLAT H.; FORTIN, J. HerbValo, une méthode pour estimer dans chaque parcelle la quantité d'herbe valorisée par les ruminants au pâturage. **Fourrages**, 229: 55-6, 2017.

DERESZ, F., et al. Produção de leite de vacas Holandês x Zebu em pastagens de gramíneas tropicais manejadas sob pastejo rotativo. **Circular Técnico**. 90, Embrapa, Dez, 2006.

DOBASHI, A. F.; PENATI, M. A.; BARIONI, L. G.; CORSI, M.; JACINTHO, G. C. Avaliação de três métodos indiretos para a determinação de massa de forragem empastagem rotacionada de *Panicum maximum* cv. Tanzânia em diferentes níveis de resíduos sob irrigação (compact disc). In: **REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, 38., Piracicaba, 2001. Anais. Piracicaba: SBZ, 2001.

DUKES, H. H. **Fisiologia dos Animais Domésticos**. 11ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A. 1996.

DÜRR, J. W. Como Produzir Leite de Alta Qualidade. In: SANTOS, F. P.; MOURA, J. C.; FARIA, V.P. **Requisitos de Qualidade na Bovinocultura Leiteira**. Piracicaba: FEALQ, 2008.

EILER, H. Glândulas Endócrinas. In: DUKES, H. H. **Fisiologia dos Animais Domésticos**. 12 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Anuário do leite ano 2018**. 116p.

ENGELKING, L. R. Glândulas Mamárias. In: ENGELKING, L. R. **Fisiologia Endócrina e Metabólica em Medicina Veterinária**. 2ed. São Paulo: Roca, 2010.

EUCLIDES, V. P. B.; EUCLIDESFILHO, K.; ARRUDA, Z. J. et al. Desempenho de novilhos em pastagens de *Brachiariadecumbens* submetidos a diferentes regimes alimentares. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.2, p.246-254, 1998.

FAGUNDES, J. L.; DASILVA, S. C.; PEDREIRA, C. G. S; SBRISSIA, A. F.; CARNEVALLI, S. A.; CARVALHO, C. A. B.; PINTO, L. F. M. Índice de área foliar, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. Sob diferentes intensidades de pastejo. **Scientia Agricola**, v.56, n.4, p.1141-1150, 1999.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT. 2016. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/beta/en/#data/QL>>.

FARINATTI, L. H. E.; BRONDANI, I. L. A.; RESTLE, J.; CHIEZA, E. D.; ARBOITTE, M. Z.; KOEFENDER, I.; CATTELAN, J.; CEZIMBRA, J. M.; CHASSOT, R. C. **Avaliação de**

diferentes cultivares de azevém no desempenho de bezerros. Santa Maria-RS: Embrapa Clima Temperado, 2006.

FAUTH, E. M.; FEIX, R. D. **Aglomeração produtiva de laticínios nos Coredes Fronteira Noroeste e Celeiro.** Porto Alegre: FEE, 2015.

FERNANDES, E. N.; BRESSAN, M.; VERNEQUE, R. S. Zoneamento da pecuária leiteira da região sul do Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.2, p.468-491, mar-abr, 2004.

FERREIRA, R. A. **Maior Produção com Melhor Ambiente: Para Aves, Suínos e Bovinos.** Viçosa, MG: Aprenda Fácil Editora, 2011.

FORBES, T. D. A. Researching the plant animal interface: the investigation of ingestive behavior in grazing animals. **J. Anim. Sci.**, v.66, p.2369-2379, 1988.

FRAME, J. Herbage mass. In: HODGSON, J.; BAKER, R. D.; DAVIES, A.; LAIDLAW, A. S.; LEAVER, J. D. (Ed.) **Sward measurement handbook.** Berkshire: British Grassland Society, 1981. cap.3, p.39-67.

FULKERSON, W. J., SLACK, K. Estimating mass of temperate and tropical pasture in subtropics. **Aust. J. Exp. Agric.** 33:865-9, 1993.

GARCIA FILHO, A. **Capacitância.** Disponível em: www.facens.br/site/alunos/disciplinas/eletromag/site/teoria/aula9/. Acesso agosto de 2021.

GENRO, T. C. M.; EUCLIDES, V. P. B.; MEDEIROS, S. R. Ingestão de matéria seca por ruminantes em pastejo. In: **SIMPÓSIO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, 2004.

GONÇALVES, A. C. *Características morfogênicas e padrões de desfolhação em pastos de capim marandu submetidos a regimes de lotação contínua.* 2002. 124f. **Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.**

GRECO, D.; STABENFELDT, G. H. Endocrinologia. In: CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de Fisiologia Veterinária.** 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

GOBBI, W.; A. O.; PESSOA, V. L. S. A pecuária leiteira e a agricultura familiar em Ituiutaba (MG): as transformações na comunidade da Canoa. **Geo UERJ**, Rio de Janeiro, ano11, v.1 n.19, 1º semestre, p.79-110, 2009.

GONÇALVES, T. M.; OLIVEIRA, A. I. G.; FREITAS, R. T. F.; PEREIRA, I. G. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 31 (4): 1689-1694 GROSSMAN, M.; HARTZ, S. M.; KOOPS, W. P. (1999) **Journal of Dairy Science**, 82 (10): 2192-2197. 2002.

HABEEB, A. L. M. et al. **Farm animals and the environment.** Cambridge: CAB, 1992.

HARGREAVES, J. N., KERR, J. D. BOTANAL – A comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition. II. Computacion al Pack age. St.Lucia:

CSIRO, Division of Tropical Crops and Pasture, 1978. 88p. (Tropical agronomy technical memorandum, 9)

HODGSON, J. *Grazing management: science into practice*. Longman **Scientific & Technical**, 1990.

HOLMES, C. W. Produção de leite abaixo custo em pastagens: uma análise do sistema neozelandês. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GADO LEITEIRO, 2., 1996, Piracicaba, 1996. Conceitos modernos de exploração leiteira: anais. Conceitos Modernos de Exploração Leiteira; Anais...Piracicaba: FEALQ, 1996.

JANUSCKIEWICZ, E. R.; MAGALHÃES, M. A.; RUGGIERI, A. C.; REIS, R. A. Massa de forragem, composição morfológica e química do capim-Tanzânia sob diferentes dias de descanso e resíduos pós-pastejo. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 2, p. 161-172, 2010.

JOCHIMS, F.; DORIGON, C.; PORTES, V. M. O leite para o Oeste Catarinense, **Revista Agropecuária Catarinense**. Florianópolis, SC, v.29, n.3, set./dez, 2016.

JOHNSON, H. D.; VANDJONACK, W. I. Effects of environmental and other stressors on blood hormone patterns in lactating animals. **Journal Dairy Science**, v.59, n. 9, p.1603-1607, 1976.

KARG, H.; SCHAMS, D. Prolactin Release in Cattle. **J. Reprod. Fert.**, v. 39, p. 463-472, 1974.

KLOSOWSKI, E. S. et al. Estimativa do declínio na produção de leite, em período de verão, para Maringá-PR. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 10, n.2, p.283-288, 2002.

LACA, E. A.; DEMMENT, M. W.; DISTEL, R. A.; GRIGGS, T. C. A conceptual model to explain variation in ingestive behavior within a feeding patch. In: **INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS**, 17., 1993, Palmerston North. Proceedings... Palmerston North - New Zealand, 1993. p.710-712.

LUPATINI, G. C.; RESTLE, J.; VAZ, R. Z.; VALENTE, A. V.; ROSO, C.; VAZ, F. N. Produção de bovinos de corte em pastagem de aveia preta e azevém submetida à adubação nitrogenada. **Ciências Animal Brasileira**, v.14, n.2, p.164-171, 2013.

MAIA, G. B. S. et al. Produção leiteira no Brasil. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, v.37, p. 371-398, 2013.

MANNETJE, L. Measuring quantity of grassland vegetation. In: t'MANNETJE, L. (ED). Measurement of grassland vegetation and animal production. **Bucks: CAB**, 1978. P.63-95. 200.

McMENIMAN, N. P. Methods of estimating intake of grazing animals. In: SIMPÓSIO SOBRE TÓPICOS ESPECIAIS EM ZOOTECNIA, 1997, Juiz de Fora. Anais...Juiz de Fora SBZ, 1997. P.133-168.

MOORE, J. E.; SOLLENBERGER, L. E. Technique stop redict pasture intake. In: Simpósio internacional sobre produção animal em pastejo, 1997. Viçosa-MG. **Anais...Gomide, J. A. (Ed).** SBZ. Viçosa–MG, p.81-96, 1997.

MARTINS, J. D.; RESTLE, J.; BARRETO, I. L. Produção animal em capim papua (*Brachiariaplantaginea* (Link) Hitchc) submetido a níveis de nitrogênio. **Revista Ciência Rural**, v.30, n.5, p.887-892, 2000.

MOLENTO, M. B.; TASCA, C.; GALLO, A. Método Famacha como parâmetro clínico individual de infecção por haemonchuscontortus em pequenos ruminantes, **Ciência Rural**, v.34, n.4, p-1139-1145, 2004.

MONTARDO, O. deV. **Alimentos e alimentação de rebanho leiteiro**. Guaíba: Agropecuária, 1998.

MONTOYA, M. A.; FINAMORE, E. B. Delimitação e encadeamento de sistemas agroindustriais: o caso do complexo lácteo do Rio Grande do Sul. **Econ. Aplic.**, Ribeirão Preto, n. 9 (4), p. 663-682, out-dez, 2010.

MORAES, A; PELISSARI, A.; ALVES, S. J.; et al. Integração Lavoura-Pecuária no Sul do Brasil. In: Encontro de Integração Lavoura-Pecuária no Sul do Brasil, 1. **Anais...Pato-Branco: Imprepel Gráfica e Editora Ltda**, 2002.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7^a ed. Washington: National Academy Press, 2001.

NAVARINI, F.C.; KLOSOWSKI, E. S.; CAMPOS.A.T.; et al. Conforto térmico de bovinos da raça Nelore a pasto sob diferentes condições de sombreamento e a pasto sol. **Engenharia Agrícola**, v.29, n.4,p.508-517,2009.

NETO, B. S.; BASSO, D. A produção de leite como estratégia de desenvolvimento para o Rio Grande do Sul. **Desenvolvimento em questão**,3(5),53-72.2005

NRC. Nutrient requirements of dairy cattle. 8th rev. ed. Washington, DC: Natl. **Acad. Press**, 2001.

NOLLER, C.H. Nutritional requirements of grazing animals. **In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ANIMAL PRODUCTION UNDER GRAZING**,1996.

NÚÑEZ, S. R.; HUELVA, D. C. Una oportunidad agro-exportadora em la industria de lácteos em Chile. **AGROALIMENTARIA**, Mérida, v.14, n. 27, p. 67-81, julio-diciembre, 2008.

OLIVEIRA,J.C.P.; DUTRA,G.M.; MORAES,C.O.C. **Alternativas forrageiras para sistemas de produção pecuária**.Bagé:EMBRAPA Pecuária Sul,2001.

PERISSINOTO, M.; MOURA, D. J. Determinação do conforto térmico de vacas leiteiras utilizando a mineração de dados. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**,Campinas, v. 1,n.2, p. 117-126, 2006.

PINARELLI, C. The effect of heat stress on milk yield. **Latte, Milan**, v.28, n.12, p.36-38,2003.

Popescu, A. Considerations on cattle stock and cow fresh milk production in the EU Countries. **Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies**, 44(2), 508-511, 2011.

PRACHE, S. Intake rate, intake per bite and time per bite of lactating ewes on vegetative and reproductive swards. **Appl. Anim. Behav.Sci.**,v.52, p.53-64,1997

REECE, W.O. Lactação. In: REECE,W.O. **Anatomia Funcional e Fisiologia dos Animais Domésticos**. 3ed. São Paulo:Roca, 2008.

Rennó, F.P ET al. Efeito da condição corporal ao parto sobre a produção e composição do leite, a curva de lactação e a mobilização de reservas corporais em vacas da raça Holandesa. **Revista Arquivo Brasileiro de Med. Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.2, p.220-233, 2002.

RESTLE, J. et al. Produção Animal em Pastagem com Gramíneas de Estação Quente. **Revista Brasileira de Zootecnia**,v.31,n.3,p.1491-1500,2002.

RICCI, G. D.; ORSI, A. M.; DOMINGUES, P. F. Estresse calórico e suas interferências no ciclo de produção de vacas de leite – Revisão. **Veterinária e Zootecnia**, Botucatu-SP., set.,p.09-18, 2013.

RODRIGUES, L. G.; ALBAN, L. Tecnologias de produção de leite utilizadas no extremo-oeste catarinense. **RACE**, Revista de Administração, Contabilidade e Economia. v. 12, n. 1, p. 171-198, jan./jun.2013.

RORATO, P. R. et al. Interação genotipo-ambiente para a produção de leite em rebanhos da raça Holandesa do Brasil. (I) Modelo de touro. **Ciência rural**, v. 29, n. 4, p. 717-720, julho/ago. 1998.

SÁNCHEZ-KEN, J. G. Two New Species of *Urochloa* (Paniceae; Panicoideae; Poaceae) from Western Mexico and the Updated Checklist with a Key to Species of the Genus in Mexico. **Systematic Botany**,v.36(3): p.621–630, 2011.

SANTOS, Geraldo Tadeu. Importância do manejo e considerações econômicas na criação de bezerras e novilhas. I: Simpósio sobre sustentabilidade da pecuária leiteira na região sul do Brasil, 2., 2002, Maringá: Anais... Toledo: UEM/CCA/DZO – NUPEL, 2000.

SANTOS, V.F.dos. Métodos Agronômicos para estimativa de consumo e de disponibilidade de forragem na Zona da Mata, Viçosa-MG. Viçosa: UFV, 1997. 155p Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.

SANTOS, et al. Consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais em tourinhos Limousin-Nelore, suplementados durante a seca em pastagem diferida de *Brachiaria decumbens* Stapf. **Rev. Bras. Zootec.**,v.33,n.3,p.704-713,2004.

SARTOR, Laércio Ricardo. Eficiência de utilização de nitrogênio, Fósforo e Potássio por plantas de papuã submetidos a diferentes intensidade de pastejo e níveis de Nitrogênio. Pato

Branco, PR: UTFPR, 2009. 115p. Dissertação (Mestrado Agronomia) —Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2009.

STARLING, et al. Análise de algumas variáveis fisiológicas para avaliação do grau de adaptação de ovinos submetidos ao estresse por calor. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.5, p.2070-2077, 2002.

SILVA, D.A.R et. al. Produção de leite de vacas da raça Holandesa de pequeno, médio e grande porte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n.3m p. 501-506, mar. 2011

Smith, K. F et al. The effects of ploidy and a phenotype conferring a high water-soluble carbohydrate concentration on carbohydrate accumulation, nutritive value and morphology of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). *The Journal of Agricultural Science*, 136(1), 65-74, 2001.

SÖLKNER, J., FUCHS, W. A comparison of different measures of persistency with special respect to variation of Test-day milk yields. **Livest.** 1987.

THEISEN, Giovani; VIDAL, Ribas Antonio. Viabilidade de semente de papua (*Brachiaria plantaginea*) e a cobertura do solo com palha. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.28, n.3, p.449-452, 1999.

TEKERLI, M.; Z; DOGAN, I. Factors Affecting the Shape of Lactation Curves of Holstein Cows from the Balikesir Province of Turkey., 2000. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/326447219_Factors_Affecting_the_Shape_of_Lactation_Curves_of_Holstein_Cows_from_the_Balikesir_Province_of_Turkey. Acesso em agosto de 2021.

TONETTO, C.J. Avaliação de genótipos de azevém diplóide e tetraplóide com manejos distintos de corte visando duplo propósito. Universidade Federal de Santa Maria, programa de pós-graduação em agronomia. Santa Maria, RS, Brasil, 2009.

TUCKER, H. Hormones, mammary growth, and lactation: a 41 year perspective. **Journal Dairy Science**, v.83, p.874-884, 2000.

VALLET, C. B.; MILES, J. W. Melhoramento de gramíneas do gênero *Brachiaria*. In: Simpósio sobre o manejo da pastagem, 11., Piracicaba. **Anais...** Piracicaba:FEALQ, 1994. p.1-24, 1994.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. New York: Cornell University Press, 1994

VASCONCELOS, J. L. M.; DEMETRIO, D. G. B. Manejo reprodutivo de vacas sob estresse calórico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, V.40, n.1, p. 396-401, 2011.

WEST, J. W. et al. Effects of Hot, Humid Weather on Milk Temperature, Dry Matter Intake, and Milk Yield of Lactating Dairy Cows. **Journal Dairy Science**, Champaign, v.86, n.1, p. 232-242, 2003.

4 OBJETIVOS

Estudar o impacto de variáveis fisiológicas e climáticas na produção de leite em um rebanho comercial do sul do Brasil e, adicionalmente, comparar ferramentas de diagnóstico nutricional: i) comparar o método visual de estimativa do escore de condição corporal com medidas com ultrassom da gordura subcutânea das vacas e ii) comparar os valores de consumo de pasto estimados com o uso do prato ascendente com aqueles estimados pelo HerbValo.

5 HIPÓTESES

i) O desempenho produtivo de uma rebanho leiteiro comercial é fortemente impactado pelas variáveis ambientais (i.e. temperatura e umidade do ar), pelo número de lactações e pelo mês de parição;

ii) a estimativa visual do escore de condição corporal não é preciso o suficiente para detectar mudanças sazonais e da condição nutricional de vacas em lactação em um sistema semi-pastoril do sul do Brasil;

iii) o HerbValo pode ser utilizado como ferramenta prática para estimar a utilização de pasto em tambos comerciais semi-pastoris do sul do Brasil.

6 CAPÍTULO 1 - IMPACTO DO MÊS DE PARIÇÃO, NÚMERO DE LACTAÇÃO E DE VARIÁVEIS CLIMÁTICAS SOBRE A PRODUÇÃO DE LEITE EM UM REBANHO LEITEIRO COMERCIAL NO SUL DO BRASIL

1 **Impacto do mês de parição, número de lactação e de variáveis climáticas sobre a produção**
2 **de leite em um rebanho leiteiro comercial no Sul do Brasil**

3
4 **RESUMO**

5 O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do mês de parição, do número de lacta-
6 ções e do índice de temperatura e umidade do ar sobre a produção de leite de um rebanho co-
7 mercial. Este trabalho foi desenvolvido no município de Toropi, RS, Brasil, no período de ou-
8 tubro de 2017 a março de 2019, totalizando 18 meses. Foram obtidos 137997 registros de pro-
9 dução de leite das ordenhas da manhã e tarde, além dos dados reprodutivos de 210 vacas. Adi-
10 cionalmente, dados de temperatura e umidade do ar foram obtidos diariamente pela utilização
11 do equipamento *data logger* colocado em dois pontos representativos da propriedade, protegi-
12 dos da luz solar e utilizados para calcular o Índice de Temperatura e Umidade (ITU). Os dados
13 foram submetidos à análise de agrupamento utilizando a soma de quadrados como critério, e
14 análise de ordenação, através da análise de coordenadas principais. A produção de leite foi im-
15 pactada pelo mês do ano, dias em lactação e ordem de parto. Assim como, o ITU e o mês de
16 parto foram inversamente relacionados a produção de leite. As mudanças nas características
17 físicas e nutricionais das pastagens ofertadas no decorrer do ano, assim como o número de
18 lactações e a condição climática explicada pelo ITU, impactam diretamente o aporte de nutri-
19 entes e a produção de leite.

20
21 **Palavras chaves:** conforto térmico, estacionalidade, parição, vacas leiteiras

ABSTRACT

22
23 The present study aimed to evaluate the effect of calving month, number of lactations and air
24 temperature and humidity index on milk production in a commercial herd. This work was car-
25 ried out in the city of Toropi, RS, Brazil, from October 2017 to March 2019, totaling 18 months.
26 A total of 137,997 records of milk production from morning and afternoon milkings were ob-
27 tained, in addition to reproductive data from 210 cows. Additionally, air temperature and hu-
28 midity data were obtained daily by using the data logger equipment placed in two representative
29 points of the property, protected from sunlight and used to calculate the Temperature and Hu-
30 midity Index (THI). Data were submitted to cluster analysis using the sum of squares as a cri-
31 terion, and ordering analysis, through principal coordinate analysis. Milk production was im-
32 pacted by month of the year, days in lactation and calving order. Likewise, THI and month of
33 delivery were inversely related to milk production. Changes in the physical and nutritional char-
34 acteristics of pastures offered throughout the year, as well as the number of lactations and the
35 climatic condition explained by the THI, directly impact the supply of nutrients and milk pro-
36 duction.

37

38 **Keywords:** thermal comfort, seasonality, dairy cows, calving

39

INTRODUÇÃO

41 Resultados de experimentos controlados demonstram que o desempenho produtivo de vacas em
42 lactação pode ser afetado por vários fatores associados ao potencial genético, oferta e manejo
43 alimentar e condição fisiológica das vacas (NRC, 2001). Adicionalmente diferenças sazonais
44 na produção de leite em regiões subtropicais, como o sul do Brasil, podem ser causadas não
45 somente por alterações na quantidade e qualidade da forragem disponível, mas também por
46 mudanças de temperatura e umidade do ar em níveis que induzem a estresse térmico, que têm

47 efeito direto na ingestão de matéria seca (MS) (West et al. 2003; CRUZ et al., 2011; SILVA,
48 2011; KÖNYVES et al., 2017) e na produção de leite pelas vacas (MELO et al., 2016; FABRIS
49 et al., 2016).

50 Em sistemas semi-pastoris, por efeito indireto na quantidade e qualidade de pasto disponível
51 aos animais (BOHMANOVA et al., 2007), poderia também ser esperado que a curva de lacta-
52 ção e, conseqüentemente, o potencial produtivo das vacas seja fortemente impactado pelo mês
53 de parição (COBUCCI et al., 2001). Contudo, embora haja evidência científica considerável do
54 impacto de fatores fisiológicos/nutricionais, de manejo e de clima, obtida em experimentos
55 controlados, não é conhecido exatamente como o conjunto destes fatores podem afetar o de-
56 sempenho produtivo do rebanho leiteiro em um tambo comercial.

57 Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o efeito de variáveis fisiológicas,
58 como mês de parição, do número de lactações e variáveis climáticas, índice de temperatura e
59 umidade, sobre a produção de leite de um rebanho comercial na Região Sul do Brasil.

60

61

MATERIAIS E MÉTODOS

Local e período

63 Este trabalho foi desenvolvido no município de Toropi, localizado na Região Central do Rio
64 Grande do Sul, Brasil. Latitude 29°28'42" sul e longitude 54°13'41" oeste, altitude de 133
65 metros. No período de outubro de 2017 a março de 2019, totalizando 18 meses.

66

Coleta de dados

Dados da produção de leite

69 Os dados da produção de leite (PL kg/vaca/dia) foram obtidos diariamente no período de outu-
70 bro de 2017 a março de 2019, totalizando 210 vacas e 137997 registros contendo as ordenhas

71 da manhã e da tarde. Os dados de produção de leite foram obtidos através do software Smart-
72 tMilk. O SmartMilk é um software que gerencia as atividades de pecuária leiteira, armazena os
73 dados de produção de leite automaticamente a cada ordenha, de forma individual, por meio da
74 leitura de um dispositivo localizado na coleira do animal.

75 Os dados coletados na propriedade foram organizados primeiramente em uma planilha Excel,
76 e em seguida foram criados gráficos do rebanho e individuais com o objetivo de averiguar a
77 distribuição desses valores. Após análise gráfica, constatou-se que em algumas vacas, ou deter-
78 minados períodos, os dados apresentavam discrepâncias ou valores considerados anormais bi-
79 ologicamente, possivelmente devido a problemas na leitura do dispositivo ou no armazena-
80 mento dos dados no programa.

81 Portanto, para a organização e posterior análise e interpretação dos dados, os valores foram
82 ajustados, quando necessário, através da linguagem de programação de alto nível (Python). O
83 objetivo da utilização da linguagem Python foi verificar os dados individualmente e eliminar
84 os valores discrepantes. Para isso, utilizaram-se alguns métodos, listados abaixo, inseridos atra-
85 vés de comandos no Python.

86 *1. Dados ausentes*

87 Devido a problemas relacionados à leitura do dispositivo inserido na coleira do animal e/ou
88 desativação do software SmartMilk, alguns períodos (dias) não apresentavam valores de pro-
89 dução de leite. Para isso, os dias sem dados foram substituídos pela média dos valores dos 15
90 dias anteriores e 15 posteriores através de comandos no Python. Este método foi utilizado so-
91 mente para verificar graficamente a produção de leite individual e ter a média dos valores nos
92 dias em que o programa não armazenou os dados.

93 *2. Método de janelas deslizantes*

94 Neste método, foram inseridos um intervalo de tempo e um limite de variação da produção de
95 leite (kg/dia). O primeiro passo foi calcular a média de todos os valores no intervalo, e em

96 seguida calculou-se a diferença de cada um dos valores com a média. Quando a diferença foi
97 maior que o limite estabelecido, o valor foi marcado como deletável.
98 Este princípio foi aplicado da primeira à última posição, sempre movendo a posição inicial.
99 Desta forma, se considerado, por exemplo, uma duração de intervalo igual a 15, haveria 15
100 oportunidades para eliminar cada valor.

101 *3. Sistema de votação*

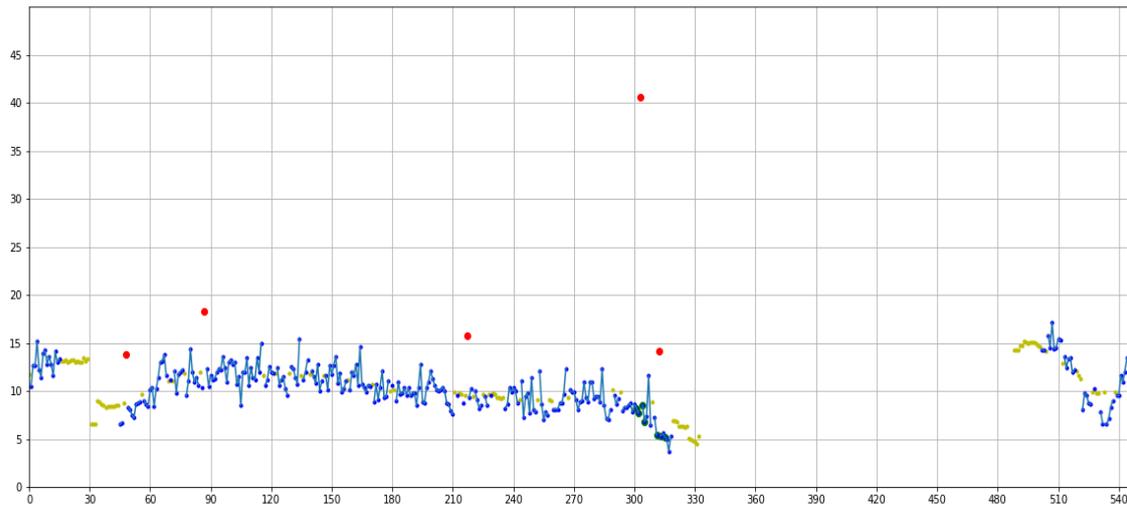
102 No sistema de votação foi aplicado o método de janelas deslizantes com três intervalos e três
103 limites estabelecidos:

- 104 1. Intervalo 16 dias, limite 6 litros/dia
- 105 2. Intervalo 12 dias, limite 5 litros/dia
- 106 3. Intervalo 2 dias, limite 4 litros/dia

107 Cada valor foi marcado ou não por cada um desses três comandos inseridos. Posteriormente,
108 foi realizada uma votação entre os três. Ou seja, quando o valor foi marcado pelo menos duas
109 vezes pelos intervalos e limites estabelecidos acima, este foi marcado como deletável e final-
110 mente excluído.

111 Os valores em vermelho: eliminados (quando são marcados por 2 ou 3 dos comandos citados
112 acima). Verde, sinalizados por apenas um comando. Amarelo, valores que apresentavam perí-
113 odos sem valores. E azul, são os valores de produção de leite que foram mantidos.

114 Exemplo:



122 Figura 1- Exemplo da aplicação dos métodos de exclusão dos dados pela linguagem computacional Python. Vaca 329 (eixo y= Produção de leite (kg/dia) e x= Período amostral (dias).

124

125 Após a exclusão dos dados, os valores foram organizados novamente em uma planilha Excel e
 126 adicionaram-se as características qualitativas do animal, como estado de lactação, número de
 127 lactações e frequência semanal de ordenhas.

128

129 *Produção de leite semanal*

130 Para a obtenção da média semanal da produção de leite do rebanho, foram inseridos filtros no
 131 arquivo excel com o objetivo de selecionar valores representativos e excluir semanas de produ-
 132 ção com dados escassos. Primeiramente, foi aplicado o filtro de número de produção de leite
 133 semanal, desta forma, foram utilizados valores de no mínimo cinco dias de produção. Os dados
 134 também foram classificados de acordo com o número de lactações, 1 a 7. Outro filtro inserido
 135 foi semana de lactação, os dados de produção de leite acima de 43 semanas (10 meses) foram
 136 excluídos.

137 *Produção de leite mensal*

138 Assim como para o cálculo da média de produção de leite mensal, foram selecionados os dados
139 de estado de lactação inferiores a 43 semanas e número de lactações de 1 a 7. No entanto, para
140 calcular a média de produção mensal do rebanho, foram selecionados os dados de no mínimo
141 12 dias.

142

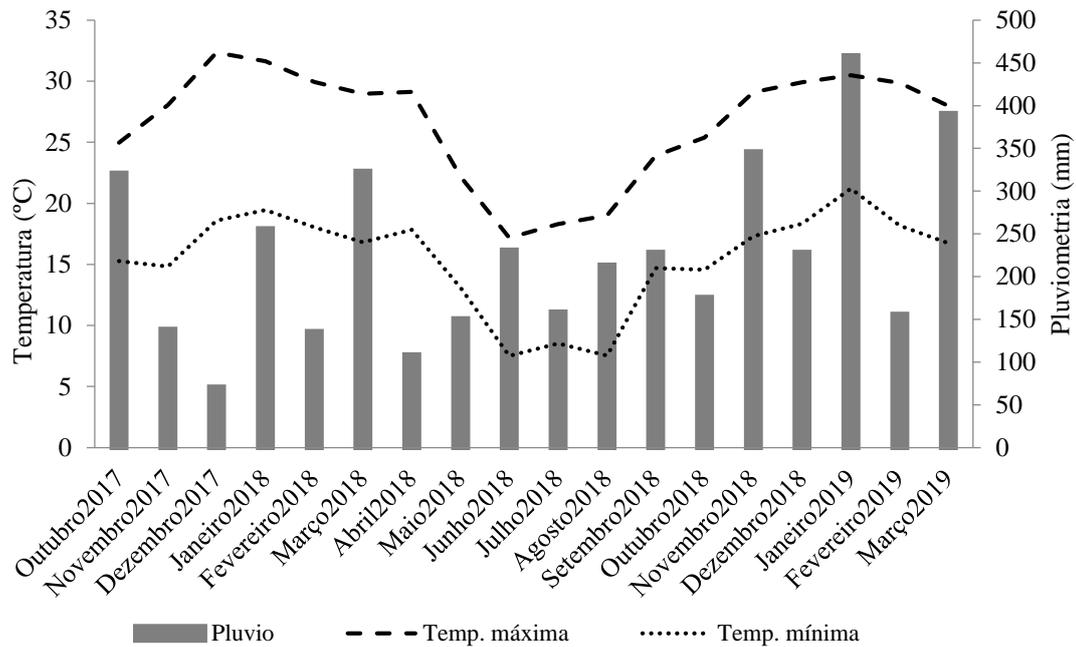
143 *Dados climáticos*

144 Os dados diários de precipitação foram obtidos junto ao escritório municipal de Toropi, Emater-
145 RS, no período de outubro de 2017 a março de 2019. Os dados de temperatura, umidade foram
146 obtidos a partir das informações do *datta logger* instalado na propriedade. O índice de tempe-
147 ratura e umidade ITU foi obtido segundo (Thom, 1959), a partir da seguinte fórmula: $ITU =$
148 $(0,8 \times TA + (UR/100) \times (TA - 14,4) + 46,4)$. Onde: TA = média da temperatura do ar °C; UR =
149 média da umidade relativa do ar (%).

150

151 *Análise estatística*

152 Primeiramente foi organizado um conjunto de dados contendo a produção de leite mensal de
153 cada vaca, mês do ano, mês de parto e de lactação (média dos meses em dias) de cada vaca e
154 o ITU mensal. Os dados foram submetidos à análise de agrupamento utilizando a soma de qua-
155 drados como critério, e análise de ordenação, através da análise de coordenadas principais. As
156 unidades amostrais foram organizadas em 6 diferentes grupos. A partir da média desses grupos,
157 foi realizada uma análise de coordenadas principais com distância euclidiana como medida de
158 semelhança através do software MULTIV (PILLAR, 2004). Em seguida, foi realizada uma aná-
159 lise de variância considerando o grupo como efeito fixo, SAS software versão 9.1 (SAS Institute
160 Inc., Cary, NC), com intervalo de confiança 95%.



161

162

Figura 2- Temperatura máxima e mínima e pluviosidade de um rebanho leiteiro comercial localizado no município de Toropi, RS, no período de outubro de 2017 a março de 2019.

163

164

165

RESULTADOS E DISCUSSÃO

166

A média da produção de leite do rebanho foi de 17 ($\pm 4,4$) Kg/vaca/dia com valores máximo e mínimo de 34,8 e 2,9 Kg/vaca/dia, respectivamente. A média da produção de leite mensal do rebanho pode ser observada na figura 3.

169

Este resultado pode ser explicado pelas condições ambientais e pela oferta de pastagem disponível no mês do parto. Pois, como as vacas no início da lactação apresentam menor consumo de matéria seca, e associado a este fator, as condições climáticas e dietéticas não forem de boa qualidade, principalmente nos meses de escassez ou mudança na espécie forrageira, o consumo pode ser ainda menor em decorrência do processo de fermentação ruminal para degradar a fibra, o que pode afetar o aporte dos nutrientes para a produção de leite (DASH et al., 2016). Este resultado pode ser observado nos meses de abril, setembro, outubro e novembro, em que a produção de leite foi menor (Figura 3).

176

177 A curva de lactação do rebanho em relação ao mês de parição pode ser observada na Figura 4.
178 De forma geral, independentemente do mês de parição, a produção de leite foi maior entre 60 e
179 90 dias, resultados semelhantes à literatura (COBUCI, 2004; GRILLO et al., 2015). As vacas
180 que pariram nos meses de janeiro, maio e junho apresentaram numericamente maior produção
181 no início da lactação, o que pode ser explicado pela qualidade das pastagens, pois nestes meses,
182 ocorre o estabelecimento das gramíneas temperadas (Aveia e Azevém) e tropicais (Papuã), as-
183 sim como, nos meses de maio e junho, as vacas estão submetidas a condições ambientais favo-
184 ráveis a produção de leite (Figura 2).

185 A produção de leite e a curva de lactação em relação a ordem de parto pode ser observada nas
186 figuras 5 e 6, respectivamente. A PL teve um acréscimo no decorrer do número de lactações até
187 atingir a 5^a lactação. Posteriormente, decresceu na 6^a e 7^a lactação. A curva de lactação do re-
188 banho em relação ao número de em relação ao número de lactações pode ser observada na
189 Figura 6. CORRÊA (2010) observou que a produção de leite/vaca/dia foi menor nas vacas pri-
190 mÍparas, com aumento constante nas sucessivas ordens de lactação. Vacas primÍparas conso-
191 mem menos alimentos e de modo diferente de vacas múltÍparas, pois têm menor capacidade
192 produtiva, devido ao fato de estarem em fase de desenvolvimento corporal e da glândula ma-
193 mária (NRC, 2001).

194 O aumento do ITU afeta negativamente a produção de leite (Figura 7). A média mensal do ITU
195 foi de 68 ($\pm 7,4$) e o maior valor (75) foi encontrado no mês de janeiro dos anos de 2018 e 2019.
196 Em relação às semanas de estudo, o ITU variou de 51 a 80. A temperatura máxima e mínima
197 variou de 15 a 26°C, respectivamente, e a umidade do ar, oscilou entre 50 a 94%. A radiação
198 variou de 6,1 a 24,8 mJ/m² e a pluviometria de 70 a 457mm no período estudado. A PL semanal
199 apresentou variação em relação à média da PL do período experimental de -2,71 a 4,11
200 Kg/vaca/dia. A PL foi maior nas semanas em que a temperatura máxima e o ITU apresentaram

201 menores valores, principalmente em algumas semanas do verão. O ITU pode ser uma ferra-
202 menta para avaliar as condições de conforto ambiental de rebanhos leiteiros (COLLIER et al.,
203 2012; BERTONCELLI et al., 2013). Vacas holandesas criadas a pasto apresentam decréscimo
204 na PL em temperaturas elevadas, principalmente em regiões tropicais (NASCIMENTO et al.,
205 2013; JIMENEZ FILHO, 2013).

206 Diferentes autores classificaram as condições de conforto térmico para vacas leiteiras de acordo
207 com o ITU. Foram divididas zonas de conforto térmico, sendo que até 71 é zona de conforto
208 térmico, entre 72 e 79 existe estresse leve, de 80 a 89 há estresse moderado e acima de 90 existe
209 estresse térmico severo (ARMSTRONG, 1994). No entanto, pesquisas mais recentes, encontra-
210 ram limites para avaliar o efeito do estresse térmico, que foi considerado 68 (ZIMBELMAN et
211 al., 2009), 70 (GHIZZI et al, 2018), 72 (CHASE, 2006) para vacas de origem europeia. Autores
212 Zimbelman et al. (2009) e Collier et al. (2012) mostraram que reflexos negativos na produtivi-
213 dade em raças europeias de alta produção, como o declínio da produção de leite em vacas lei-
214 teiras, podem ser observados em ITU acima de 68. A partir das informações disponíveis na
215 literatura, observa-se que no presente trabalho, as vacas foram submetidas a condições de es-
216 tresse térmico durante vários períodos do ano, o que impactou diretamente a produção de leite
217 (Figura 7).

218 Os grupos foram organizados automaticamente pela análise de agrupamento (MULTIV), em
219 que os dados foram arranjados de acordo com a semelhança em relação a produção de leite,
220 número de lactações e dias de lactação (Tabela 1). Os grupos 1 e 2 apresentaram maior produção
221 de leite, no entanto os grupos 2, 3 e 4 não diferiram entre si. Assim como maior produção de
222 leite, o grupo 1 teve maior número de lactações, com média 5. Os grupos com maior DEL (2 e
223 6) foram caracterizados pela menor produção de leite. O ITU foi maior no grupo 5 (Tabela 1).
224 A produção de leite foi impactada pelo mês do ano, dias em lactação e ordem de parto. Assim
225 como, o ITU e o mês de parto foram inversamente relacionados a produção de leite (Figura 8).

226 As mudanças nas características físicas e nutricionais das pastagens ofertadas no decorrer do
227 ano, assim como o número de lactações e a condição climática explicada pelo ITU, impactam
228 diretamente o aporte de nutrientes aos animais o que conseqüentemente influencia na produção
229 de leite.

230

231

CONCLUSÃO

232 O mês de parição, o número de lactações e as variáveis ambientais tiveram impacto significa-
233 tivo na produção de leite e deveriam ser considerados na definição das instalações/infraestrutura
234 do Tambo e no manejo reprodutivo do rebanho em sistemas semi-pastoris do sul do Brasil.

235

236

AGRADECIMENTOS

237 Agradecemos ao apoio concedido pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível
238 Superior (CAPES) pelo auxílio financeiro obtido através da concessão de bolsas de pesquisa.

239

240

REFERÊNCIAS

241

242 ARMSTRONG, D. V. Heat stress interaction with shade and cooling. *Journal of Dairy Science*,
243 v.77, n.7, p.2044-2050, 1994.

244 BAÊTA F & SOUZA FC. *Ambiência em edificações rurais: conforto animal*. 2.ed. Viçosa:
245 UFV. 247p., 2010.

246 Becker, C. A., & Stone, A. E.. Graduate Student Literature Review: Heat abatement strategies
247 used to reduce negative effects of heat stress in dairy cows. *Journal of Dairy Science*,
248 103(10), 9667-9675, 2020.

249 Bertoncilli, et al. Conforto térmico alterando a produção leiteira. *Enciclopédia Biosfera*,
250 9(17):762-777. 2013.

- 251 Bohmanova et al.. Temperature-humidity indices as indicators of milk production losses due to
252 heat stress. *J. Dairy Sci.*, 90 (2007), pp. 1947-1956, 2007.
- 253 CHASE, L. E. Climate change impacts on dairy cattle. IN: SUSTAINABLE AGRICULTURE
254 RESEARCH E EDUCATION (SARE) Climate Change and Agriculture: Promoting
255 Practical and Profitable Responses. n.3, p.17-23, 2006.
- 256 COBUCCI, et al. Aspectos Genéticos e Ambientais da Curva de Lactação de Vacas da Raça
257 Guzerá. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v. 30, n.4º, Viçosa, 2001.
- 258 COBUCCI, J.A. et al. Análises da persistência na lactação de vacas da raça holandesa, usando
259 produção no dia do controle e modelo de regressão aleatória. *Revista Brasileira de Zo-*
260 *otecnia*, v.33, n.3, p.546-554, 2004.
- 261 Collier, et al. Quantifying heat stress and its impact on metabolism and performance. Paper
262 presented at the Proceedings of the Florida Ruminant Nutrition Symposium, University
263 of Arizona, USA. 2012.
- 264 CORRÊA, A.M.F. Variação na produção e qualidade do leite de vacas da raça holandesa em
265 função da ordem de parto. Monografia (Especialização em Zootecnia) - Universidade
266 Estadual de Maringá, Maringá, 2010.
- 267 Cruz, L. V., Angrimani, D. D. S., Rui, B. R., & Silva, M. A. Efeitos do estresse térmico na
268 produção leiteira: revisão de literatura. *Revista Científica Eletrônica de Medicina Vet-*
269 *erinária*, 9(16), 2011.
- 270 D. J.; CHAPMAN, J. D.; DAHL, G. E. Effect of nutritional immunomodulation and heat stress
271 during the dry period on subsequent performance of cows. *Journal of Dairy Science*,
272 v.100, n.8, p.6733-6742, 2016.
- 273 DASH, S. A. et al. Effect of heat stress on reproductive performances of dairy cattle and buffa-
274 loes: A review. *Veterinary World*, v. 9, n. 3, p. 235, 2016.

- 275 GHIZZI, L. G., et al. Effects of functional oils on ruminal fermentation, rectal temperature, and
276 performance of dairy cows under high temperature humidity index environment. *Animal Feed Science and Technology*. v.246, p.158–166, 2018.
277
- 278 GRILLO, et al. Comparação da taxa de prenhez entre novilhas, primíparas e múltíparas da raça
279 Nelore submetidas à inseminação artificial em tempo fixo. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*, v. 37, n. 3, p. 193-197, 2015.
280
- 281 JIMENEZ FILHO, D.L. Fenos e pré-secados. *PUBVET*, v.7, n.25, p.1639, 2013.
- 282 Kaufman, E. I., Asselstine, V. H., LeBlanc, S. J., Duffield, T. F., & DeVries, T. J. Association
283 of rumination time and health status with milk yield and composition in early-lactation
284 dairy cows. *Journal of dairy science*, 101(1), 462-471, 2018.
- 285 Könyves, T.; Zlatković, N.; Memiši, N.; Lukač, D.; Puvača, N.; Stojšin, M.; Halász, A.;
286 Mišćević, B. Relationship of temperature-humidity index with milk production and feed
287 intake of holstein-frisian cows in different year seasons. *The Thai Journal of Veterinary
288 Medicine*, v. 47, n. 1, p. 15-23, 2017.
- 289 Melo, A. F., Moreira, J. M., Ataídes, D. S., Guimarães, R. A. M., Loiola, J. L., & Sardinha, H.
290 C. Efeitos do estresse térmico na produção de vacas leiteiras: Revisão. *Pubvet*, 10, 721-
291 794, 2016.
- 292 NASCIMENTO et al. Indicadores produtivos, fisiológicos e comportamentais de vacas de leite.
293 *Agropecuária científica no semiárido*, v.9, n.4, p.28-36, 2013.
- 294 National Research Council. The nutrient requirement of dairy cattle. Seventh edition. National
295 Academy Press, Washington, D. C. 381 p. 2001.
- 296 PILLAR, V.D. MULTIV, Multivariate Exploratory Analysis, Randomization Testing and
297 Bootstrap Resampling. Porto Alegre: Departamento de Ecologia, UFRGS,
298 <http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br/> 2004.

- 299 SILVA, D.A.R et. al. Produção de leite de vacas da raça Holandesa de pequeno, médio e grande
300 porte. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 41, n.3m p. 501-506, 2011.
- 301 THOM, E. C. The discomfort index. *Weatherwise*, Washington, v. 12, n. 2, p. 57-61, 1959.
- 302 WEST, J. W. et al. Effects of Hot, Humid Weather on Milk Temperature, Dry Matter Intake,
303 and Milk Yield of Lactating Dairy Cows. *Journal Dairy Science*, Champaign, v.86, n.1, p.
304 232-242, 2003.
- 305 ZIMBELMAN, et al. A reevaluation of the impact of temperature humidity index (THI) and
306 black globe humidity index (BGHI) on milk production in high producing dairy cows.
307 In: SOUTHWEST NUTRITION AND MANAGEMENT CONFERENCE. University
308 of Arizona, Tucson, p.158–169, 2009.
- 309 ZIMBELMAN, et al. A reevaluation of the impact of temperature humidity index (THI) and
310 black globe humidity index (BGHI) on milk production in high producing dairy cows.
311 In: SOUTHWEST NUTRITION AND MANAGEMENT CONFERENCE. University
312 of Arizona, Tucson, p.158–169, 2009.
- 313

314 Tabela 1. Análise de variância dos grupos através do programa MULTIV.

Grupo	PL	ITU	Número de lactações	Dias de Lactação (DEL)
1	19,3 ^a	66 ^c	5 ^a	155 ^c
2	16,5 ^b	69 ^b	4 ^b	228 ^a
3	17,0 ^b	66 ^c	2 ^c	175 ^b
4	19,8 ^a	66 ^c	2 ^{cd}	98 ^d
5	16,0 ^b	72 ^a	2 ^d	103 ^d
6	14,1 ^c	68 ^b	1 ^e	235 ^a
P	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

315

316 **Figura 3.** Impacto do mês de parição na média da produção de leite (kg/dia) de vacas holande-
317 sas na Região Sul do Brasil (n=2032).

318

319 **Figura 4.** Impacto do mês de parição na produção de leite (kg/dia) na curva de lactação de um
320 rebanho de vacas leiteiras em uma propriedade comercial na região Sul do Brasil(n=2032).

321

322 **Figura 5.** Impacto do número de lactação na média da produção de leite (kg/dia) de vacas
323 holandesas na Região Sul do Brasil (n=2032)..

324

325 **Figura 6.** Efeito do número de lactação na produção de leite (kg/dia)ao longo do período lac-
326 tacional de um rebanho leiteiro no Sul do Brasil (n=2032).

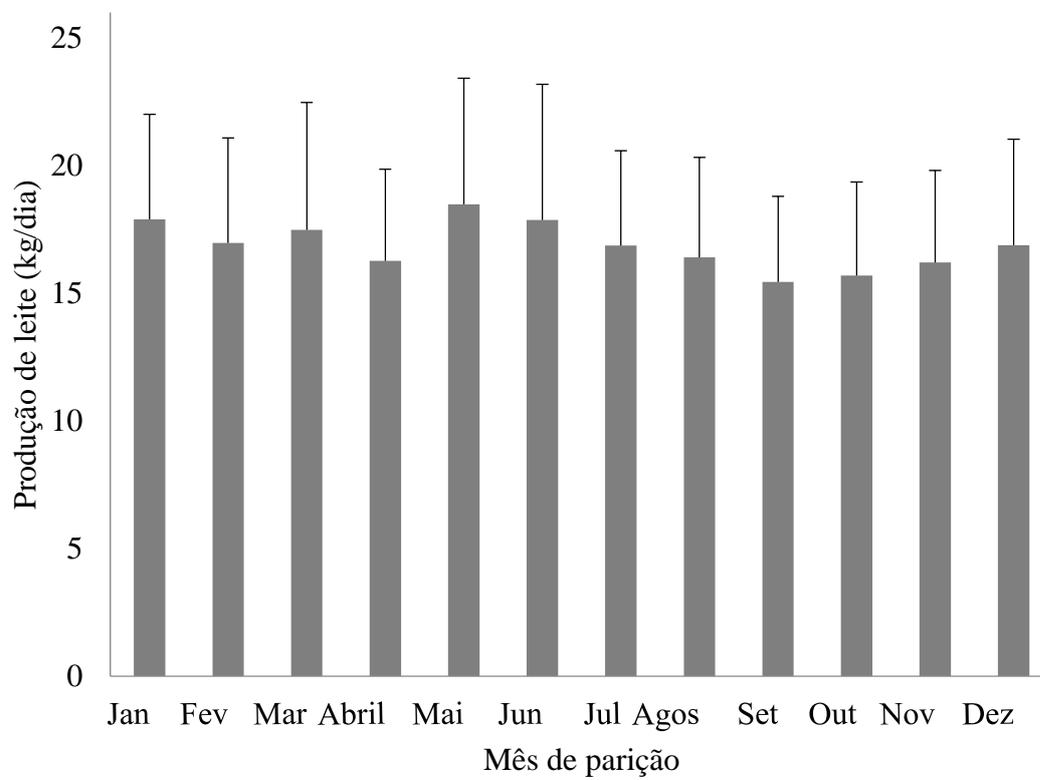
327

328 **Figura 7.** Relação entre a produção de leite (kg/dia, n=2032) e o Índice de Temperatura e Umi-
329 dade (ITU, n=50004) de um rebanho comercial de vacas holandesas no Sul do Brasil.

330

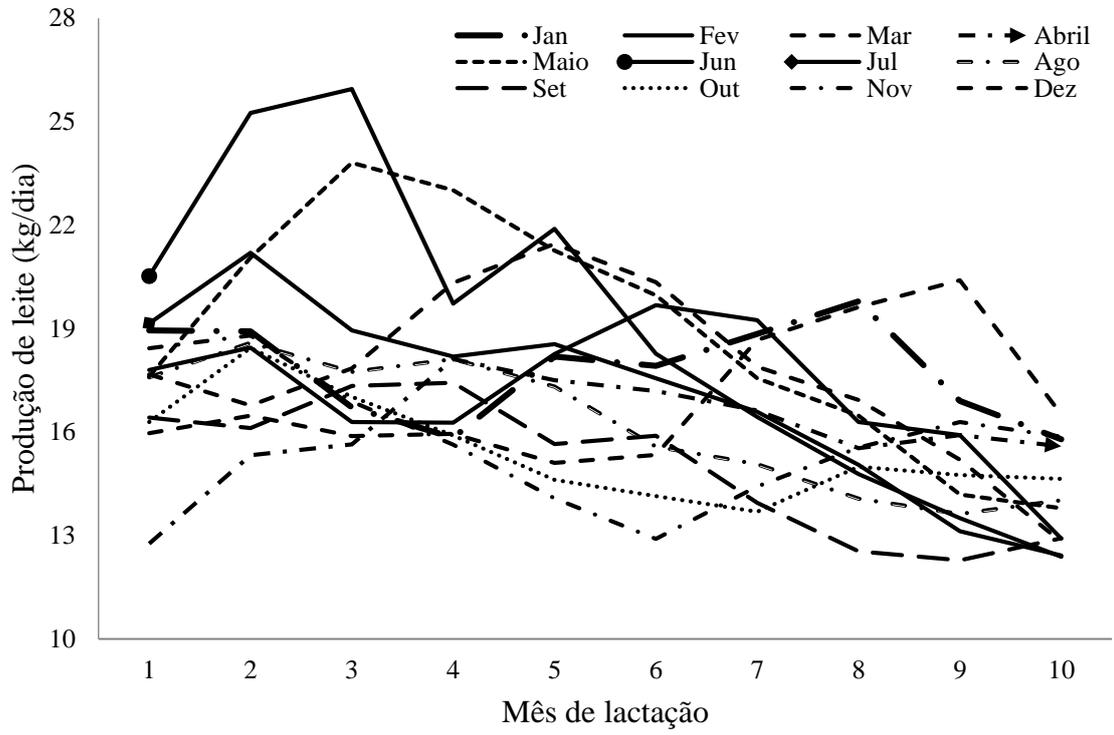
331 **Figura 8.** Análise de ordenação obtida através da análise de coordenadas principais os dados
332 da produção de leite mensal de cada vaca, mês do ano, mês de parto e de lactação de cada vaca
333 e o ITU mensal.

334

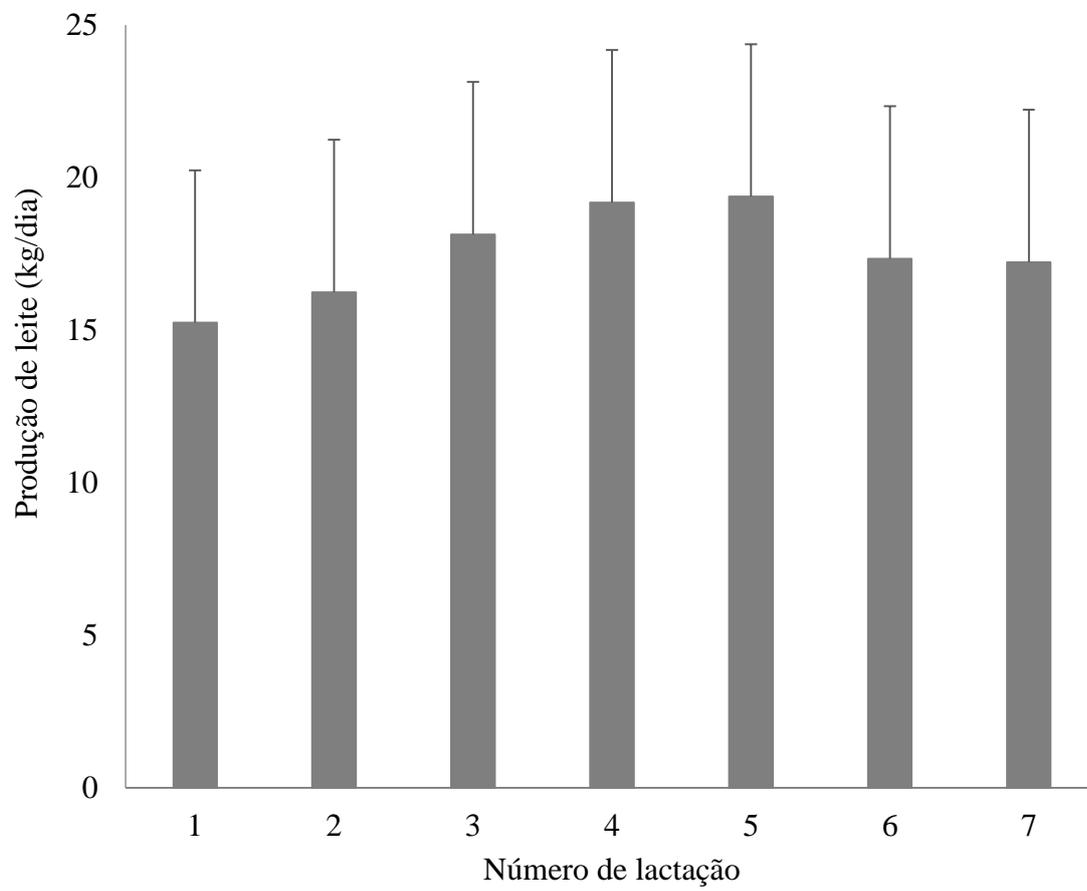
335 **Wlodarski et al. Figure 3.**

336

337 Wlodarski et al. Figure 4.



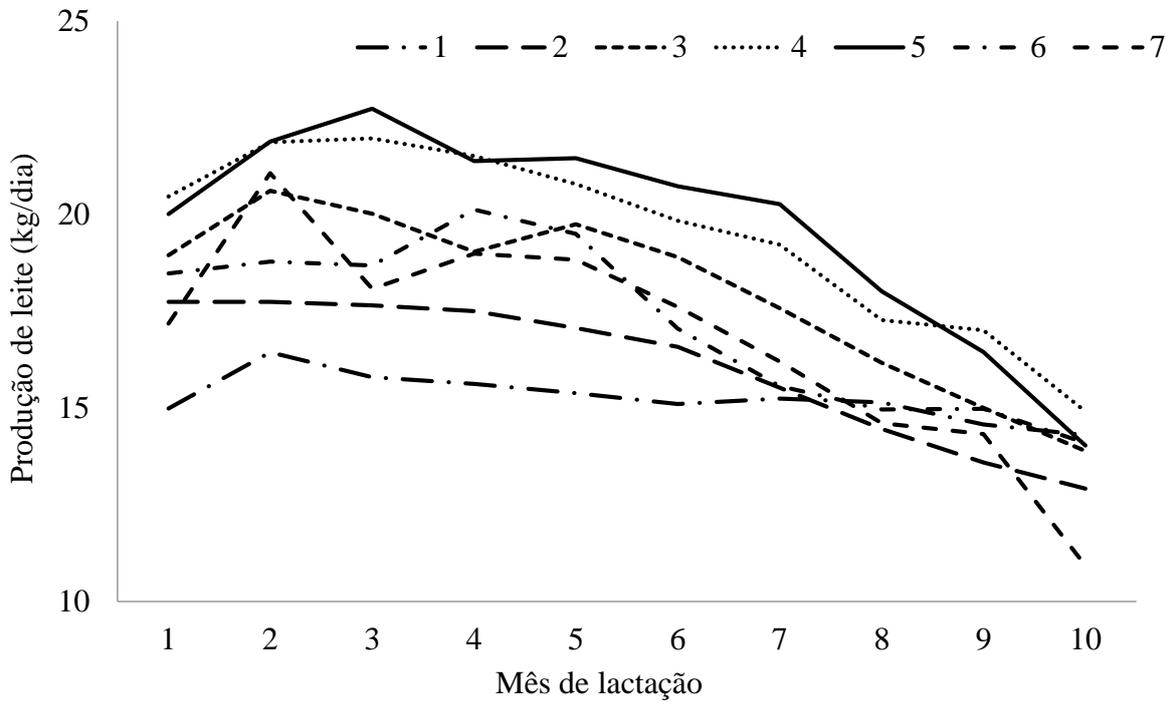
339 Wlodarski et al. Figure 5.



340

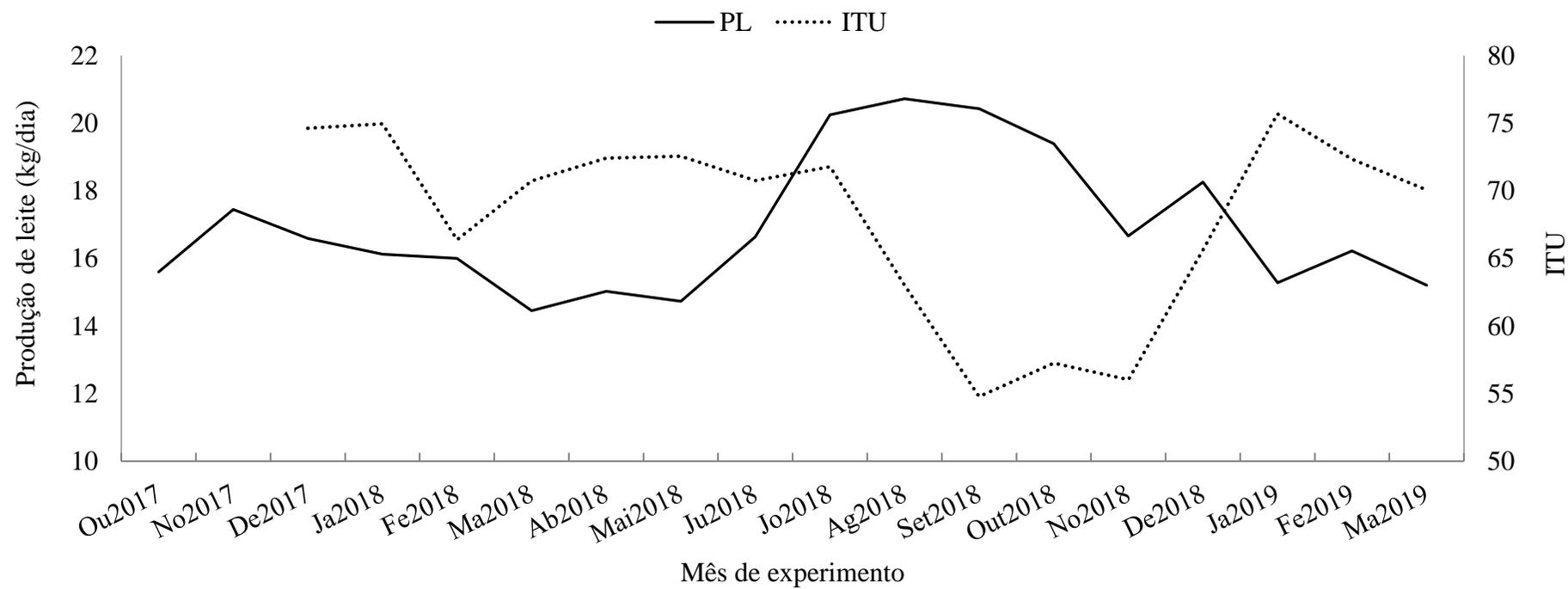
341

342 Wlodarski et al. Figure 6.

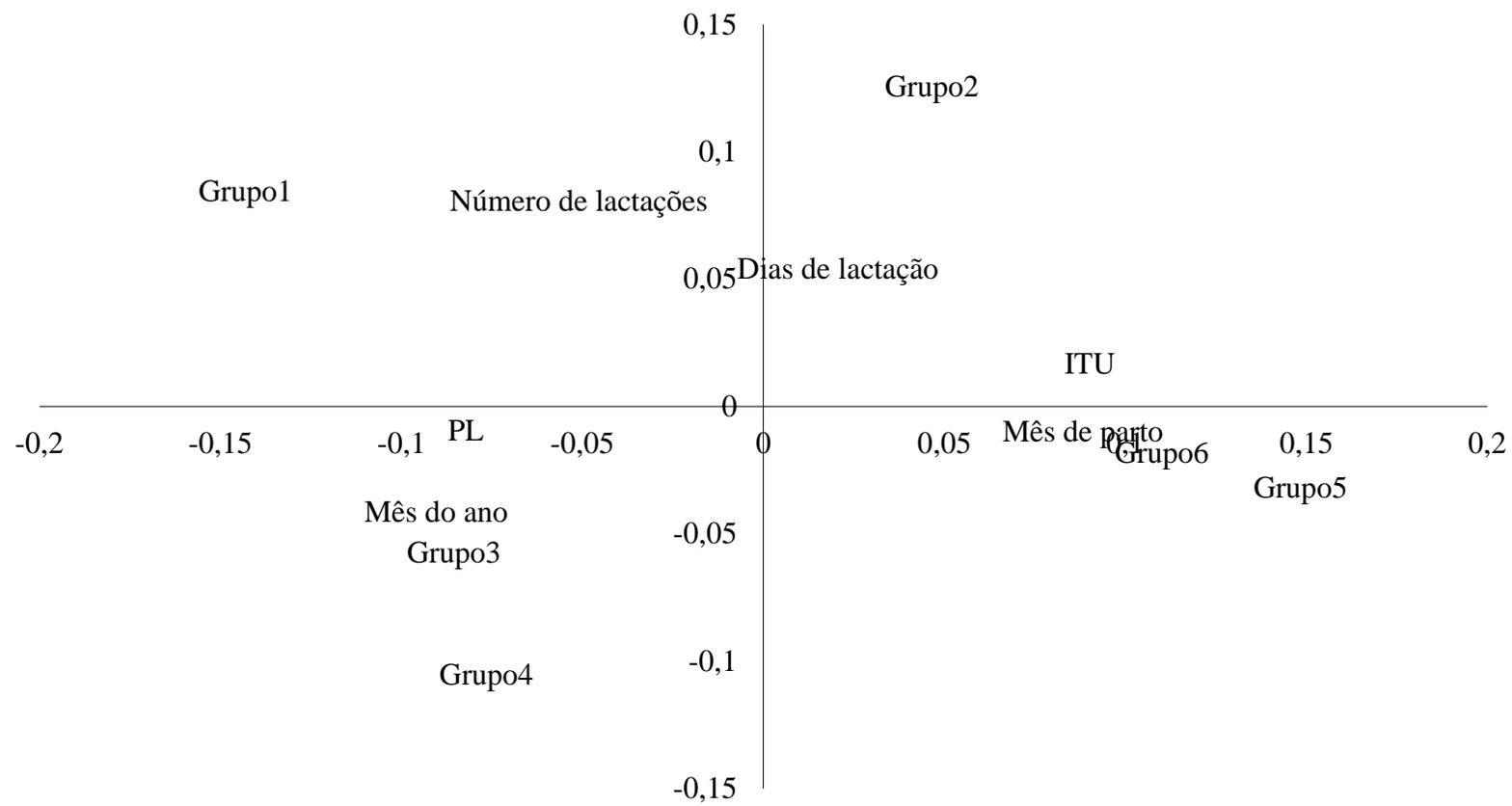


343

Wlodarski et al. Figure 7.



Wlodarski et al. Figure 8.



**7 CAPÍTULO 2 - METHODS FOR ESTIMATING BODY RESERVES IN GRAZING
DAIRY COWS: BODY CONDITION SCORE AND BACKFAT THICKNESS**

Artigo aceito na revista: **Applied Animal Science** themed issue on Advances in Dairy Efficiency

1 Running Head: BODY RESERVES IN GRAZING DAIRY COWS

2

3 **Methods for estimating body reserves in grazing dairy cows: body condition score and**
4 **backfat thickness**

5

ABSTRACT

6 **Objective:** The aim of this study was to evaluate whether the changes of backfat thickness
7 (BFT) measurements throughout the lactation of cows on a grazing-based dairy farm of south-
8 ern Brazil are reliably detected as changes on visual body condition score (BCS).

9 **Materials and Methods:** Paired measurements of BCS and BFT were taken monthly
10 throughout twelve months in 152 Holstein cows (585 ± 63 kg BW; 18 ± 4.5 kg of milk/d; 113
11 ± 76 DIM) of a commercial herd in Southern Brazil. The diets consisted of grazing tropical or
12 temperate pastures, supplemented with additional feedstuffs. The changes of body condition
13 throughout the lactation and month of experiment were identified, and linear regression analysis
14 was performed between values of BCS and BFT.

15 **Results and Discussion:** In general, both BCS and BFT were not affected by month of
16 year, although there was a reduction of both BCS and BFT in January compared to December
17 ($P < 0.05$). A significant increase in relative variation of both BCS and BFT ($P < 0.05$) was de-
18 tected only from month 2 to 3 of lactation. However, the mean BFT values showed higher
19 variability than those of BCS throughout lactation. The linear relationship between BCS and
20 BFT measurements was: $BFT \text{ (mm)} = 4.29BCS + 5.17$ (RMSE = 2.88; $P < 0.01$; $n = 669$).

21 **Implications and Applications:** The change in BFT of cows was not precisely detected
22 as a change in their BCS; however, the average variability of herd body condition, as detected
23 by BFT, was also detected by BCS and, thus, either tool is acceptable to be used by farmers.

24

25 **Keywords:** body reserves, dairy cattle, temperate grass, tropical grass, ultrasound

INTRODUCTION

26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50

The estimation of body reserves in dairy cows is a relevant piece of information for adjusting diet and management practices toward maximizing productivity and minimizing metabolic and reproductive disorders (Bell et al., 2018). The variability of body reserves can be estimated through visual BCS, which is a practical and common approach used by technicians and farmers, using a 1-5 point scale in quarter intervals, where 1 is a very thin and 5 is a very fat cow (Edmonson et al., 1989). Nevertheless, this method has been under criticism because it is subjective, especially as far as evaluators are concerned (Ferguson et al., 1994). For example, Schröder and Staufenbiel (2006) reported that expected changes of 0.25 points between two consecutive measurements of BCS were not found in 40% of cases.

Alternatively, the change on energy status of dairy cows can be assessed by ultrasonography measurement of backfat thickness (BFT). In fact, values of BFT showed high correlation with those of total body fat content; the latter one is estimated on the basis of total body water content (Schröder and Staufenbiel, 2006), or even with BCS values measured in Holstein dairy cows throughout their lactation (Hussein et al. 2013) or in the peripartum period (Siachos et al., 2021). These evaluations, however, were performed in dairy cows with high productive potential and fed with total mixed rations, usually composed of a few conventional ingredients. However, in grazing-based dairy systems, particularly in subtropical regions of Brazil, the individual milk productivity is lower than in conventional free-stall systems (Balcão et al., 2017) and the quality and availability of pastures and supplementary feedstuffs are broadly variable throughout the year. As consequence, the expected physiological changes on energy balance and body reserves of these cows may be additionally impacted owing to the variability in energy intake throughout the lactation. Thus, the change in body reserves and BFT of cows throughout the lactation may be not enough marked as to be clearly detected as changes in BCS. The aim of this study was to assess the relationship between BCS and BFT measurements as well as to

51 evaluate how much they vary throughout the lactation of cows on a grazing-based dairy farm
52 of southern Brazil.

53

54

MATERIALS AND METHODS

55 The study was carried out from October 2017 to September 2018 on a commercial dairy farm
56 located in southern Brazil (S 29°29', W54°13'). The evaluated Holstein cows (n =152) presented
57 average BW, milk production and DIM of 585 ± 63 kg, 18 ± 4.5 kg/d and 113 ± 76 , respectively.

58 All milking cows were managed together throughout the whole period. Cows were milked twice
59 daily at 0500 and 1700 hand, after milking, they received supplementary partial mixed ration,
60 comprised of conserved forage and concentrate, at variable rates throughout the year. Supple-
61 mentary partial mixed ration was offered at a rate of 0.8, 1.9, 1.8 and 1.6 % of BW in summer,
62 autumn, winter and spring, respectively. Twice a day, thereafter supplementation, the cows
63 were allocated in a new pasture paddock. Cows were allowed to graze, for at least 16 hours per
64 day, pasture plots of a tropical grass (*Urochloa plantaginea*) from December to April (early
65 summer to early autumn) and temperate grasses (*Avena strigosa* and *Lolium multiflorum*) from
66 May to December (late autumn to late spring). A rotational grazing management was used.
67 Table 1 shows the diet components throughout the evaluated period.

68 Paired measurements of BCS and BFT were performed monthly during the study period. At the
69 beginning of the study, only cows with 120 DIM or less were selected to be initially evaluated
70 (n = 22). Monthly, fresh cows were then incorporated whereas dried cows were excluded from
71 the study and, as consequence, the number of cows evaluated each month varied throughout the
72 experimental period (i.e. from 22 up to 69). The BCS of cows was estimated on a 1-5 point
73 scale, in quarter intervals, where 1 is a very thin and 5 is a very fat cow, by two experienced
74 observers following the methodology described by Edmonson et al. (1989). Briefly, the method
75 is based on visual observation and tactile evaluation of animal body reserves in some body

76 points such as transverse process, sacral ligament, lateral hip joint, ileus and ischium. Parallel
77 ultrasound measurements of BFT were carried out by a trained operator using a portable ultra-
78 sound generator with a 5-MHz linear transducer (Chison Medical Technologies, 8200 veteri-
79 nary, model KX 5500, Jiangsu, China). The transducer was positioned vertical to an imaginary
80 line between the tuber coxae and tuber ischii at the sacral site (Schröder and Staufenbiel, 2006).
81 No differences between BFT measured at the right and left sides were found by Domecq et al.
82 (1995) and, therefore, measurements on either side were performed in the present study. The
83 transducer was maintained at the examination site without pressure to avoid distortion of the
84 fat layer. The image was frozen on the ultrasound device screen and the subcutaneous fat layer
85 was then measured with millimeter precision.

86 Statistical analysis was performed with the SAS software version 9.1 (SAS Institute Inc., Cary,
87 NC). The average variability of both BCS and BFT of the herd throughout the experimental
88 period was analyzed using month as the fixed class effect in the model. The relative variation
89 (%) of BCS and BFT throughout lactation in each cow was calculated considering the value
90 measured in the first month of lactation as the basal level. For this analysis, a mixed model was
91 used where month was included as a fixed effect, cow as a random effect and month within
92 cow as repeated measurements. Monthly means of both absolute and relative values of BCS
93 and BFT were compared by Tukey test and, by convenience, only the differences between a
94 mean of a respective month versus the mean obtained in the previous month was considered.
95 The absolute values of BFT (y) were compared to the respective BCS values (x) through linear
96 regression using a covariance model. In a first run either of the following variables was included
97 as a class fixed factor in the model: number of lactations, month of lactation or month of year.
98 Thus, the regression analysis was performed three times where in each analysis one of the three
99 factors was tested in the model. Once the effect of any individual factor was significant (results

100 not shown), a second analysis was run where all of them were included as random class factors
101 in a same mixed model.

102

103

RESULTS AND DISCUSSION

104 Figure 1 shows the absolute mean values of BCS and BFT throughout the experimental period.

105 The values for BCS and BFT ranged from 1.25 to 4.00 points and from 2.8 to 30.4 mm through-

106 out the experiment, respectively. These ranges of body reserve indexes were shorter than those

107 found by Hussein et al. (2013) and Bell et al. (2018), who reported wider variations of BCS

108 (from 1 to 5) and BFT (from 1 to 59 mm) throughout the lactation of Holstein cows fed total

109 mixed ration. In fact, the milk production of cows in the present study was, on average, lower

110 than that reported in the study of Bell et al. (2018) (i.e., 18 vs. 31 kg/d), a condition by which

111 it lower variation of body reserves would be expected throughout lactation.

112 The lowest BCS and BFT average values were found in October (Figure 1), when pasture avail-

113 ability and quality are usually decreased in southern Brazil. A reduction of both BCS and BFT

114 was also found in January, compared to December ($P < 0.05$), which was a consequence of the

115 low-quality pasture available in December, associated with a heat stress condition. In the De-

116 cember-January period, the temperature-humidity index was higher than 74 (data not shown)

117 in 64% of the evaluated days, which is considered to induce moderate to severe heat stress

118 (Thom, 1959), increasing the maintenance requirements and reducing the intake of dairy cows

119 (Polsky and von Keyserlingk, 2017). Also, between December and January, 45% of the evalu-

120 ated cows were in early lactation (i.e., ≤ 60 DIM), a period when a reduction in body reserves

121 is expected.

122 The relative variation of BCS and BFT throughout lactation is shown in Figure 2. Both

123 indexes did not change from the first month to month 2 or from month 3 to 10 of lactation. A

124 significant increase in BCS and BFT ($P < 0.05$) was detected only from month 2 to 3 of lactation.

125 This was a partially expected result, since following the peak of milk production, body reserves
126 of dairy cows tend to continually increase with the advance of lactation (Yan et al., 2006).How-
127 ever, both indexes showed high standard deviation of means, which impaired the detection of
128 statistical significance between means throughout most of lactation period. Moreover, the co-
129 efficients of variation of BFT measurements were relatively higher than those of BCS meas-
130 urements throughout the whole evaluation period (i.e.,on average, they accounted for 21 and
131 10 % of BFT and BCS mean values, respectively). This result could suggest that the BFT ap-
132 proach was able to detect more variation in subcutaneous fat of grazing cows than the BCS one.
133 In fact, because it is an absolute value measured directly and specifically in the cow body, it is
134 expected that the BFT is a more reliable method to assess variation of body fat reserves through-
135 out lactation than the visual BCS estimate.

136 There was a significant ($P<0.05$) but weak linear relationship ($RMSE = 2.88$) between BCS
137 and BFT measurements (Figure 3). The linear equation indicated that the change in one unit of
138 BCS was equivalent to a change of about 4.3 mm of BFT, a slope within the range found in
139 literature. For example, the quantitative linear relationship between BCS and BFT measured in
140 crossbred dairy cows (Holstein \times Zebu) with about 490 kg BW during the transition period and
141 early lactation found by Gentil et al. (2017) was 5 mm, whereas Schröder and Staufenbiel
142 (2006), revising literature data, reported a value of 10 mm.In addition, Bell et al. (2018) ob-
143 served an overestimation of BCS when BFT was less than 17 mm, a range in which 64% of
144 BFT measurements in the present study were included. In fact, Schröder and Staufenbiel (2006)
145 concluded that several combined factors as number of lactations, lactation stage, age and range
146 of BFT can influence the relationship between BCS and BFT. In the present study, paired data
147 of both variables were taken in each experimental month at the same time from cows at different
148 age, lactation stage and number of lactations. Because number of lactations is usually closely
149 related to age (years) and both did not change throughout the experimental period for most cows

150 in the present study, the effect of age on the linear relationship between BCS and BFT was not
151 considered in the present study. In addition, considering that month of year and lactation stage
152 were not correlated in the present study (i.e. lactation stage was independent of month of year
153 because permanently new dried cows and new fresh cows were excluded or included in the
154 study) the fixed effect of either of both factors, in addition to the number of lactations, were
155 initially considered on the relationship between both indexes. However, neither the effect of
156 either individual factor (i.e. number of lactations, month of year or lactation stage) nor their
157 interaction with BCS were significant (results not shown). The simultaneous random effect of
158 all these factors were then considered and, in fact, it is more likely that all of them have affected
159 the relationship between BCS and BFT in an integrated way.

160

161

IMPLICATIONS AND APPLICATIONS

162 In a subtropical grazing-based system where herbage allowance and quality are broadly variable
163 throughout the year, the change in either BCS or BFT of cows was only weakly related to their
164 lactation stage. However, although the change in BFT of cows was not precisely detected as a
165 change in their BCS, the average variability of herd body condition detected by BFT was also
166 detected by BCS and, thus, either tool is acceptable to be used by farmers.

167

168

ACKNOWLEDGMENTS

169 The authors are thankful to the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
170 (CAPES, Brazil) for scholarship support.

LITERATURE CITED

171

- 172 Balcão, L. F., C. Longo, J. H. Costa, C. Uller-Gómez, L. C. Machado Filho, and M. J. Hötzel.
173 2017. Characterization of smallholding dairy farms in southern Brazil. *Anim. Prod. Sci.*
174 *57*:735–745. <https://doi.org/10.1071/AN15133>
- 175 Bell, M. J., M. Maak, M. Sorley, and R. Proud. 2018. Comparison of methods for monitoring the
176 body condition of dairy cows. *Front. Sustain. Food Syst.* *2*:80.
177 <https://doi.org/10.3389/fsufs.2018.00080>
- 178 Domecq, J. J., A. L. Skidmore, J. W. Lloyd, and J. B. Kaneene. 1995. Validation of body condi-
179 tion scores with ultrasound measurements of subcutaneous fat of dairy cows. *J. Dairy*
180 *Sci.* *78*:2308–2313. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(95\)76857-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(95)76857-6)
- 181 Edmonson, A. J., I. J. Lean, L. D. Weaver, T. Farver, and G. Webster. 1989. A body condition
182 scoring chart for Holstein dairy-cows. *J. Dairy Sci.* *72*:68–
183 78. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(89\)79081-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(89)79081-0)
- 184 Ferguson, J., D. Galligan, and N. Thomsen. 1994. Principal descriptors of body condition score
185 in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* *77*:2695–2703. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77212-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77212-X)
- 186
- 187 Gentil, N. R., A. D. F. Santos, M. A. Pereira, M. S. Lima, J. C. T. Guimarães, L. C. Gomes, F.
188 C. Dantas, and V. S. De Oliveira. 2017. Validation of body condition score system in
189 Holstein x Zebu cows via ultrasound method during the transition period and early lac-
190 tation. *Semin. Cienc. Agrar.* *38*:3797–3806. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2017v38n6p3797>
- 191
- 192 Hussein, H. A., A. Westphal, and R. Staufenbiel. 2013. Relationship between body condition
193 score and ultrasound measurement of backfat thickness in multiparous Holstein dairy
194 cows at different production phases. *Aust. Vet. J.* *91*:185–
195 189. <https://doi.org/10.1111/avj.12033>

- 196 Polsky, L., and M. A. G. von Keyserlingk. 2017. Invited review: Effects of heat stress in dairy
197 cattle welfare. *J. Dairy Sci.* 100:8645–8657. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12651>
- 198 Schröder, U. J., and R. Staufenbiel. 2006. Invited review: Methods to determine body fat re-
199 serves in the dairy cow with special regard to ultrasonographic measurement of backfat
200 thickness. *J. Dairy Sci.* 89:1–14. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72064-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72064-1).
- 201 Siachos, N., G. Oikonomou, N. Panousis, G. Banos, G. Arsenos, and G. E. Valergakis. 2021.
202 Association of body condition score with ultrasound measurements of backfat and
203 longissimus dorsi muscle thickness in periparturient Holstein cows. *Animals.* 11:818.
204 <https://doi.org/10.3390/ani11030818>
- 205 Thom, E. C. 1959. The discomfort index. *Weatherwise.* 12:57–59.
- 206 Yan, T., C. S. Mayne, T. W. J. Keady, and R. E. Agnew. 2006. Effects of dairy cow genotype
207 with two planes of nutrition on energy partitioning between milk and body tissue. *J.*
208 *Dairy Sci.* 89:1031–1042. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72170-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72170-1)

209 **Table 1.** Diet components throughout the evaluated period.

Diet components	Summer	Autumn	Winter	Spring
Pastures	<i>Urochloaaplaginea</i>	<i>Urochloaplantaginea</i> <i>Avena strigosa</i>	<i>Avena strigosa</i> <i>Loliummultiflorum</i>	<i>Loliummultiflorum</i>
Supplementary feedstuffs	Commercial concentrate ¹	Commercial concentrate	Commercial concentrate	Commercial concentrate
	<i>Lolium multiflorum</i> haylage	Corn silage Sorghum silage <i>Cynodon dactylon</i> hay <i>Lolium multiflorum</i> haylage	Rice bran High moisture corn grain silage Corn silage <i>Cynodondactylon</i> hay Wet brewery waste	Rice bran High moisture corn grain silage Corn silage Sorghum silage <i>Lolium multiflorum</i> haylage Wet brewery waste

210 ¹Composed by cracked corn grain and soybean meal. The concentrate was formulated to reach
211 a crude protein content of 13 and 16 % for autumn-winter and spring-summer period, respec-
212 tively.

213 **Figure 1.** Variation of body condition score (BCS) and back fat thickness (BFT) throughout
214 the year, in Holstein dairy cows managed in a grazing-based system. The symbol (*) indicates
215 difference ($P \leq 0.05$) relative to the previous month. Error bars represent the standard deviation
216 of means where n in each month was: 1= 22; 2= 32; 3= 39; 4= 30; 5= 46; 6= 57; 7= 56; 8= 69;
217 9= 64; 10= 64; 11= 57; 12=46.

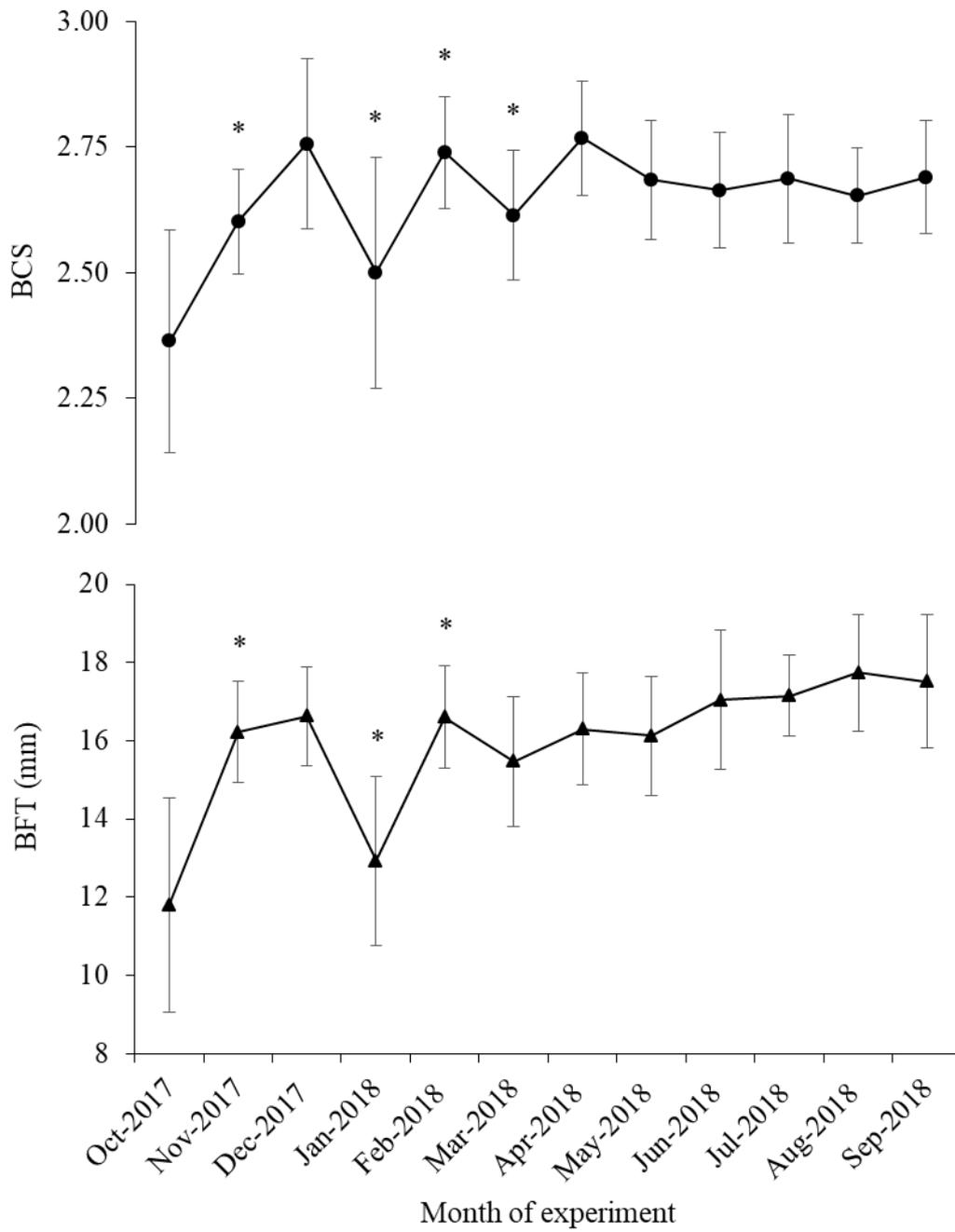
218

219 **Figure 2.** Variation of body condition score (BCS) and back fat thickness (BFT) throughout
220 the lactation period of Holstein cows managed in a grazing-based system, relative to their re-
221 spective average value throughout the period. The symbol (*) indicates difference ($P \leq 0.05$)
222 relative to the previous month of lactation. Error bars represent the standard deviation of means
223 where n in each evaluated lactation month was: 1= 65; 2= 115; 3= 121; 4= 110; 6= 66; 8= 65;
224 10= 40.

225

226 **Figure 3.** Relationship between body condition score (BCS) and backfat thickness (BFT) in
227 lactating Holstein dairy cows of a subtropical grazing-based system. RMSE = root mean square
228 error where, n = 669.

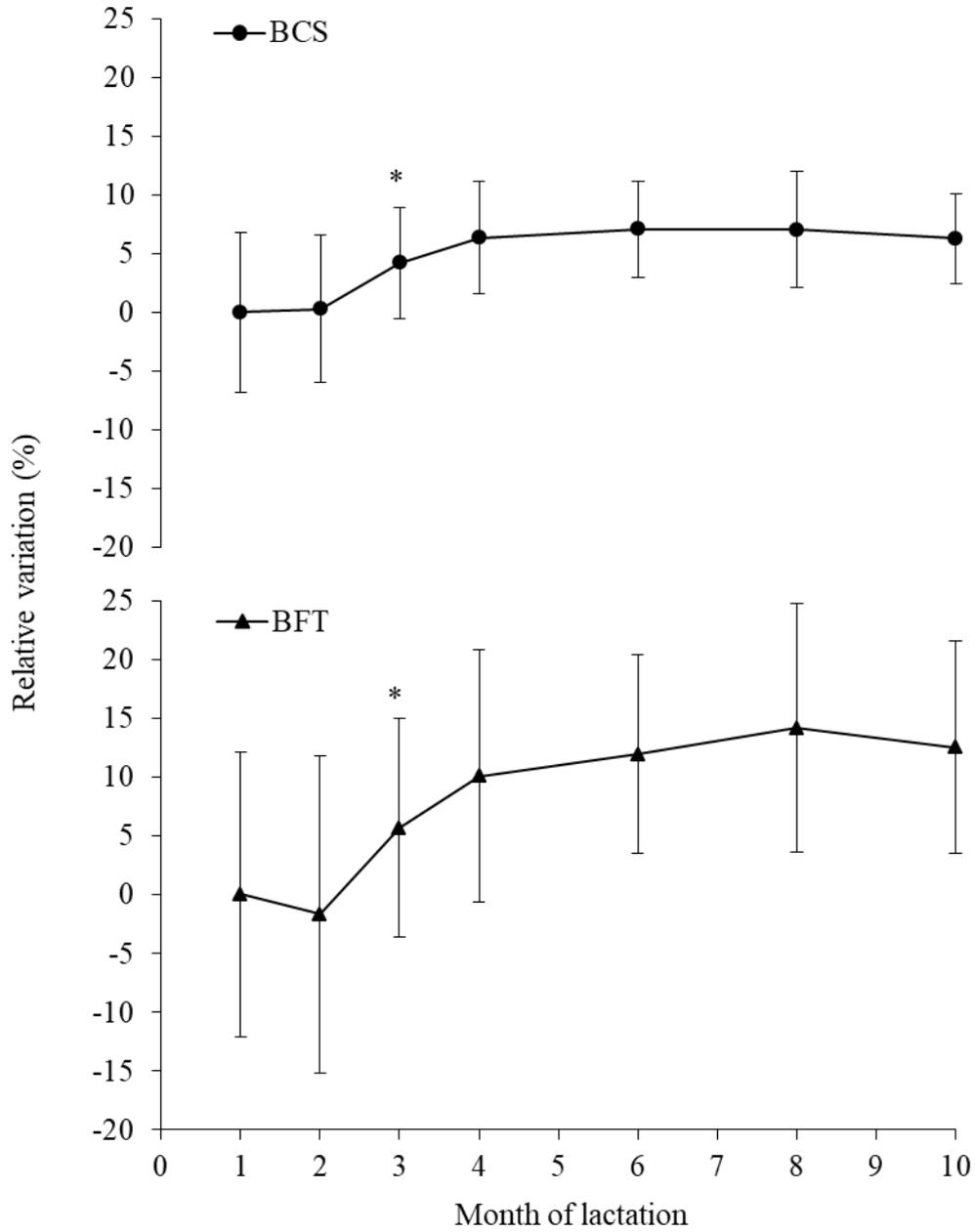
229 Wlodarski et al. Figure 1.



230

231

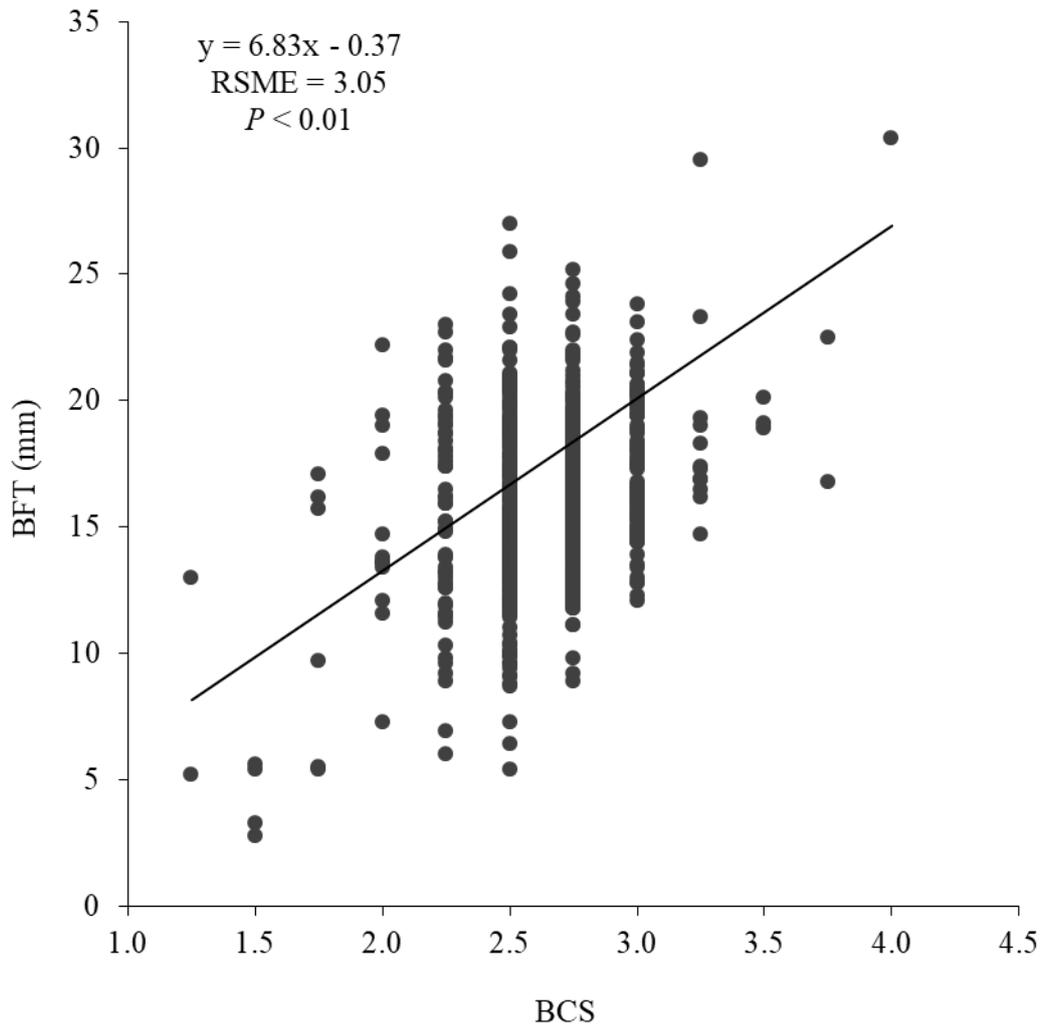
232 Wlodarski et al. Figure 2.



233

234

235 Wlodarski et al. Figure 3.



8 CAPÍTULO 3 -CALCULATING HERBAGE UTILIZATION AND INTAKE BY DAIRY COWS UNDER SUBTROPICAL CONDITIONS USING THE RISING-PLATE METER OR THE HERBVALO MODEL

1 **Calculating herbage utilization and intake by dairy cows under subtropical conditions**
2 **using the rising-plate meter or the HerbValo model**

3

4

ABSTRACT

5 The aim of this study was to evaluate the HerbValo model in comparison to the conventional
6 rising-plate meter (RPM) technique as a tool for estimating the herbage utilization (ton.dry
7 matter (DM)/ha) and intake (kg DM/cow/day) by grazing dairy cows under subtropical condi-
8 tions. The study was carried out during eighteen months in a commercial dairy farm of Southern
9 Brazil. The herbage utilization was estimated monthly in up to four randomly selected pad-
10 docks (total n = 40) using the RPM and, in parallel, it was also estimated by the HerbValo model,
11 which is based on simple descriptions of herd, supplements, pasture and grazing management.
12 Values of herbage utilization estimated by the RPM were linearly ($P < 0.01$) related to those
13 estimated by HerbValo in both tropical (slope = 1.01; $R^2 = 0.88$) and temperate pastures (slope
14 = 0.76; $R^2 = 0.54$). The herbage utilization estimated by the RPM and HerbValo for temperate
15 pastures were on average 0.98 (± 0.45) and 0.88 (± 0.25) and, for tropical pastures, 0.89 (± 0.48)
16 and 0.78 (± 0.26) t DM/ha, respectively. Values of herbage intake estimated by the RPM were
17 also linearly related to those estimated by HerbValo ($P < 0.01$; $R^2 = 0.83$) and were on average
18 7.2 (± 3.03) and 8.3 (± 2.45) kg DM/cow/day, respectively. A negative linear relationship ($P <$
19 0.01) between herbage and supplement intake was obtained for both RPM (slope = 1.06; $R^2 =$
20 0.72) and HerbValo (slope = -0.92; $R^2 = 0.82$) approaches. Herbage utilization and intake by a
21 dairy herd in a subtropical grazing-based system can be reliably estimated by the HerbValo
22 model with the advantage of not requiring direct field pasture measurements.

23

24 **Keywords:** dairy cattle, methodology, pasture utilization, temperate grass, tropical grass

25

INTRODUCTION

26

27 Production and utilization of increased amounts of pasture are key drivers of farm profit in
28 pasture-based dairy systems (Ramsbottom et al., 2015; Hennessy et al., 2020). However, both
29 pasture availability and utilization by cows in a time step are difficult to estimate, particularly
30 in commercial farms where scarce or no field measurements are made (Delagarde et al., 2018).
31 In fact, the estimative of pasture availability and utilization are usually made in research trials
32 with the support of the rising-plate meter (RPM) technique (Holmes, 1974; Earle and
33 McGowan, 1979). The RPM measures compressed height of the sward under the disc and a
34 calibration equation is needed to convert RPM units to pasture mass. However, pasture growth
35 and availability usually vary within and between pasture plots and season (Murphy et al., 2021;
36 Murphy et al., 2020; Cho et al., 2019) and, as consequence, frequent field measurements and
37 calibrations are required for calculating pasture mass using the RPM, what is a time-consuming
38 and complex task for farmers. Alternatively, the HerbValo model (Delagarde et al., 2017)
39 shows the potential to estimate the utilization of pastures without using direct field measure-
40 ments. This method is based on recordings of simple variables related to herd/animals, pasture,
41 grazing and complementary feedstuffs, which are integrated in a simplified computer tool for
42 automated calculations of pasture utilization at a desired scale (i.e. paddock, cow, day). In pre-
43 vious studies with dairy cows grazing temperate pastures, the herbage utilization estimated by
44 HerbValo showed a strong linear relationship with predictions carried out with the GrazeIn
45 model, which is a more complex computer tool proved to be accurate on estimating pasture
46 utilization (Delagarde et al., 2011). However, the GrazeIn model requires a larger amount of
47 input data to enable the calculations, including herbage mass or height and chemical composi-
48 tion, what is a clear limit for its use in commercial farms (Delagarde et al., 2017). Also, ana-
49 lyzing a large multi-year dataset from experiments conducted under temperate conditions, the

50 HerbValo method showed high sensitivity in accounting for the between-year, between pad-
51 dock or between-management variations of pasture utilization (Delagarde et al., 2018). How-
52 ever, despite of its potential for estimating the pasture utilization in temperate regions, the Herb-
53 Valo was still not evaluated under other conditions, as in the subtropical regions where tropical
54 pastures are also available for grazing during the spring and summer seasons. Thus, the aim of
55 the present study was to evaluate the HerbValo method in comparison with the conventional
56 RPM technique as a tool for estimating herbage utilization and intake by a dairy herd grazing
57 tropical in addition to temperate pastures.

58

59

MATERIALS AND METHODS

60 The present study was carried out from October 2017 to March 2019 in a commercial dairy
61 farm located in Southern Brazil (S 29°29', W 54°13', a.l. 102m). The herd was comprised of
62 approximately 150 milking Holstein cows, with 170±81days in milk, 585 ± 63 kg of body
63 weight (BW) and 16 ± 4.5 kg/day of milk production. Cows were managed together across the
64 whole lactation period. The diet was based on grazed tropical grasses (*Urochloa plantaginea*)
65 from December to April (early summer to early autumn) and temperate grasses (*Avena strigosa*
66 and *Lolium multiflorum*) from May to December (late autumn to late spring), supplemented at
67 variable rates with concentrates, corn silage and/or grass hay. Supplements used throughout the
68 evaluated period are presented in Table 1. The pastures comprised a total area of 26 ha divided
69 into forty paddocks, each one with average 0.66 ±0.19 ha, which were managed in a rotational
70 grazing system, with a residence time per paddock of 0.5 days. Cows were milked twice a day
71 at 0500 and 1700 h. Thereafter each milking, supplementary feedstuffs were offered during two
72 hours in individual self-locking barriers. Minimal refusal of supplements was observed during
73 the study, therefore all supplementary feedstuffs offered were considered as consumed. Twice
74 a day, thereafter supplementation, the cows were allocated in a new pasture paddock.

75 ***RPM method***

76 The herbage utilization was estimated monthly over 18 months in up to four randomly selected
77 paddocks (total n = 40) as the difference between the pre- and post-grazing herbage mass.
78 Measurements were made using an electronic RPM (Jenquip, Fielding, New Zealand), which
79 was calibrated for pre- and post-grazing herbage mass in each paddock by cutting and weighing
80 all herbage under the plate disc. For that, an equal-sized iron circle that the disc was used for
81 delimiting the area to be cut. The herbage was cut 2 cm above the ground level at three con-
82 trasting pasture heights, each one in triplicate. The total herbage cut under the disc was dried
83 at 105°C for 24 hours and weighed to determine the herbage dry matter (DM) mass. The values
84 of herbage mass (kg/ha) were then related to the respective RPM records (cm) through linear
85 regression (Holmes, 1974). The average coefficient of determination of the linear equations to
86 estimate pre- and post-grazing herbage mass (y) based on RPM records (x) were 0.79 and 0.86
87 for the tropical and 0.81 and 0.83, respectively, for the temperate pastures. The herbage mass
88 in the pre- and post-grazing periods were then estimated based on approximately 100 plate
89 readings taken randomly within each paddock. Exceptionally in March and April, when the
90 tropical grasses were at their late maturation stage, the RPM showed low accuracy (data not
91 shown) and thus, the herbage mass was estimated through the double-sampling technique (‘t
92 Mannetje, 2000). Through that, visual observations of pasture height in five contrasting points
93 in each paddock were followed by measuring the respective herbage mass cut above 2 cm from
94 the ground level within a 0.25-m² square. The average coefficients of determination of the re-
95 sulting linear equations which estimate herbage mass based on visual observations of height
96 sward were 0.94 and 0.95, respectively. The herbage mass was then estimated in each paddock
97 through 50 visual estimates. The herbage intake per cow was calculated dividing the herbage
98 utilization (kg DM/day/paddock) by the number of cows grazing in the respective paddock.

99

100 *HerbValo method*

101 In parallel to RPM measurements, the herbage utilization was also estimated in each paddock
102 using the HerbValo model (Delagarde et al., 2017) by which the herbage utilization is calcu-
103 lated according to INRA feed unit system adapted to grazing situations (INRA, 2010). It take
104 into account variables of cows, pasture and supplements attributes and grazing management,
105 which are integrated in a simplified computer tool for automated calculations of pasture utili-
106 zation at a desired scale (i.e. paddock, cow or day).

107 In addition to the paddock area (ha) and number of cows in the paddock, the variables of cows
108 inserted as input were breed, size type (small, medium or big) and average milk production
109 (kg/year). The pastures were classified in the original model as follows: temporary pasture of
110 pure grasses, temporary pasture of multispecies, permanent pasture of good quality or perma-
111 nent pasture of medium quality. However, the HerbValo was developed based on data of tem-
112 perate pastures in France and, thus, by convenience, pasture classification in the present study
113 was adapted as: temperate pasture of Brazil, tropical pasture of Brazil of medium, high or low
114 quality. The pasture classification is used as a criterion for defining their fill value what, in
115 consequence, is determinant of the level of feed intake within the HerbValo (INRA, 2018). For
116 defining the fill value of the three tropical pasture types in the present study, data of herbage
117 intake obtained in controlled trials with sheep grazing in warm regions were used (INRA 2018).
118 Pasture quality was defined according to pasture color and physiological state as: 1. green/veg-
119 etative, 2. dominant green/pre-flowering, 3. yellowish green/flowering or 4. yellow/ senescence
120 (Jeulin et al., 2001; Robic, 2015). Grazing severity was also inserted as input, which was clas-
121 sified as 4: very severe, severe, balanced or liberal. The grazing severity was defined based on
122 visual observations of the average pasture height at the beginning and at the end of the grazing
123 session (INRA, 2010). The herd average daily herbage intake was then calculated into the Herb-

124 Valo using the following simplified equation (Delagarde et al. (2017): Herbage in-
 125 take= $[(IC/FV) \times corSEV] - S(QCi \times TSi)] \times corTA \times corJN$, where: IC is the intake capacity
 126 (FV/day); FV, the herbage fill value (FV/kg DM); corSEV, the IC correction coefficient asso-
 127 ciated with grazing severity ;QCi, the supplement intake (kgDM/day); TSi, substitution rate of
 128 the grazed forage due the supplement intake; corTA, the correction coefficient for ingestion
 129 due the time of daily access to pasture and corJN, the proportion of daily intake to be attributed
 130 to the day or night.

131

132 *Statistical Analysis*

133 By convenience, data obtained with the double-sampling technique were included with those
 134 of RPM for analysis. Values of herbage utilization and intake obtained by either method RPM
 135 or HerbValo were compared through linear regression using the PROC REG of the SAS soft-
 136 ware version 9.1 (SAS Institute Inc., Cary, NC). The confidence interval (95%) of the equations
 137 parameters was calculated on the basis of standard errors (SE) values (i.e., ± 2 SE) and was used
 138 to evaluate the deviation of either the slope from 1 or the intercept from 0. Significance was
 139 declared at $P \leq 0.05$.

140

RESULTS AND DISCUSSION

141 The herbage mass measured throughout the experiment was on average $3,437 \pm 1,804$ and $2,185$
 142 ± 809 kg DM/ha and the herbage allowance was on average 30 ± 15.8 and 19 ± 9.7 kg
 143 DM/day/cow for tropical and temperate pastures, respectively. The herbage utilization estimated
 144 by the HerbValo and RPM methods were on average $0.99 (\pm 0.45)$ and $0.89 (\pm 0.49)$ t DM/ha for
 145 tropical pastures and $0.89 (\pm 0.25)$ and $0.78 (\pm 0.26)$ t DM/ha for temperate pastures. These values
 146 of herbage utilization represented $37 (\pm 18)$ and $31 (\pm 17)$ % of the available herbage mass for
 147 tropical and $46 (\pm 20)$ and $38 (\pm 14)$ % of available herbage mass for temperate pastures.

148 The herbage utilization estimated by the RPM was linearly related ($P < 0.01$) to that estimated by
149 HerbValo for both tropical ($R^2 = 0.88$; Figure 1A) and temperate pastures ($R^2 = 0.54$; Figure
150 1B). In both linear relationships neither the intercept was different from 0 and the slope was dif-
151 ferent from 1. Once the HerbValo was developed with data obtained with animals grazing tem-
152 perate pastures, the closer relationship between values obtained with either method for the trop-
153 ical pastures in the present study was not expected. Moreover, tropical grasses present higher
154 growth rates and more variability in forage structure than temperate pastures (Sollenberger et al.,
155 2020) what could determine higher variability on herbage mass estimated with the RPM tech-
156 nique. Also, the temperature-humidity index in summer was higher than 74 (data not shown) in
157 51 % of evaluated days during the summer, a condition considered to induce moderate to severe
158 heat stress in cows (Thom, 1959). Reduced grazing activity and herbage utilization by heat
159 stressed cows could also increase the variability of herbage utilization estimates during the sum-
160 mer. In other way, the values of herbage mass for temperate pastures estimated by the RPM
161 technique may be also under error associated with sampling, calibrations and measurement pro-
162 cedures (Murphy et al., 2020; Sanderson et al., 2001; Thomson et al., 2001). However, in the
163 present study, this discrepant and not expected result may be also explained by the wider range
164 of values of herbage utilization of the tropical compared to temperate pastures. A strong linear
165 relationship was obtained between HerbValo and GrazeIn models when a wide range of values
166 of temperate pastures utilization were compared (Delagarde et al., 2017). It is relevant to consider
167 that the GrazeIn model was independently validated (i.e. external validation) and showed a mean
168 prediction error of only 16% at herd level (Delagarde et al., 2011).

169 The daily amount of provided supplementary feedstuffs, as well as the herbage intake estimated
170 monthly by either method throughout the evaluation period is presented in Figure 2. Inde-
171 pendently of the method, the greatest values of herbage intake were observed during the early
172 summer, when tropical pastures of better quality were available. In turn, in late summer and early

173 autumn, the growth rate, availability and quality of tropical grasses decreased and the intake of
174 supplementary feedstuffs increased. During the winter and spring, temperate instead tropical pas-
175 tures were available and, despite their better nutritional value, supplementary feedstuffs still rep-
176 resented a high proportion of the diet of cows. Anyway, there was a closed linear relationship
177 between individual herbage intake values estimated by either RPM or HerbValo method through-
178 out the evaluation period ($P < 0.01$, $R^2 = 0.83$, Figure 3), with linear relationships showing inter-
179 cept and slope values not different from 0 and 1, respectively. Moreover, a negative linear rela-
180 tionship between herbage and supplements intake was detected by both HerbValo and RPM
181 methods ($P < 0.01$; Figure 4). This relationship, however, presented higher coefficient of determi-
182 nation for HerbValo ($R^2 = 0.82$) than for RPM ($R^2 = 0.72$). In fact, the HerbValo model takes
183 into account not only the supplements allowance, but also the fill value of feedstuffs and the
184 substitution rate of herbage intake due to the supplement intake (Delagarde, 2017), which are
185 relevant factors affecting herbage intake not considered in RPM technique.

186

187

CONCLUSION

188 The HerbValo model can be used to estimate the herbage utilization and intake by a dairy
189 herd in a subtropical grazing-based dairy system. In addition, both HerbValo and RPM methods
190 are sensitive to detect the variations in herbage intake of a dairy herd in conditions where the
191 herbage allowance and quality, as well as the supplementation strategies are broadly variable
192 throughout the year.

193

194

ACKNOWLEDGMENTS

195 The authors thank the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
196 (CAPES, Brazil) for scholarship support.

197

198

REFERENCES

- 199 Cho, W., Brorsen, B. W., Biermacher, J. T., & Rogers, J. K. (2019). Rising Plate Meter Cali-
200 brations for Forage Mass of Wheat and Rye. *Agricultural & Environmental Letters*, 4(1),
201 1-4. <https://doi:10.2134/ael2018.11.0057>
- 202 Delagarde, R., Faverdin, P., Baratte, C., & Peyraud, J. L. (2011). GrazeIn: a model of herbage
203 intake and milk production for grazing dairy cows. 2. Prediction of intake under rota-
204 tional and continuously stocked grazing management. *Grass and Forage Science*, 66(1),
205 45-60. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2010.00770.x>
- 206 Delagarde, R., Caillat, H., & Fortin, J. (2017). HerbValo, une méthode pour estimer dans chaque
207 parcelle la quantité d'herbe valorisée par les ruminants au pâturage. *Fourrages*, pp.55-
208 61.
- 209 Delagarde, R., Robic, Y., Leurent-Colette, S., & Delaby, L. (2018). HerbValo – a method for
210 calculating annual pasture utilisation by dairy cows at paddock level. In 27. General
211 meeting of the European Grassland Federation (EGF) (Vol. 23, p. np). Wageningen Ac-
212 ademic Publishers.
- 213 Earle, D. F. and McGowan, A. A. (1979)-Evaluation and calibration of an automated rising
214 plate meter for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experi-
215 mental Agriculture and Animal Husbandry*. 19: 337-343.
- 216 Hennessy, D., Delaby, L., van den Pol-van Dasselaar, A., & Shalloo, L. (2020). Increasing graz-
217 ing in dairy cow milk production systems in Europe. *Sustainability*, 12(6),
218 2443. <https://doi.org/10.3390/su12062443>
- 219 Holmes, C. W. 1974. The Massey grass meter. *Dairy Farming Annual*. Palmerston North, New
220 Zealand: Massey University. p. 26-30.
- 221 INRA (2010). Alimentation des bovins, ovins et caprins: Besoins des animaux – Valeurs des
222 aliments. QUAE Editions, Versailles, France, pp 312.

- 223 INRA (2018). INRA Feeding System for Ruminants, Wageningen Academic Publishers, Wa-
224 geningen, The Netherlands. 643p.
- 225 JEULIN, T., LESCOAT, P., & ALINAT, C. (2001). Evolution et estimation visuelle de la valeur
226 nutritive d'une prairie de ray-grass anglais en condition de pâturage
227 tournant. Rencontres autour des recherches sur les ruminants.
- 228 Murphy, D. J., Shine, P., & Murphy, M. D. (2021). Utilising grassland management and climate
229 data for more accurate prediction of herbage mass using the rising plate meter. Precision
230 Agriculture, 1-28. <https://doi.org/10.1007/s11119-020-09778-4>
- 231 Murphy, D. J., O'Brien, B., Hennessy, D., Hurley, M., & Murphy, M. D. (2020). Evaluation of
232 the precision of the rising plate meter for measuring compressed sward height on heter-
233 ogeneous grassland swards. Precision Agriculture, 1-25.
234 <https://doi.org/10.1007/s11119-020-09765-9>
- 235 Polsky, L., & von Keyserlingk, M. A. (2017). Invited review: Effects of heat stress on dairy
236 cattle welfare. Journal of dairy science, 100(11), 8645-8657.
237 <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12651>
- 238 Ramsbottom, G., Horan, B., Berry, D. P., & Roche, J. R. (2015). Factors associated with the
239 financial performance of spring-calving, pasture-based dairy farms. Journal of Dairy
240 Science, 98(5), 3526-3540. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8516>
- 241 ROBIC Y., 2015. Un outil simple et robuste pour estimer la quantité d'herbe valorisée des
242 prairies en fermes laitières. Rapport de stage IUT Angers. S.I. INRA de Saint Gilles.
243 104 p. Sanderson, M. A., Rotz, C. A., Fultz, S. W., & Rayburn, E. B. (2001). Estimating
244 forage mass with a commercial capacitance meter, rising plate meter, and pasture ruler.
245 Agronomy Journal, 93(6), 1281-1286. <https://doi.org/10.2134/agronj2001.1281>

- 246 Sollenberger, L. E., Vendramini, J. M., Pedreira, C. G., & Rios, E. F. (2020). Warm-Season
247 Grasses for Humid Areas. *Forages: The Science of Grassland Agriculture*, 2, 331-345.
248 <https://doi.org/10.1002/9781119436669.ch18>
- 249 Stockdale, C.R. 1984. Evaluation of techniques for estimating the yield of irrigated pastures
250 intensively grazed by dairy cows. 2. The rising plate meter. *Australian Journal of Ex-*
251 *perimental Agriculture and Animal Husbandry* 24: 305–311.
252 <https://doi.org/10.1071/EA9840305>
- 253 Thom, E. C. 1959. The discomfort index. *Weatherwise*. 12:57–59.
- 254 Thomson, N. A., Upsdell, M. P., Hooper, R., Henderson, H. V., Blackwell, M. B., McCallum,
255 D. A., R.J. Hainsworth & Penno, J. W. (2001). Development and evaluation of a stand-
256 ardisied means for estimating herbage mass of dairy pastures using the rising plate meter.
257 In *Proceedings of the New Zealand Grassland Association* (pp. 149-157).
258 <https://doi.org/10.33584/jnzg.2001.63.2439>
- 259 'T Mannelje, L. Measuring biomass of grassland vegetation. In: 'T Mannelje, L.; Jones, R.M.
260 (Ed). *Field and laboratory methods for grassland and animal production research*. Wall-
261 ington: CAB International, 2000. Cap.7, p.151-177.
- 262 Wright, A. (2002). Measuring biomass in grassland vegetation. In L. 'tMannelje & R. M. Jones
263 (Eds.), *Field and laboratory methods for grassland and animal production research* (pp.
264 151–177). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- 265
266
267
268
269
270
271

272 **Table 1.** Supplements used throughout the evaluated period.

Supplements, kg DM/cow/d	Month of study																	
	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
Commercial concentrate ¹	2.2	2.2	3.5	4.8	3.5	4.3	2.5	2.1	2.0	2.0	0.5							
Loliummultiflorumhaylage	2.4	2.9	1.5				2.1											
Sorghumsilage	4.3	4.8				7.0	7.1											
Cornsilage								7.3	5.0	5.0	3.0	3.0	3.5	3.5	4.5			3.5
Cynodondactylonhay								2.0		2.0						1.0	1.0	0.7
Wetbrewerywaste									2.0	1.6	1.5	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	3.3
High moisture corn grain silage									3.1		1.2	2.8	2.8	2.8	1.7			
Rice bran											2.5	1.3	1.5	1.5	1.8			
Canola meal													0.5	0.5	0.9	1.3	0.9	
Rice pluscanolameal																3.0	3.0	2.6
Sunflowermeal																		1.3

273 ¹Composed by cracked corn grain and soybean meal. The concentrate was formulated to reach a crude protein content of 13 and 16 % for autumn-winter and spring-summer period,
274 respectively.

275 **Figure 1.**Relationship between values of herbage utilization by dairy cows grazing a tropical (A,
276 n = 22) or a temperate (B, n = 22) pasture estimated by either method HerbValo or rising plate
277 meter (RPM) in a dairy farm of Southern Brazil.

278

279 **Figure 2.**Averagesupplements intake and herbage intake by grazing dairy cows estimated by
280 either method HerbValo or rising plate meter (RPM) throughout the seasons in a commercial
281 farm of Southern Brazil. The arrows indicate change of season.

282

283 **Figure 3.**Relationship between values of individual herbage intake by dairy cows grazing a trop-
284 ical or a temperate pasture estimated by either method HerbValo or rising plate meter (RPM) in
285 a dairy farm of Southern Brazil. Values are monthly means obtained throughout the seasons in a
286 commercial farm of Southern Brazil (n = 9 per pasture type).

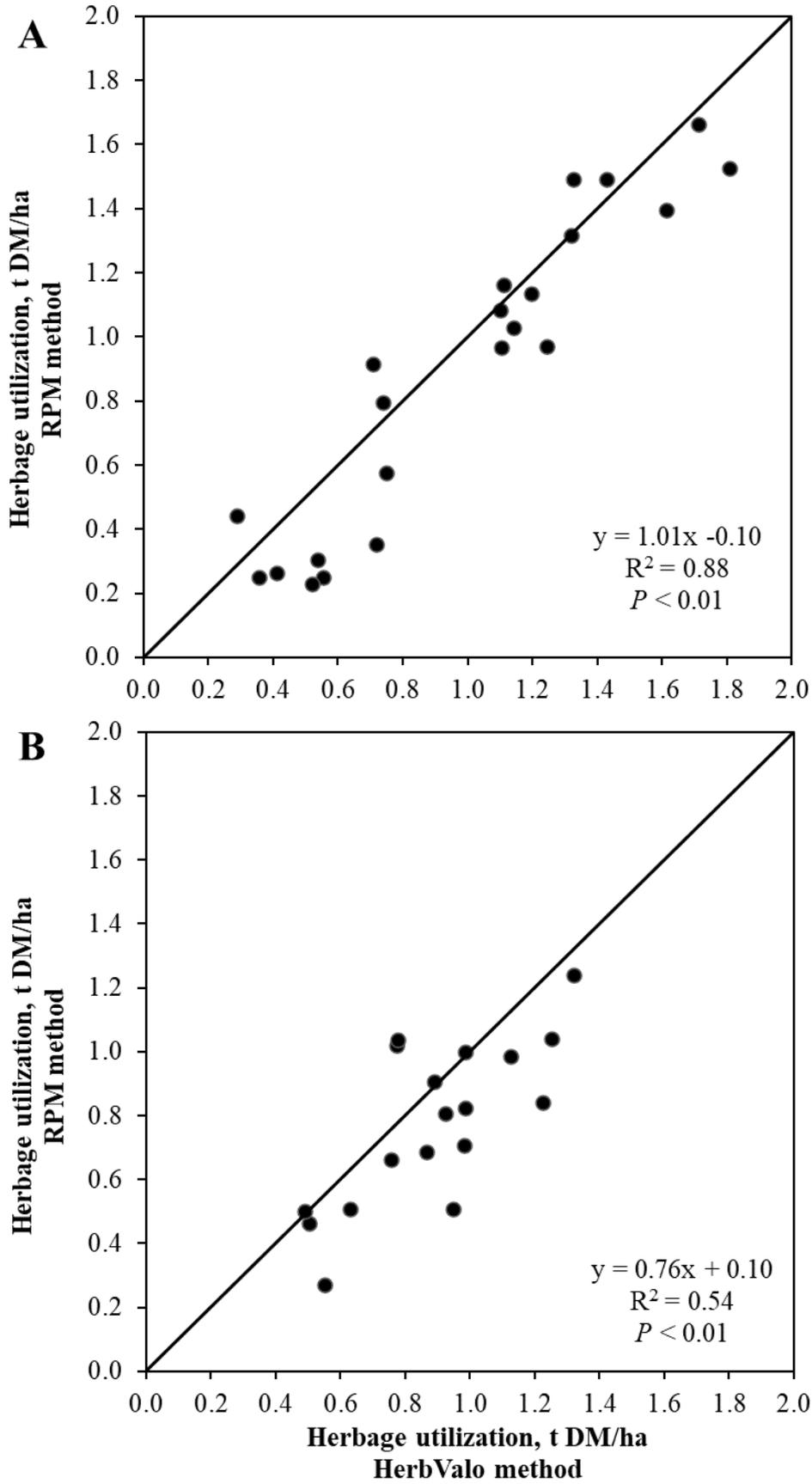
287

288 **Figure 4.**Relationship between supplements intake and herbage intake by grazing dairy cows
289 estimated through either HerbValo or the rising plate meter (RPM) method. Values are monthly
290 means obtained throughout the seasons in a commercial farm of Southern Brazil(n = 18 per
291 method).

292

293

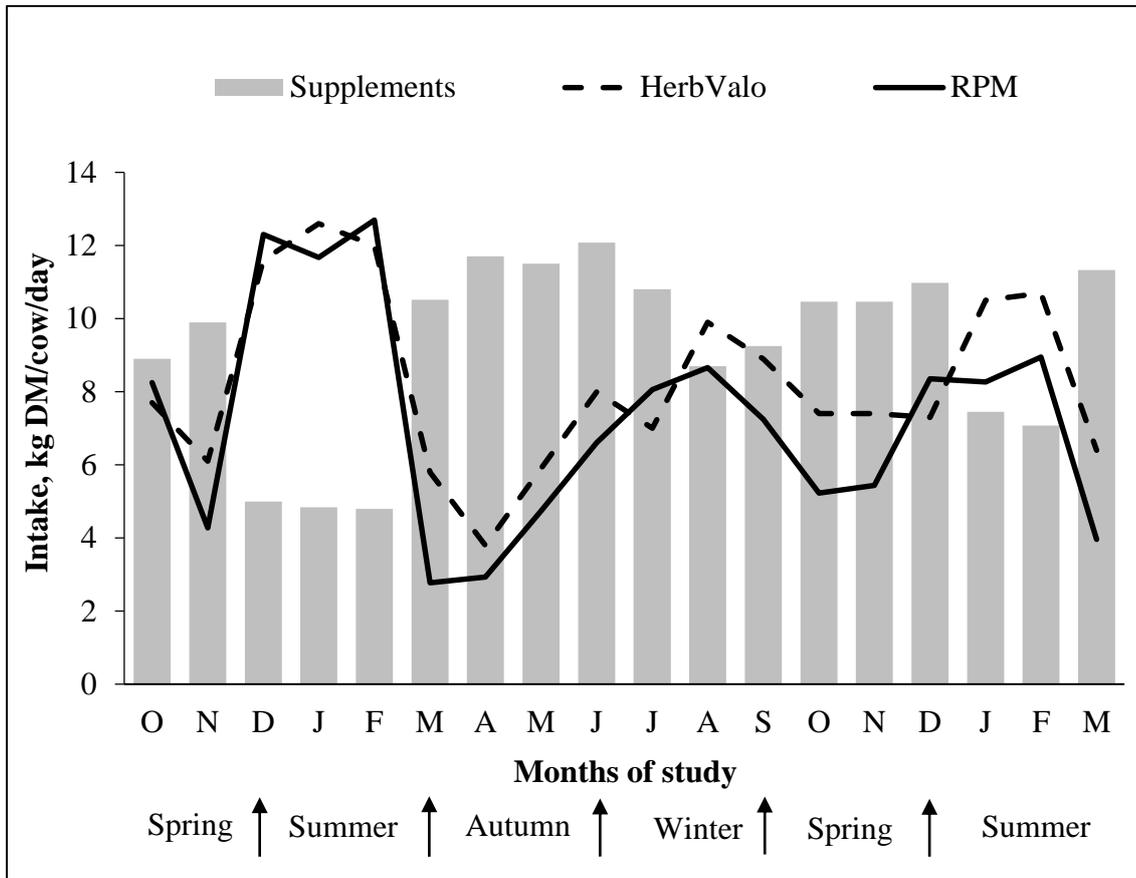
294 Wlodarski et al. Figure 1.



295

296

297 **Wlodarski et al. Figure 2.**

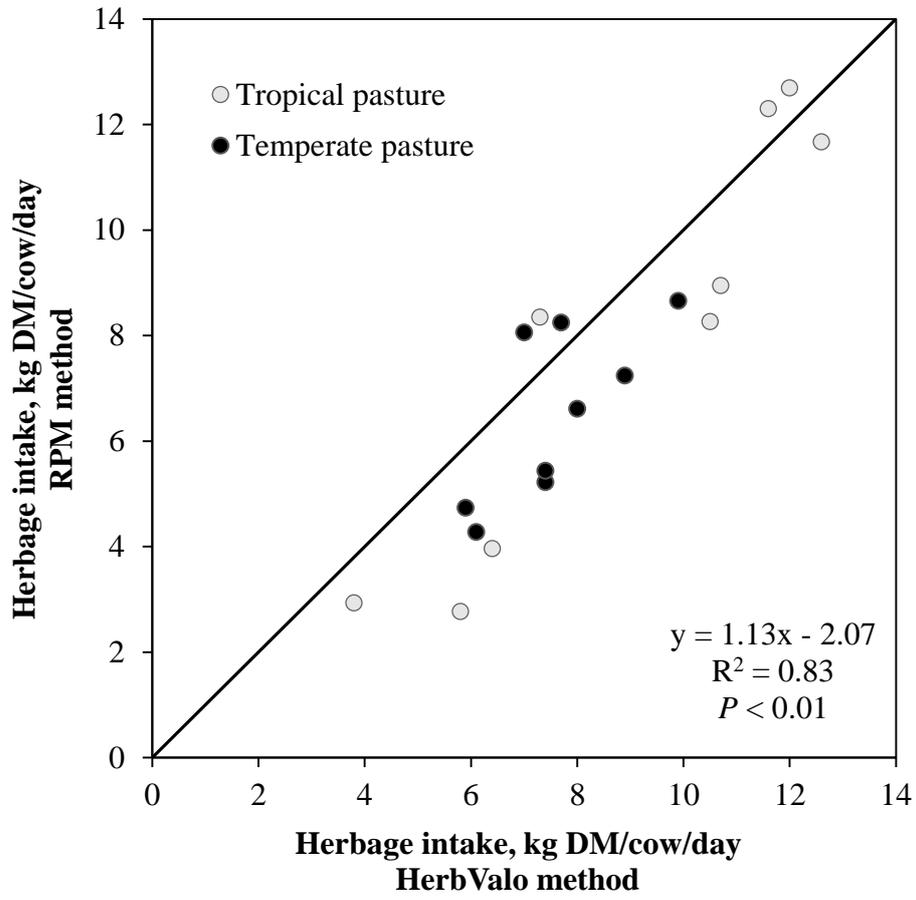


298

299

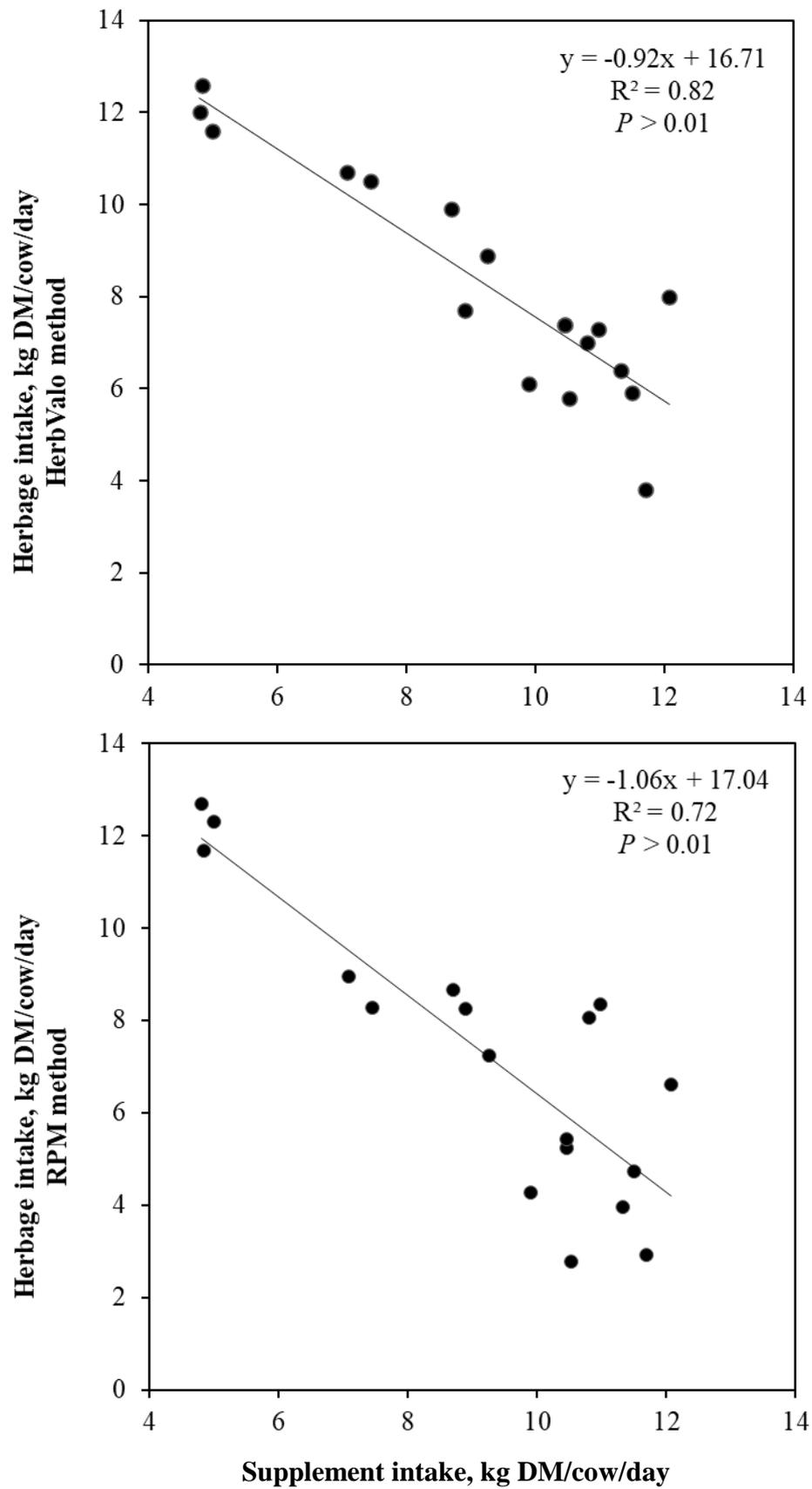
300

301 Wlodarski et al. Figure 3.



302

Wlodarski et al. Figure 4.



9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mês de parição, o número de lactações e as variáveis ambientais tiveram impacto significativo na produção de leite e deveriam ser considerados na definição das instalações/infraestrutura do Tambo e no manejo reprodutivo do rebanho em sistemas semi-pastoris do sul do Brasil.

Em um sistema subtropical baseado em pastagens, onde a oferta e a qualidade da forragem variam amplamente ao longo do ano, a mudança no escore de condição corporal (ECC) ou na espessura da gordura subcutânea (EGS) das vacas foi apenas fracamente relacionada ao seu estágio de lactação. No entanto, embora a mudança EGS das vacas não tenha sido detectada precisamente como uma mudança em seu ECC, a variabilidade média da condição corporal do rebanho detectada pela EGS também foi detectada pelo ECC e, portanto, qualquer uma das ferramentas é aceitável para ser usada pelos produtores.

O método HerbValo pode ser usado para estimar a utilização e ingestão de forragem por um rebanho leiteiro em um sistema subtropical baseado em pastagem. Além disso, os métodos HerbValo e o medidor de placa ascendente são sensíveis para detectar as variações no consumo de forragem em condições onde a oferta e a qualidade da forragem, bem como as estratégias de suplementação variam amplamente ao longo do ano.

10 ANEXOS

ANEXO 1 – DADOS CLIMÁTICOS

ID_mês	n_mois	ano	mês exp	temp_max	temp_min	temp_média	umi_max	umi_min	umi_média	ITU	radiação (mJ/m ²)	pluvio
2017-10	1	2017	10	25	15	20	90	46	75	67	18	320
2017-11	2	2017	11	28	15	21				64	24	138
2017-12	3	2017	12	31	19	25	91	42	66	73	24	70
2018-1	4	2018	1	31	19	25	95	51	73	75	21	255
2018-2	13	2018	10	25	15	20	97	48	73	73	25	135
2018-3	14	2018	11	29	17	23	96	47	71	71	19	323
2018-4	15	2018	12	30	18	24	96	52	74	72	14	108
2018-5	5	2018	2	30	18	24	95	61	78	63	10	150
2018-6	6	2018	3	29	17	23	94	51	72	55	7	230
2018-7	7	2018	4	29	18	23	94	53	74	56	6	158
2018-8	8	2018	5	22	13	18	97	52	77	56	12	213
2018-9	9	2018	6	17	8	12	95	60	78	66	15	228
2018-10	10	2018	7	18	9	13	93	51	72	66	20	175
2018-11	11	2018	8	19	8	13	92	39	65	71	24	345
2018-12	12	2018	9	24	15	19	91	45	68	72	25	228
2019-1	16	2019	1	30	21	26	94	59	77	76	18	458
2019-2	17	2019	2	30	18	24	94	47	70	72	16	155
2019-3	18	2019	3	28	17	22	95	49	72	70	23	390

ITU: Índice de temperatura e umidade (Thom, 1959).

ANEXO 2 – DADOS DIETÉTICOS

n	ID_mês	Data entrada	Tur	Tip o past	área (ha)	Bio (kgMS/ha) RPM	OA P(KgMS) RPM	Bio-pré (kgMS/p) RPM	Biopós (kgMS/p) RPM	MSI-past (KgMS/p) RPM	MSI-past (KgMS/ha) RPM	Apt o RPM, %ha	MSI past (Kg MS/p) Herb-Valo	MSI-past (Kg MS/ha) Herb-Valo	Apto Herb-Valo, %ha	Tempo pastejo (h/d) Toropi	Vaca/p	MSI past (Kg MS/d) Toropi	MSI-past (KgMS/d) Herb-Valo	QSI (kg MS/d)	Conc (Kg MS/vaca/d)
1	2017-10	22/10/2017	pm	Temp	0,57	4486	17,8	2574	1989	585	1020	23	444	774	17	8	145	4,03	3,06	8,9	2,2
2	2017-10	23/10/2017	am	Temp	1,32	2669	24,3	3526	2915	611	462	17	666	504	19	9	145	4,21	4,59	8,9	2,2
3	2017-11	23/11/2017	pm	Temp	0,39	1718	4,6	670	356	315	806	47	360	922	54	8	147	2,14	2,45	9,9	2,2
4	2017-12	20/12/2017	pm	Trop	0,93	2673	16,8	2486	1746	740	795	30	688	740	28	8	148	5,00	4,65	5,0	3,5
5	2017-12	21/12/2017	am	Trop	0,93	2443	15,4	2272	1191	1081	1162	48	1032	1110	45	9	148	7,30	6,97	5,0	3,5

6	201 8-1	11/0 1/20 18	pm	Tro p	0,65	4363	19,3	2836	2168	668	1028	24	742	1141	26	8	147	4,55	5,04	4,8	4,8
7	201 8-1	12/0 1/20 18	am	Tro p	0,93	4454	28,2	4142	3085	1057	1137	26	1112	1196	27	9	147	7,19	7,57	4,8	4,8
8	201 8-1	29/0 1/20 18	pm	Tro p	0,41	3838	10,7	1574	948	625	1525	40	742	1809	47	8	147	4,25	5,04	4,8	4,8
9	201 8-1	30/0 1/20 18	am	Tro p	0,65	4441	19,6	2887	1806	1080	1662	37	1112	1711	39	9	147	7,35	7,57	4,8	4,8
10	201 8-2	08/0 2/20 18	pm	Tro p	0,49	5470	19,9	2680	2036	645	1315	24	646	1318	24	8	135	4,77	4,78	4,8	4,8
11	201 8-2	27/0 2/20 18	am	Tro p	0,6	5314	23,6	3188	2351	837	1395	26	969	1614	30	8	135	6,20	7,18	4,8	4,8
12	201 8-2	28/0 2/20 18	am	Tro p	0,73	7404	40,0	5405	4316	1089	1492	20	969	1327	18	9	135	8,07	7,18	4,8	4,8
13	201 8-3	07/0 3/20 18	am	Tro p	0,88	1065	6,9	937	670	267	303	28	474	539	51	9	136	1,96	3,48	10,5	3,5

14	201 8-3	08/0 3/20 18	pm	Tro p	0,57	1560	6,5	889	746	143	251	16	316	554	36	8	136	1,05	2,32	10,5	3,5
15	201 8-3	23/0 3/20 18	pm	Tro p	0,44	1070	3,5	471	315	156	355	33	316	718	67	8	136	1,15	2,32	10,5	3,5
16	201 8-4	07/0 4/20 18	pm	Tro p	0,71	1864	9,7	1323	1010	313	441	24	205	289	15	8	136	2,30	1,51	11,7	2,5
17	201 8-4	08/0 4/20 18	am	Tro p	0,86	1488	9,4	1280	1064	216	251	17	307	357	24	9	136	1,59	2,26	11,7	2,5
18	201 8-4	23/0 4/20 18	pm	Tro p	0,5	658	2,4	329	197	132	264	40	205	410	62	8	136	0,97	1,51	11,7	2,5
19	201 8-4	24/0 4/20 18	am	Tro p	0,59	942	4,1	556	419	136	231	25	307	521	55	9	136	1,00	2,26	11,7	2,5
20	201 8-5	14/0 5/20 18	pm	Te mp	0,45	556	2,4	250	128	122	271	49	248	551	99	8	106	1,15	2,34	11,5	2,2
21	201 8-5	15/0 5/20 18	am	Te mp	0,76	1184	8,5	900	520	380	500	42	372	490	41	9	106	3,58	3,51	11,5	2,2

22	201 8-6	10/0 6/20 18	pm	Te mp	0,58	1210	5,1	702	317	385	664	55	438	755	62	8	137	2,81	3,20	12,1	7,1
23	201 8-6	19/0 6/20 18	am	Te mp	0,76	1626	9,0	1236	715	521	686	42	657	865	53	9	137	3,80	4,80	12,1	7,1
24	201 8-7	12/0 7/20 18	am	Te mp	0,76	2583	12,3	1963	1274	689	906	35	675	888	34	9	160	4,30	4,22	10,8	3,8
25	201 8-7	16/0 7/20 18	pm	Te mp	0,58	2179	7,9	1264	663	601	1036	48	450	776	36	8	160	3,76	2,81	10,8	3,8
26	201 8-8	16/0 8/20 18	pm	Te mp	0,48	2141	6,4	1028	433	594	1238	58	634	1320	62	8	160	3,72	3,96	8,7	5,7
27	201 8-8	25/0 8/20 18	am	Te mp	0,76	1888	9,0	1435	644	791	1041	55	950	1250	66	9	160	4,95	5,94	8,7	5,7
28	201 8-9	12/0 9/20 18	pm	Te mp	0,58	2466	8,9	1430	1020	410	707	29	570	983	40	8	160	2,56	3,56	9,3	6,3
29	201 8-9	24/0 9/20 18	am	Te mp	0,76	1824	8,7	1386	637	749	986	54	855	1125	62	9	160	4,68	5,34	9,3	6,3

30	201 8- 10	05/1 0/20 18	pm	Te mp	0,48	2617	7,9	1256	861	395	823	31	473	986	38	8	160	2,47	2,96	10,5	7,0
31	201 8- 10	06/1 0/20 18	pm	Te mp	0,48	2546	7,6	1222	743	479	998	39	473	986	39	8	160	2,99	2,96	10,5	7,0
32	201 8- 10	30/1 0/20 18	am	Te mp	0,75	2987	14,0	2240	1860	380	507	17	710	946	32	9	160	2,38	4,44	10,5	7,0
33	201 8- 11	06/1 1/20 18	am	Te mp	0,58	2545	9,2	1476	987	489	842	33	710	1224	48	8	160	3,05	4,44	10,5	7,0
34	201 8- 11	07/1 1/20 18	pm	Te mp	0,75	3116	14,6	2337	1955	382	509	16	473	631	20	9	160	2,39	2,96	10,5	7,0
35	201 8- 12	07/1 2/20 18	am	Tro p	0,49	1784	5,5	874	143	732	1493	84	700	1429	80	8	160	4,57	4,38	11,0	6,5
36	201 8- 12	08/1 2/20 18	pm	Tro p	0,66	1385	5,7	914	309	605	917	66	467	707	51	9	160	3,78	2,92	11,0	6,5
37	201 9-1	22/0 1/20 19	pm	Tro p	0,61	4821	18,4	2941	2280	661	1084	22	672	1102	23	8	160	4,13	4,20	7,5	6,5

38	201 9-2	23/0 2/20 19	pm	Tro p	0,55	4643	17,7	2832	2298	534	971	21	684	1244	27	8	160	3,34	4,28	7,1	6,1
39	201 9-2	24/0 2/20 19	am	Tro p	0,93	4601	26,7	4279	3381	898	966	21	1026	1104	24	9	160	5,61	6,42	7,1	6,1
40	201 9-3	24/0 3/20 19	pm	Tro p	0,55	4542	15,6	2498	2181	317	576	13	411	748	16	8	160	1,98	2,57	11,3	7,1

Tur: Turno de pastejo; past: pastagem ; Bio: Biomassa; kgMS : quilos de matéria seca; RPM: Rising Plate Meter; OAP: Oferta/animal/parcela; Biopré: Biomassa pré-pastejo;Biopós: Biomassa pós pastejo; MSI: Matéria seca ingerida; Apto: aproveitamento da pastagem; h: hora; d : dia; MSIpast: Matéria seca ingerida de pastagem; QSI :Quantidade de suplementos ingeridos ; Conc: Concentrado ; p:parcela ; d:dia.

ANEXO 3 – DADOS DA PRODUÇÃO DE LEITE

3.1 – Produção de leite média e informações do rebanho durante o período amostral.

ID_mês	Mês experi- mento	nº de da- dos/mês	Produção de leite (kg/dia)	Média mês de lactação	Média de nlact	Média mês de parto
2017-10	1	72	15.6	6	3	6
2017-11	2	62	17.5	5	3	6
2017-12	3	124	16.6	6	3	7
2018-1	4	122	16.1	6	3	7
2018-2	5	103	16.0	6	3	7
2018-3	6	113	14.5	6	3	7
2018-4	7	121	15.0	5	3	7
2018-5	8	81	14.7	6	3	6
2018-6	9	107	16.6	5	3	6
2018-7	10	115	20.2	5	3	6
2018-8	11	130	20.7	5	3	6
2018-9	12	136	20.4	6	3	6
2018-10	13	142	19.4	6	3	6
2018-11	14	118	16.7	6	3	6
2018-12	15	126	18.3	6	3	7
2019-1	16	126	15.3	6	3	8
2019-2	17	117	16.2	6	3	7
2019-3	18	116	15.2	6	3	7
Média		2031	17.1	6	3	7

ID: identificação do mês; nlact: número de lactações

3.2 – Produção de leite média do rebanho em relação ao mês de parto e do mês de lactação.

Mês de lactação	Mês de parto												Média geral
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	19.0	17.8	17.7	12.8	17.6	20.5	19.1	17.6	16.4	16.3	18.4	16.0	18.0
2	18.9	18.4	16.8	15.3	21.1	25.3	21.2	18.6	16.1	18.4	18.8	16.5	18.9
3	16.7	16.3	17.8	15.6	23.8	25.9	18.9	17.7	17.3	17.0	16.9	15.9	18.5
4	15.8	16.3	20.3	18.1	23.0	19.7	18.2	18.1	17.4	15.9	15.6	15.9	18.1
5	18.2	18.3	21.5	17.5	21.3	21.9	18.5	17.3	15.6	14.6	14.1	15.1	18.1
6	17.9	19.7	20.3	17.2	20.0	18.3	17.6	15.6	15.9	14.1	12.9	15.3	17.4
7	18.8	19.2	17.9	16.6	17.6	16.4	16.6	15.1	13.9	13.7	14.4	18.7	16.6
8	19.8	16.3	16.9	15.5	16.5	14.8	15.0	14.1	12.5	15.0	15.5	19.6	15.8
9	16.9	15.9	15.2	15.9	14.2	13.5	13.1	13.6	12.3	14.8	16.3	20.4	15.0
10	15.8	12.9	12.8	15.6	13.8	12.4	12.4	14.0	12.9	14.6	15.9	16.5	14.0
Média	17.9	17.0	17.5	16.3	18.5	17.9	16.9	16.4	15.4	15.7	16.2	16.9	17.0

3.3 – Produção de leite média do rebanho em relação a ordem de parto.

Mês de lactação	Número de lactação							
	1	2	3	4	5	6	7	Total geral
1	15.0	17.7	18.9	20.5	20.0	18.5	17.2	18.0
2	16.4	17.7	20.6	21.9	21.9	18.8	21.1	18.9
3	15.8	17.6	20.0	22.0	22.7	18.7	18.1	18.5
4	15.6	17.5	19.0	21.5	21.4	20.1	19.0	18.1
5	15.4	17.1	19.8	20.8	21.5	19.5	18.8	18.1
6	15.1	16.6	18.9	19.8	20.7	17.1	17.6	17.4
7	15.2	15.5	17.6	19.2	20.3	15.6	16.2	16.6
8	15.1	14.5	16.2	17.3	18.0	15.0	14.6	15.8
9	14.6	13.6	15.0	17.0	16.4	15.0	14.3	15.0
10	14.3	12.9	13.9	14.9	14.0	14.1	10.9	14.0
Média	15.2	16.2	18.1	19.2	19.4	17.3	17.2	17.0

ANEXO 4 – DADOS CONDIÇÃO CORPORAL

ID_mês	Mês experi- mento	Média de BCS	Média DEL	Média mês_lac	Média BFT	Média nlact	Produção de leite (kg/dia)
2017-10	1	2.36	61	2	11.8	3	19
2017-11	2	2.60	81	3	16.2	3	18
2017-12	3	2.76	94	3	16.6	3	18
2018-1	4	2.50	64	2	12.9	2	17
2018-2	5	2.74	101	4	16.6	3	18
2018-3	6	2.61	98	4	15.5	3	17
2018-4	7	2.77	109	4	16.3	3	17
2018-5	8	2.68	140	5	16.1	3	16
2018-6	9	2.66	113	4	17.0	3	18
2018-7	10	2.69	124	4	17.2	3	21
2018-8	11	2.65	137	5	17.7	3	23
2018-9	12	2.69	184	7	17.5	3	21
	Média	3	115	4	16	3	18

DEL: Dias em produção de leite

ANEXO 5 – GUIA DE UTILIZAÇÃO DO MÉTODO HERBVALO®



HerbValo_VL_V3

Juin 2017

Liste des variables à renseigner

Caractérisation de l'exploitation et des parcelles

- L'exploitation**

Variable	Codage prédéfini	N° de page
Commune		
Nom de l'exploitation		
Nom de l'exploitant		
Numéro d'élevage		
N° de département		
Année		
Races(s)	✓	3
% dans le troupeau		3
Format	✓	3
Production laitière potentielle	✓	4
Gestion des vèlages	✓	4

- Les parcelles**

Variable	Codage prédéfini	N° de page
Nom de la parcelle		
Surface (ha)		
Type	✓	
Age prairie	✓	
Altitude	✓	
Profondeur	✓	
Hydromorphie	✓	
Fert N minéral	✓	
Nature fert N org 1	✓	
Fert N org 1 (t/ha/an)		
Nature fert N org 2	✓	
Fert N org 2 (t/ha/an)		

Fiche parcelle

Variable	Codage prédéfini	N° de page
Numéro de passage		5
Intervention	✓	6
Nuit à l'étable	✓	6
Temps d'accès au pâturage		6
Nature du troupeau	✓	
Effectif au pâturage		
Date d'entrée ou de fauche		
Qualité herbe entrée parcelle	✓	7
Pâturage : date de sortie		
Fauche : rendement (t MS/ha)		
Temps de séjour (jours)		7
Sévérité du pâturage	✓	7
Concentrés (kg MB/animal/j)		8
Déshydratés (kg MB/animal/j)		8
Nature F1	✓	8
Dose F1 (kg MS/animal/j)		8
Nature F2	✓	8
Dose F2 (kg MS/animal/j)		8
Nature F3	✓	8
Dose F3 (kg MS/animal/j)		8
Nature F4	✓	8
Dose F4 (kg MS/animal/j)		8

1. CARACTERISATION DE L'EXPLOITATION

Utiliser les tableaux ci-dessous pour caractériser le troupeau de vaches laitières et les prairies pâturées qui seront suivies toute l'année. Reporter les codes sur la « Fiche exploitation ».

1.1. Caractérisation du troupeau de vaches laitières

Race 1	Code	2	Format	Code	Gestion des vèlages 4	Code
Abondance	Ab		Petit	P	Etalés	E
Bleue du Nord	Bn		Moyen	M	Groupés au printemps	GP
Brune des alpes	Ba		Grand	G	Groupés à l'automne	GA
Jersiaise	Jr				Groupés printemps et automne	GAP
Montbéliarde	Mo					
Normande	No					
Pie-rouge des plaines	Pr					
Prim'Holstein	Ho					
Rouge flamande	Rf					
Simmental Française	Si					
Tarentaise	Ta					
Vosgienne	Vo					
Croisée format moyen à grand	CrMG	3	Production laitière potentielle (kg/VL/an)		Code	
Croisée petit format	CrP		3000-5000		L1	
			5000-7000		L2	
			7000-9000		L3	
			9000-11000		L4	
			11000-13000		L5	

1 Race : Choisir la race ou les races appropriées. Si la race du troupeau n'est pas dans la liste proposée, choisir la race la plus proche en termes de format (poids). Pour les troupeaux composés d'animaux de différentes races pures, 4 races différentes peuvent être renseignées en indiquant le **pourcentage** que représente chaque race dans le troupeau. **Pour chaque race choisie, un format et une production laitière doivent être indiqués.** La race « croisée MG » concerne les croisements entre races de format moyen à grand (Ex : Ho x No). La race « croisée P » concerne les croisements utilisant des races de petit format (croisement 3 voies avec Jr).

Si tout le troupeau est en **race pure**, indiquer la race adéquate et 100% dans la colonne « % dans le troupeau » de la feuille Exploitation. **Attention, veiller à ce que la somme des pourcentages fasse 100.**

2 Format : Le choix du format (Petit, Moyen, Grand) est **raisonné intra-race** par rapport au format standard de la race (choisir Normande/Petit format ou Jersiaise/Grand format est possible). S'aider du tableau des poids vifs moyens du troupeau ci-dessous.

Race	Prim'Holstein			Montbéliarde			Normande			Rouge flamande		
Format	P	M	G	P	M	G	P	M	G	P	M	G
Poids	560	620	680	580	650	710	580	650	710	560	620	680

Race	Abondance			Bleue du Nord			Brune des alpes			Jersiaise		
Format	P	M	G	P	M	G	P	M	G	P	M	G
Poids	580	640	710	640	710	780	560	630	690	380	420	460

Race	Tarentaise			Vosgienne			Pie-rouge des plaines			Simmental Française		
Format	P	M	G	P	M	G	P	M	G	P	M	G
Poids	490	550	600	530	590	650	570	640	700	600	665	730

Race	Croisée petit format			Croisée grand à moyen format		
Format	P	M	G	P	M	G
Poids	500	560	610	570	630	700

3 Production laitière potentielle : Il s'agit de la moyenne économique du troupeau (lait vendu + lait autoconsommé + lait jeté + lait cédé aux veaux) que le troupeau pourrait **atteindre dans le cas d'une alimentation non limitante en qualité et en quantité** (soit le **POTENTIEL GENETIQUE DU TROUPEAU**). Si la moyenne économique se situe à l'intermédiaire de deux seuils ou si les vaches reçoivent assez peu de concentrés, privilégier donc la tranche supérieure à celle de la moyenne d'étable. Si le troupeau est suivi par le **contrôle de performances**, se référer à la **meilleure moyenne d'étable mensuelle**.

4 Gestion des vêlages : Choisir la gestion des vêlages appropriée. Si des vêlages ont lieu toute l'année, choisir « étalés ». Si des vêlages sont globalement groupés au printemps ou à l'automne, indiquer respectivement « groupés au printemps » ou « groupés à l'automne ». S'ils sont groupés globalement à la fois sur le printemps et l'automne, sélectionner « groupés printemps et automne ».

1.2. Caractérisation des prairies, du sol et de la fertilisation

Le **type de prairies est nécessaire au calcul d'herbe valorisée** (via la valeur d'encombrement de l'herbe pâturée). Les autres critères ne sont pas utilisés pour les calculs, mais serviront à l'analyse des résultats pour **interpréter des variations** entre parcelles, entre exploitations ou entre régions.

Type de prairie ¹	Code
PT graminées pures	PTg
PT association ou multi-espèces	PTa
PP de bonne qualité	PPb
PP de qualité moyenne	PPm
PP de type non connu	NC

Age de la prairie	Code
Prairie temporaire ≤ 3 ans	PTJ
Prairie temporaire > 3 ans	PTV
Prairie permanente ≥ 10 ans	PP

Altitude	Code
Plaine	1
Plaine zone montagnes < 400 m	2
Coteaux (400 – 700 m)	3
Plus de 700 m	4

Profondeur de sol	Code
Superficiel (< 20 cm)	S
Peu profond (20-40 cm)	PP
Moyen. profond (40-80 cm)	MP
Profond (> 80 cm)	P

Hydromorphie du sol	Code
Sol sain	S
Sol peu hydromorphe	PH
Sol hydromorphe	H

Fertilisation annuelle N minéral	Code
Nulle (0 - 9 kg N/ha/an)	N
Faible (10 - 49 kg N/ha/an)	F
Moyenne (50 - 79 kg N/ha/an)	M
Elevée (80 - 120 kg N/ha/an)	E
Très élevée (> 120 kg N/ha/an)	TE

Nature fertilisation N organique ²	Code
Aucune	A
Lisier	L
Fumier	F
Compost	C

Surface d'une parcelle :

La surface enregistrée doit être celle de la parcelle dans son intégralité (même si une fauche ou pâturage sur une partie de la parcelle seulement est possible : voir « En pratique ») et ne doit **pas varier entre les passages**.

¹ PT : Prairies temporaires, PP : Prairies Permanentes

² La quantité épandue annuellement sur chaque parcelle est à renseigner dans une colonne supplémentaire (fiche Exploitation). **Deux types de fertilisation organique** peuvent être enregistrées. Sur la feuille papier Identité, les données de fertilisation ne peuvent être enregistrées que pour une année. Par contre, il est possible d'enregistrer ces données dans **l'outil Excel pour 5 années consécutives**.

2. CARACTERISATION DES INTERVENTIONS PARCELLE

Généralités : Certains codes sont imposés dans cet outil pour caractériser les informations.

Utiliser les tableaux ci-dessous pour caractériser les événements à renseigner dans la « Fiche Parcelle », à chaque intervention (pâturage ou fauche). Reporter uniquement les codes.

Intervention dans la parcelle	3	Code	Nature du troupeau qui pâture	Code
Pâturage (1 seule parcelle/24 h)		P	Vaches laitières	VL
Pâturage de jour (si 2 parcelles/24 h)		Pj	Vaches taries	VT
Pâturage de nuit (si 2 parcelles/24 h)		Pn	Génisses 0 à 1 an	G1
Fauche foin		Ff	Génisses 1 à 2 ans	G2
Fauche ensilage/enrubannage		Fe	Génisses 2 à 3 ans	G3
Fauche affouragement au vert		Fv	VA sans veaux	VA
Récolte refus		Rr	VA + veaux	VAV
			Brebis viande	BV
			Brebis laitières	BL
			Chèvres laitières	CL
			Bœufs > 2 ans	Bf > 2
			Bœufs < 1 an	Bf < 1
			Bœufs de 1 à 2 ans	Bf 1-2

Qualité de l'herbe (pâturage)	5	Code
Vert et végétatif		V
Vert dominant et/ou montaison		Vd
Vert Jaune et/ou épiaison		VJ
Jaune et/ou tout épié		J

Sévérité du pâturage	7	Code
Libéral		L
Equilibre		E
Sévère		S
Très sévère		TS

Fourrages complémentaires	Code
Affouragement en vert	AV
Betterave	BE
Enrubannage	EB
Ensilage de maïs	EM
Ensilage d'herbe	EH
Foin	FO
Foin de mauvaise qualité	FOMv
Maïs épi	Mep
Paille	PA

1 Enregistrements à faire à chaque passage :

- En **entrée** : pour noter la qualité

2 Numéro de passage dans l'année :

En théorie, **une ligne = un passage dans une parcelle** (X jours, consécutifs ou non).



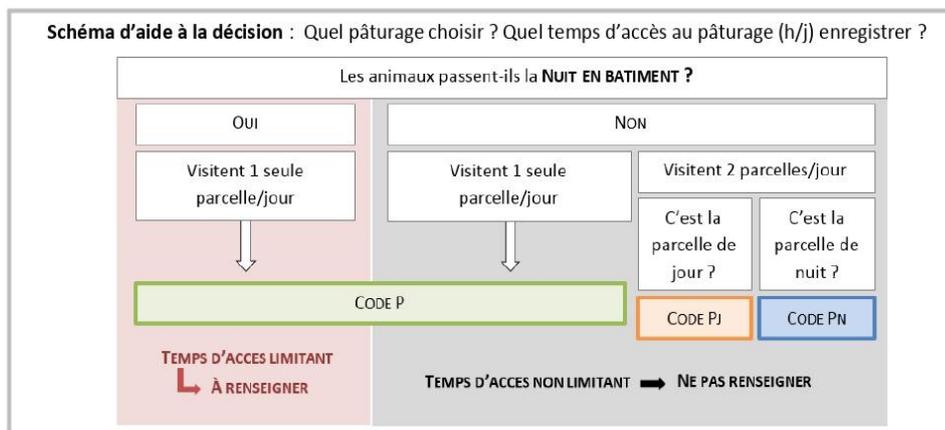
Si changement important de pratique en cours de passage (effectif troupeau, complémentation) : diviser un passage en plusieurs lignes et les identifier comme des sous-passages. Exemple : le passage 1 en 1.1 et 1.2

Si la parcelle **n'est pas fauchée sur son intégralité** il faut rapporter le rendement fauché à la surface totale de la parcelle. Voir exemples dans la dernière partie « En pratique ». Si la parcelle n'est pâturée que partiellement, remplir l'intervention de façon classique.

3 Intervention dans la parcelle

Les interventions de type « pâturage »

- **Pâturage (P)** : Ce type d'intervention est à renseigner :
 1. Si les vaches passent la journée et la **nuit au pâturage** ET dans la **même parcelle**.
 2. Si les vaches passent la journée dans une parcelle au pâturage et passent la **nuit en bâtiment**. Dans ce cas seulement, indiquer le **temps d'accès journalier au pâturage** (compris entre 1 et 12h maximum).
- **Pâturage de jour (Pj)** : Les vaches pâturent cette parcelle exclusivement la journée, et vont **obligatoirement** la nuit dans une autre parcelle. **Le temps d'accès n'est pas à renseigner ici.**
- **Pâturage de nuit (Pn)** : Les vaches pâturent cette parcelle exclusivement la nuit, et vont **obligatoirement** en journée dans une autre parcelle. **Le temps d'accès n'est pas à renseigner ici.**



🔍 Temps d'accès (TA) au pâturage (h/j)

Le temps d'accès journalier au pâturage est seulement à renseigner si les vaches passent la nuit en bâtiment.

- Précision souhaitée : à l'heure près, en moyenne sur le temps de séjour.



Pâturage de jour (Pj) ou pâturage de nuit (Pn) signifie forcément que les vaches sont la nuit dehors. **Il n'y a pas de TA à renseigner quand les animaux ne passent PAS la nuit en bâtiment.**

Les interventions de type « fauche »

- **Fauches** : Les différents types de fauche (foin, ensilage, etc) sont conceptuellement la même chose. Ces fauches sont distinguées pour permettre des bilans par type de récolte. **Les rendements doivent absolument être renseignés le plus précisément possible (en t MS/ha).**
- **Récolte des refus** : Ce n'est une intervention que lorsque les **refus sont récoltés**. Si des refus sont fauchés ou broyés mais **laissés au sol, cette fauche ne constitue pas une intervention.**



Les fauches et les récoltes de refus sont à calculer avec le **plus de précision possible** : comptage des bottes et pesée des remorques si possible, et sont **absolument** à renseigner. Un **tableau ci-après** permet d'estimer le poids des bottes (en kg MS à convertir en t MS/ha) récoltées selon le type de fourrage et le type de botte.

4 Qualité de l'herbe : La qualité de l'herbe à noter est **indépendante du type de prairie**. Elle permet d'estimer la valeur nutritive de l'herbe pâturée grâce à une appréciation visuelle simple en entrée de parcelle. Pour cela, sont observées : la présence / absence de **feuilles**, la présence / absence d'**épis**, la **couleur** (vert à jaune). La présence d'un **seul des critères suffit à se positionner** dans la classe où celui-ci est spécifié. Elle se réfère à l'expertise de l'éleveur. Quatre catégories sont proposées. La **qualité de l'herbe est à renseigner à l'entrée** des animaux dans la parcelle.

V	Vd	VJ	J
Feuillu Feuilles tendres Vert à 100 %	Dominante feuillue, début montaison, épis et feuilles desséchées possible	Fin montaison, début épiaison Feuilles jaunes à la base des tiges	Gram. 100 % épisées Feuilles sèches Totalelement jaune
			

D'après Jeulin T et al., 2001.

5 Temps de séjour (Tsej)

Indiquer le nombre total de jours pâturés lors du passage, à la demi-journée près (on ne compte pas les heures...). Ce nombre ne correspond pas forcément à la différence entre la date de sortie et la date d'entrée.



A calculer "manuellement", car les dates d'entrée et de sortie ne permettent pas forcément de calculer le temps de séjour réel (par exemple, **si une journée est passée dans une autre parcelle**).

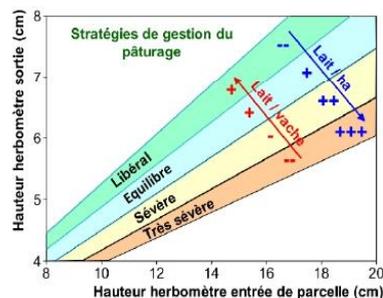
Exemples :

- Les **pâturages de jour OU de nuit** comptent **comme des journées pleines**.
Exemple : Tsej = 4 jours si les vaches ont passé 4 nuits dans la parcelle (intervention = Pn).
- Un **pâturage jour + nuit (intervention = P)** doit être comptabilisé à la demi-journée près.
Exemple : entrée dans la parcelle le mardi soir et sortie le jeudi matin : Tsej = 1.5 jours.



6 Sévérité du pâturage : La notion de « sévérité du pâturage » se réfère, à **dire d'expert (éleveur ou conseiller)**, à la restriction alimentaire du troupeau **sur l'ensemble du temps de séjour dans la parcelle**. Elle est donc à noter **obligatoirement en sortie de parcelle**. Le rapport entre hauteur sortie et hauteur entrée, notamment en plein printemps, est un bon indicateur de cette sévérité de pâturage (voir figure). Quatre catégories sont proposées :

- **Libéral (L) :** La stratégie est de maximiser le lait/vache. Les vaches sont a priori à volonté, sans restriction alimentaire. La hauteur sortie est élevée, avec des feuilles partout présentes. La parcelle n'est pas forcément « bien » pâturée.
- **Equilibre (E) :** La stratégie est d'équilibrer le lait/vache et le lait/ha. Les vaches sont légèrement restreintes. La parcelle est « bien » pâturée (pas forcément bien râpée).



D'après Delagarde et al., 2006.

- **sévère (S)** : La stratégie est de maximiser le lait/ha, quitte à perdre du lait/vache. La parcelle est bien rasée, avec une hauteur sortie bien maîtrisée.

- **Très sévère (TS)** : La stratégie est clairement de maximiser fortement le lait/ha, en acceptant des baisses de production par vache. La parcelle est très bien rasée, voire « grattée ». La hauteur sortie est très faible. Il reste très peu de feuilles visibles (gainés foliaires sectionnés).



D'après GUIDE Produire avec de l'herbe, Chambre d'Agriculture de Bretagne et des Pays de la Loire, 2011.

7 Complémentation

En concentrés et en déshydratés

- A saisir uniquement si du concentré est donné au **troupeau qui pâture**.
- Calculer la **somme de tous les concentrés, quelle que soit leur nature**.
- Indiquer 0 s'il n'y a pas de concentrés ou déshydratés utilisés.

Rapporter le chiffre uniquement au nombre d'animaux qui pâturent, en **kg brut / animal / jour**, avec le plus de précision possible (**précision minimale souhaitée < 0.5 kg/animal/jour**).

En fourrages

Indiquer les fourrages utilisés pour la complémentation en raisonnant en **matière sèche** (kg MS/animal/jour).

Si les fourrages sont distribués en **bottes entières**, le tableau ci-dessous permet d'estimer le poids des bottes en kg MS. Penser à calculer la quantité apportée **par animal** (prorata de l'effectif) et **par jour** (prorata du temps de séjour dans la parcelle). Il s'agit d'estimer **l'ingéré moyen (kg MS/animal/jour)** sur le temps de séjour total. Tenir compte éventuellement du **pourcentage de refus** ou **des pertes pour ne pas surestimer la quantité ingérée de fourrages complémentaires**.

- Précision souhaitée pour chaque fourrage : au kg MS/animal/jour
- Pour les **colonnes des fourrages non utilisées** :
 - **Fiche Parcelle** papier : Barrer les colonnes non utilisées
 - **Outil Excel** : Indiquer « Rien » dans Nature et « 0 » dans quantité



Si les quantités en fourrages complémentaires et en concentrés/déshydratés **changent au cours d'un passage** :

- OU
- Calculer la **dose moyenne** sur le temps de séjour
 - **Dissocier le passage** en 2 lignes si les changements sont trop importants

Tableau d'aide à la décision : Estimation du poids des bottes (kg MS) selon le type de fourrage et le type de botte.

Type de fourrage	Taux de MS (%)	Type de bottes			
		Rondes		Cubiques	
		Diamètre (m)	Poids (Kg MS)	Dimensions (m)	Poids (Kg MS)
Foin	85	1,2	170	2,2 x 0,8 x 0,9	305
		1,5	240	2,2 x 0,9 x 1,2	435
		1,8	375		
Paille	85	1,2	105	2,2 x 0,8 x 0,9	225
		1,5	165	2,2 x 0,9 x 1,2	345
		1,8	260		
Enrubannage	40	1,2	195	X	
	40	1,5	240		
	50	1,2	220		
	50	1,5	280		
	60	1,2	240		
	60	1,5	320		

D'après Guide IDELE, tableau 1 p 329.

