

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**Avaliação da dor em vacas claudicantes e a sua relação com as características físico-químicas do leite, parâmetros fisiológicos, termografia e limiar nociceptivo**

Lorena Teixeira Passos  
Médica Veterinária (UFPA)

Dissertação apresentada como um dos requisitos à obtenção do grau de  
Mestre em Zootecnia  
Área de Concentração Produção Animal  
(Nutrição e Alimentação de Ruminantes)

Porto Alegre (RS), Brasil  
Março, 2015

CIP--Catalogação na Publicação¶

Passos, Lorena Teixeira¶  
Avaliação da dor em vacas claudicantes e a sua¶  
relação com as características físico-químicas do leite, ¶  
parâmetros fisiológicas, termografia e limiar¶  
nociceptivo / Lorena Teixeira Passos. --- 2015. ¶  
81 f. ¶

Orientadora: Vivian Fischer. ¶

Dissertação (Mestrado) --- Universidade Federal do  
Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa  
de Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, BR-RS, ¶  
2015. ¶

1. Dor. -2. Composição do leite. -3. Claudicação. -4. -  
Problemas podais. -I. Fischer, Vivian, orient. -II. -  
Titulo. ¶

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os  
dados fornecidos pelo(a) autor(a). ¶

LORENA TEIXEIRA PASSOS  
Médica Veterinária

## DISSERTAÇÃO

Submetida como parte dos requisitos  
para obtenção do Grau de

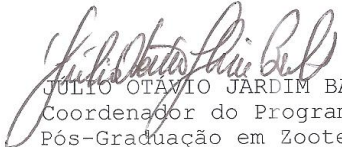
### MESTRA EM ZOOTECNIA

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia  
Faculdade de Agronomia  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Porto Alegre (RS), Brasil

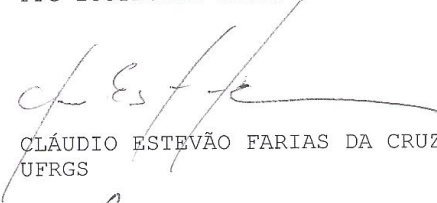
Aprovado em: 26.03.2015  
Pela Banca Examinadora

Homologado em: 17.06.2015  
Por


  
VIVIAN FISCHER  
PPG Zootecnia/UFRGS  
Orientadora

  
JULIO OTÁVIO JARDIM BARCELLOS  
Coordenador do Programa de  
Pós-Graduação em Zootecnia

  
JOSÉ FERNANDO PIVA LOBATO  
PPG ZOOTECNIA-UFRGS

  
CLÁUDIO ESTEVÃO FARIAS DA CRUZ  
UFRGS

  
ISABELLA DIAS BARBOSA SILVEIRA  
UFPel

  
PEDRO ALBERTO SELBACH  
Diretor da Faculdade de Agronomia

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pela oportunidade de estudar sobre o assunto que desde sempre tive maior interesse: Bovinocultura leiteira.

Agradeço as meus pais João e Benedita, minha irmã e melhor amiga Luciana, por sempre estarem do meu lado, mesmo a distância se fizeram presentes em todos os dias nesses dois anos. Á minhas vovós Zita e Bebé por todo carinho e orações. Amo todos vocês imensamente.

Agradeço á minha família gaúcha, André (namorado), Loreni e Paulo (futuros sogros), Tiago (futuro cunhado). Obrigada por todo o apoio e acolhida. Vocês foram fundamentais nesses dois anos, amo vocês.

Ao querido e amigo Prof Dr Ricardo Oaigen por sempre ter me incentivado nos estudos, desde os estágios da graduação até as cartas de referência no mestrado.

A Prof Dra Vivian Fischer pela sua compreensão e dedicação, uma orientadora exemplar.

A todos os funcionários da fazenda Granja VB, ao Médico Veterinário André Dalto, a Prof. Isabella pelo empréstimo do algômetro, a toda equipe do laboratório LNA (laboratório de nutrição animal), a querida lone por sempre ajudar.

A todos os membros do grupo NUPLAC, pela boa convivência e disposição em ajudar no experimento. Em especial a Elissa pela ajuda inicial na elaboração do projeto, e ao Eduardo por conduzir esse experimento comigo.

Agradeço a minha amiga Michelle, pela boa companhia e carinho nesta fase final de conclusão, a minhas queridas Lulys por estarem sempre na torcida por mim, aos meus queridos companheiros amigos de casa Jusi e Everton.

A CAPES, pela concessão da bolsa .

A UFRGS, pelo bom ensino.

A todos que se fizeram presentes direta e indiretamente

Obrigada!



<sup>1</sup> Avaliação da dor em vacas claudicantes e a sua relação com as características físico-químicas do leite, parâmetros fisiológicos, termografia e limiar nociceptivo

Autor: Lorena Teixeira Passos

Orientadora: Prof. Dra Vivian Fischer

## RESUMO GERAL

As afecções podais podem alterar negativamente o comportamento, bem estar e produtividade das vacas leiteiras, mas ainda é preciso explorar mais seus efeitos sobre os atributos fisiológicos, limiar da dor e as características físico-químicas do leite. Esse estudo teve por objetivo verificar os efeitos provocados pelo desconforto de vacas com problemas podais severos no escore de locomoção, atributos fisiológicos, limiar da dor, variáveis termográficas e características físico-químicas do leite, além de avaliar a melhoria nessas variáveis após o tratamento. Foram utilizadas 34 vacas lactantes claudicantes, as quais foram classificadas quanto à locomoção antes e depois do tratamento. Foram diagnosticadas as lesões, avaliados a composição do leite, limiar nociceptivo, realizadas as medidas fisiológicas e imagens termográficas nos membros com e sem lesão. O delineamento experimental utilizado foi o completamente casualizado com medidas repetidas no tempo, onde cada vaca foi considerada uma unidade experimental. Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando o procedimento Mixed do programa estatístico SAS versão 9.0. Vacas claudicantes apresentaram maior sensibilidade à dor. O tratamento reduziu o escore de locomoção e aumentou limiar nociceptivo, além de influenciar os valores de pH e cálcio iônico, pois maiores valores de pH foram observados no dia pré-tratamento enquanto maiores valores de cálcio iônico foram observados no dia 8. Houve pequena associação entre os valores termográficos e os escores de locomoção. Os maiores valores de pH foram encontrados no dia pré-tratamento, (dia -1), para vacas da raça Jersey, animais mais velhos ou para animais mais pesados; enquanto os valores de cálcio iônico foram superiores no 8º dia em relação aos demais dias. Não houve efeito de escores de locomoção alto x baixo sobre a composição do leite. Por outro lado, fatores ligados aos animais como estágio lactacional, peso, número de tratamentos anteriores, ordem de parto, raça e idade influenciaram as características físico-químicas do leite.

Palavras chaves: algômetro, vacas leiteiras, lesões de casco, escore de locomoção, composição do leite e temperatura

---

<sup>1</sup> Dissertação de Mestrado em Zootecnia – Produção Animal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (81p.) Março, 2015

<sup>2</sup>Assessment of pain in lame cows and the relation with physical and chemical characteristics of milk, physiological parameters, thermography and nociceptive threshold<sup>2</sup>

Author: Lorena Teixeira Passos  
Adviser: Prof. Dra. Vivian Fischer

## **ABSTRACT**

Lameness can negatively affect behavior, well-being and productivity, but it is still worthy to explore its effect on the nociceptive threshold, physiological attributes and the physicochemical characteristics of milk. This study aimed to verify the effects caused by the discomfort in severely lame cows on locomotion score, physiological attributes, pain threshold, thermographic variables and physicochemical characteristics of milk and assess improvement in these variables after corrective trimming and digital treatment. Thirty-nine severely lame lactating cows were classified according to locomotion score before and 1 week after trimming. In several days, injuries were diagnosed, milk composition evaluated, nociceptive threshold and physiological measurements were done, besides thermographic images of the hoofs with and without injury. The experimental design was a completely randomized design with repeated measurements over time, and each cow was considered an experimental unit. Data was subjected to analysis of variance using the mixed procedure of SAS statistical software version 9.0. Severely lame cows showed higher sensitivity to pain. Trimming and treatment reduced locomotion score and increased nociceptive threshold, as well as influence the pH and ionic calcium, because higher pH values were observed in the pre-trimming day while larger ionic calcium values were observed on day 8. Cows had higher thermographic values in the affected hoof. There was little association between thermographic values and locomotion scores. Higher pH values were found in the pre-trimming (day - 1) in the milk of Jersey cows, older animals or heavier animals; while the ionic calcium values were higher on the 8th day compared to other days. There was no effect of high x low locomotion scores on milk composition. On the other hand, factors related to animals as lactation stage, weight, number of previous trimmings, calving order, breed and age influenced the physicochemical characteristics of milk

Keywords: algometer, dairy cows, hoof lesions, locomotion score, milk composition, temperature

---

<sup>2</sup> Master of Science dissertation in Animal Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (81p.) March, 2015.

**Sumário**

CAPÍTULO I .....	9
1. Introdução geral .....	10
2. Revisão de bibliográfica .....	11
2.1. Conceito de dor.....	11
2.1.1. Interpretação da dor .....	11
2.1.2. Classificação da dor .....	11
2.1.3. Implicações da dor nos animais .....	12
2.1.4. Problemas podais e a dor.....	12
2.2 Principais problemas podais .....	12
2.3. Casqueamento.....	14
2.4. Mensuração da dor .....	14
2.5. Utilização dos escores de locomoção.....	15
2.6. Prevenção da dor.....	16
2.7. Qualidade do leite.....	17
3. Hipótese .....	19
CAPÍTULO II .....	20
AVALIAÇÃO DA DOR EM VACAS CLAUDICANTES E A SUA RELAÇÃO COM OS PARÂMETROS FISIOLÓGICOS, TERMOGRAFIA E LIMIAR NOCICEPTIVO .....	20
CAPÍTULO III .....	39
AVALIAÇÃO DA DOR EM VACAS CLAUDICANTES E A SUA RELAÇÃO COM AS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO LEITE.....	39
CAPÍTULO IV .....	52
4.1. Referências bibliográficas .....	55
4.2. Apêndices .....	59
4.3 Vita.....	81





## RELAÇÃO DE TABELAS

Tabela 1. Valores médios do escore de locomoção (EL) e do limiar de dor (LD) medidos na região lesionada (LDL) e no membro episilateral (LDC) na véspera do casqueamento corretivo e 7 dias após (Teste t-pareado). ..... 28

Tabela 2. Valores médios do limiar nociceptivo de vacas lactantes acometidas por lesões distintas, antes e após o casqueamento corretivo e conforme o escore de locomoção ..... 28

Tabela 3. Valores do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) obtidos na regressão linear múltipla das variáveis quantitativas associadas aos animais e ambiente sobre o EL..... 29

Tabela 4. Análise da Variância e valores médios das medidas termográficas e fisiológicas conforme dia de avaliação, raça, lesão, nº de membros, escore de locomoção, nº de casqueamento anteriores, THI máximo e membro..... 31

Tabela 5. Análise de variância e valores médios da composição química e física do leite conforme o dia de avaliação, raça, escore de locomoção, idade estágio de lactação, peso corporal e número de partos..... 47



**LISTA DE ABREVIATURAS**

Na +	Sódio
Ca <sup>+2</sup>	Cálcio Iônico
DD	Dermatite Digital
DI	Dermatite Interdigital
Kgf	Quilograma Força
EL	Escore de Locomoção
FC	Frequência Cardíaca
FR	Frequência Respiratória
TR	Temperatura Retal
ITU	Índice de Temperatura e Umidade
v/v	Por cento, volume/volume
°D	Graus Dornic
pH	potencial Hidrogeniônico
CCS	Contagem de Células Somáticas
DL	Dias em Lactação
pV	peso Vivo
D	Dermatites (Dermatite digital e dematite interdigital)
L	Laminites e suas sequelas
O	Outras (úlceras de sola, flegmão, erosão de sola; laminite e úlcera de parede axial)
LINA	Leite Instável Não Ácido

## **CAPÍTULO I**

## 1. Introdução geral

A intensificação da produção de leite exige dos animais incremento na produtividade para atender a grande demanda que se expande dos anos 70 até os dias atuais. Parte expressiva dessa demanda se deve ao reconhecimento da importância que o leite assume como alimento para todas as idades, devido a sua composição com ingredientes como cálcio, proteínas, compostos bioativos, entre outros, esse contexto, durante várias décadas, os programas de melhoramento genético enfatizaram os aumentos de produtividade, em detrimento de outras características como longevidade e rusticidade. Tais estratégias, a longo prazo, determinaram prejuízos às características funcionais como a reprodução e conformação de patas e pernas. Efetivamente, ao longo desse período, houve pequena ênfase dos programas de melhoramento genético com aspectos relacionados às pernas e pés dos animais. Aspectos que em associação com a baixa herdabilidade de características como altura de talão e dureza de muralha, exercem correlação negativa com as características de cunho reprodutivo. O mau uso dessas ferramentas de melhoramento pode ser verificado, por exemplo, pela avaliação das taxas de descarte precoce.

Ao priorizar aumento de produtividade selecionando vacas com boa produção leiteira, houve mudanças na alimentação e no ambiente desses animais, como o aumento da densidade nutricional da dieta, especialmente pelo incremento na quantidade de concentrado e o uso do sistema de confinamento, em que os animais são mantidos sobre pisos duros, frequentemente ásperos, promovendo grande desgaste da sola dos cascos e crescimento anormal da pinça. Além disso, os animais são frequentemente submetidos às condições inadequadas de limpeza do ambiente, com deposição de lama e/ou dejeções. A soma dos fatores ambientais, nutrição e genética, combinadas ao manejo incorreto dessas ferramentas, torna os animais mais susceptíveis aos problemas de claudicação.

Atualmente as doenças podais estão entre as maiores causas de descarte de animais, além dos problemas reprodutivos e mastite, o que reduz o seu tempo de permanência no rebanho, sua eficiência produtiva e reprodutiva além de comprometer seu bem estar. Mediante esta realidade, produtores e técnicos possuem o grande desafio de manter o animal produtivo com um manejo que possa atender às exigências nutricionais e reprodutivas sem comprometer sua saúde e bem estar.

## 2. Revisão de bibliográfica

### 2.1. Conceito de dor

A dor é conceituada como uma experiência sensorial e emocional desagradável associada a um dano real ou potencial (IASP, 1979). Em animais a dor é considerada um fenômeno biopsico-social, uma vez que envolve aspectos biológicos, psíquicos e sociais dos indivíduos e mecanismo de proteção corporal, uma vez que ao ocorrer lesão em quaisquer tecidos, há reação do indivíduo em remover o estímulo doloroso. Pressão e temperatura são exemplos de estímulos que se traduzem em impulsos nervosos e são transmitidos através de uma fibra nervosa. A nocicepção consiste em reconhecer estímulos nocivos ou dolorosos, que são transmitidos ao sistema nervoso central através dos nociptores, os quais são os receptores da dor. Os receptores da dor são seletivos quanto ao tipo de estímulo nocivo, podendo ser mecânico, térmico ou químico. Esses se classificam também quanto ao tipo de fibra aferente que inclui fibra de delta A (mielinizadas) e fibra C (não mielinizadas), as quais podem também receber as denominações, respectivamente, de dor rápida e dor lenta (Guyton&Hall, 2012; Klaumann et al.,2008)

#### 2.1.1. Interpretação da dor

A trajetória de um estímulo nocivo é dividida em cinco fases, denominadas transdução, transmissão, modulação, projeção e percepção. A transdução consiste da detecção do estímulo nocivo pelos nociceptores, os quais transformam estímulos em potenciais de ação. Na fase de transmissão, os potenciais de ação são transmitidos para a medula espinhal através dos nervos periféricos, e ao chegarem na medula iniciam a fase de modulação, na qual os impulsos são amplificados ou suprimidos. No corno dorsal da medula espinhal há um feixe de neurônios que levam as informações nociptivas para o cérebro na fase de projeção. No cérebro, então é realizada a última fase, a percepção, que consiste na integração entre processamento e reconhecimento das informações sensoriais (Guyton&Hall.,2012; Klaumann et al.,2008).

#### 2.1.2. Classificação da dor

A dor pode ser classificada em fisiológica e patológica. A fisiológica também pode ser chamada de primeira dor, a qual provoca uma advertência, por isso protege o organismo de estímulos teciduais nocivos, como o belisco, ou teste de limiar térmico. A dor patológica pode também ser denominada de segunda dor ou profunda e é interpretada pelo sistema nervoso central como sensação difusa, dolorida ou latejante. A dor patológica pode ainda ser dividida em aguda e crônica, em que a fase aguda visa a proteção do animal, pois o animal passa a não utilizar a região afetada e promove descanso e recuperação afim de minimizar lesão. Já a fase crônica representa um impacto significativo na qualidade de vida do animal, com alterações fisiopatológicas e sofrimento evidente. No que se refere à lesão de tecidos periféricos, a dor pode ser denominada clínica e se divide em inflamatória e neuropática. A dor inflamatória pode ser somática ou visceral e a dor neuropática é resultado do

dano direto de nervos periféricos ou da medula (Guyton&Hall.,2012; Klaumann et al., 2008).

### 2.1.3. Implicações da dor nos animais

Um processo infeccioso estabelecido é capaz de liberar uma série de mediadores químicos da dor e inflamação, denominada de sopa inflamatória, geralmente é composta de histamina, serotonina, bradicininas, leucotrienos etc. É importante ressaltar a sua natureza ácida, que sensibiliza os nervos e reduz o limiar da dor, além disso, nociceptores antes considerados silenciosos tornam-se ativos pela sopa. Esta situação leva uma condição de qualquer estímulo pode ser sentido como dor até pelo simples toque (hiperalgesia primária). Quando a sopa inflamatória torna-se amplificada, ocorre a redução do limiar de outras terminações nervosas, ocorrendo a percepção da dor em tecidos considerados sem danos. A estimulação nociva repetida das fibras, provoca uma descarga no corno dorsal, o qual ativa nociceptores periféricos de forma a modificar o desempenho posterior da via nociceptiva, através do exagero da resposta a estímulos nocivos. Dessa forma, o estímulo nocivo prolongado resulta em maior sensibilização a estímulos subsequentes, levando o animal ao quadro de hiperalgesia e alodinia, em que a hiperalgesia é o aumento da resposta dolorosa produzida pelo estímulo nocivo e a alodinia é a dor que surge como resultado de estimulação não nociva sobre a pele normal (Guyton&Hall.,2012; Klaumann et al., 2008).

Comumente animais de produção estão expostos à dor, em função de práticas zootécnicas e de manejo equivocadas sem adoção de anestesia e analgesia (Luna, 2008). Segundo (Fierheller, 2009), os bovinos são classificados como espécies tipo presas e, devido a isso, tendem a não demonstrarem os sinais de dor, a fim de evitar que predadores se aproximem.

### 2.1.4. Problemas podais e a dor

As claudicações na espécie bovina são frequentemente associadas à presença de dor, e são definidas como uma desordem do padrão biomecânico de locomoção em um ou mais membros, em que a presença de processos dolorosos em um membro induz movimentos compensatórios discretos ou não nos outros membros e cabeça, manifestada durante a progressão da locomoção ou quando o animal permanece em posição quadrupedal. Tais comportamentos podem auxiliar na localização da lesão (Flower&Weary, 2006)

Afecções que afetam o sistema locomotor dos animais têm sido consideradas como de grande impacto no bem estar dos animais, haja vista que a claudicação associada implica em alterações na rotina de atividades como o pastejo, ingestão de água, montar e receber a monta, sobretudo nos animais mantidos/manejados a pasto. Já nos animais em confinamento, observa-se maior permanência nas camas, onde se sentem protegidas e evitam interações com outras vacas (Dias&Marques, 2003).

## 2.2 Principais problemas podais

A produção de leite de forma intensiva tem levado a um aumento da laminite, a qual pode ocorrer em todas as faixas etárias, a partir de três meses,



ocorrendo em maior frequência em novilhas no primeiro parto (Dirksen, 2005 citado por Borges&Silva, 2007). O nome laminite deriva da doença atingir as lâminas do cório, é a inflamação difusa do cório, originada por transtornos microcirculatórios com alterações inflamatórias e degenerativas que agem sobre a união derme-epiderme (cório-capsula-córnea) (Acuña et al., 2004; Dirksen, 2005 citados por Borges&Silva, 2007). Úlceras de sola e pinça, doença da linha branca, hemorragias e sola dupla são sequelas da laminite asséptica. A laminite ocorre em três fases. A primeira fase é marcada por alterações da microcirculação do dígito, os quais ocasionam a deterioração da união derme-epiderme. A partir daí, inicia-se a segunda fase em que ocorre rotação da terceira falange, compressão do cório contra a sola e talões originando lesões mais graves (sim as úlceras de sola, as sequelas mais importantes). Nesta fase as únicas alterações observadas são a dor e a claudicação. A terceira fase (4-6 semanas após ) é marcada pelo aparecimento de lesões da cápsula da córnea, e as sequelas da laminite surgem nesta fase (Borges&Silva, 2007). A laminite está ligada comumente à acidose ruminal. Entretanto, outros fatores relevantes incluem genética, manejo deficiente da parturiente, nível de conforto das instalações (tempo em pé), nível de conhecimento dos proprietários, entre outros (Mülling et al., 2006; Nocek, 1997).

As doenças infecciosas do dígito bovino apresentam importância econômica uma vez que afetam o desempenho produtivo e reprodutivo, aumentam o descarte e custos com tratamentos. A mais importante é a dermatite digital, secundariamente há a necrobacilose interdigital, doença de caráter esporádico. A dermatite digital tem etiopatogenia multifatorial que inclui a interação de populações microbianas com o animal e fatores ambientais tais como acúmulo de fezes e urina, lama, umidade, falta de conforto e superlotações. A dermatite digital recebe destaque devido à distribuição universal, alta prevalência e alta disseminação. (Cruz et al., 2001) relataram que 30% dos rebanhos leiteiros do Rio Grande do Sul apresentavam dermatite digital (DD). Esta doença é considerada quase exclusiva do sistema de intensivo de produção de leite, é rapidamente disseminada em vacas adultas, porém a claudicação é mais comum em vacas de primeira e segunda lactação. Causam lesões ulceradas, papilomatosas e dolorosas propensas ao sangramento (Cruz&Driemeier, 2007).

A dermatite interdigital é considerada uma forma leve de dermatite, com sinais clínicos leves e ocorre na maioria em bovinos leiteiros confinados com ambientes úmidos com acúmulo de lama. A necrobacilose interdigital é uma enfermidade conhecida como flegmão interdigital, pododermatite interdigital e foot rot, frequentemente ocorre em um único membro, com maior frequência nos posteriores. Os fatores predisponentes relacionam-se com traumas no tecido interdigital (Cruz&Driemeier, 2007).

Os bovinos estão sujeitos também a doenças digitais cujo agente etiológico é incerto ou secundário. São exemplos dessas doenças hiperplasia interdital, erosão de talão, e fissuras vertical e horizontal da muralha. A presença da dermatite digital usualmente causa claudicação discreta, sobretudo na fase inicial, porém ao longo do tempo aparecem as complicações que resultam em claudicação. A pododermatite séptica (PS) é geralmente

secundária às sequelas da laminite ou lesões traumáticas da sola. A PS causa muita dor nos animais, relacionando-se com a gravidade da lesão, em muitos casos só existe um pequeno ponto na sola, porém sob a sola pode haver grande necrose.

### 2.3. Casqueamento

Em condições normais de sanidade, sabe-se que os cascos de bovinos crescem 5 mm em média por mês. Alguns fatores nutricionais e ambientais podem levar a um crescimento irregular e exagerado de algumas porções do casco, levando a uma distribuição irregular de peso dentro de cada dígito e entre dígitos de um membro, acarretando lesões como úlcera de sola ou lesões de linha branca. Assim a inspeção e correção rotineira dos cascos que devem ser feita duas vezes ao ano preferencialmente na secagem das vacas e no início da lactação são alternativas viáveis para prevenir determinadas lesões digitais além de melhorar a conformação e a função dos dígitos (Nicoletti, 2004; Shearer&Van amstel, 2001).

O casqueamento funcional tem como objetivo restaurar a forma e proporções dos dígitos de maneira a distribuir uniformemente a superfície de contato com o solo e corrigir a posição dos membros (Nicoletti, 2004). Os objetivos específicos do casqueamento funcional são a restauração da distribuição adequada de peso em cada dígito, retirada de tecido córneo excessivo e identificação e correção de lesões digitais.

No momento da avaliação do casqueamento de rotina podem ser encontradas algumas lesões decorrentes de sequelas da laminite tais como úlcera e doença da linha branca. Nestes casos, deve-se fazer o casqueamento corretivo que visa a restauração do dígito por meio da redução do apoio no solo das áreas lesionadas ou do dígito inteiro transferindo maior apoio para o dígito epilateral, para promover repouso, realiza-se também remoção de tecido necrosado e focos de infecção (Shearer&Van amstel, 2001). A prática do casqueamento preventivo é recomendada pelo menos uma vez ao ano. No caso de vacas de alta produção leiteira, recomenda-se que se faça durante a lactação e período seco, ou ainda conforme a necessidade de cada animal (Shearer&Van amstel, 2001). Porém, muitas vezes, as intervenções terapêuticas são destinadas apenas para casos severos. Alguns estudos já mostram os efeitos benéficos do casqueamento em animais com claudicação severa (Dyer et al.,2007; Thorup et al.,2014).Chapinal et al.,2010) afirmam que, embora logo após o casqueamento, o escore de locomoção possa ser agravado, o casqueamento regular pode reduzir os escores de locomoção a longo e curto prazo. Dessa forma o casqueamento pode ser considerado uma ferramenta para amenizar a dor causada por uma lesão tecidual, mesmo que não seja à curto prazo.

### 2.4. Mensuração da dor

Pesquisas sobre a mensuração da dor em animais tem se embasado em três aspectos, primeiramente avaliando o comportamento geral, atentando para atividades de consumo de alimentos e água e ainda o ganho de peso. Também são avaliadas as respostas fisiológicas, como por exemplo, a concentração de cortisol plasmático e ainda a observação de um

comportamento diferenciado como a vocalização. Ressalta-se que medidas relacionadas com a produtividade, por exemplo, a perda de peso, baixa produção de leite, diminuição da ingestão de alimentos devem ser interpretadas como consequências de algo que já aconteceu com os animais, que os fizeram responder dessa forma, assim deve-se retomar ao passado para entender o que está acontecendo de fato no presente (Weary et al., 2006).

Alguns autores consideraram relevante o estudo de mensuração do limiar nociceptivo, através da medição da hiperalgesia que consiste em reações exageradas a estímulos nocivos, indicando a presença de dor (Whay et al., 1998). Recentemente Tadich et al., (2013) estudaram a associação entre limiar nociceptivo mecânico, constituintes sanguíneos, escore de locomoção e medidas fisiológicas em gado de leite.

Em resposta ao processo patológico com dor oriunda de inflamação ocorre uma resposta sistêmica denominada de fase aguda acompanhada geralmente de febre, produção de vários hormônios e proteínas de fase aguda. Nesse contexto, a haptoglobina é considerada sensível para detectar situações inflamatórias e dolorosas para gado de leite; e é considerada um marcador sensível para todos os níveis de claudicação, havendo correlação negativa entre a pressão nociceptiva média e haptoglobina, indicando correlação positiva entre haptoglobina e alodinia. Tadich et al.,(2013), concluíram que há um aumento da hiperalgesia, a qual foi demonstrada a partir do limiar nociceptivo mecânico. Outros autores encontraram resultados semelhantes (Kujala et al., 2010). O aumento de outras proteínas como a creatina-quinase em vacas com laminite crônica foi encontrado por Belge et al., (2004) . Dyer et al., (2007) avaliaram problemas podais em vacas leiteiras e observaram maior frequência de lesões na unha lateral quando comparada a unha medial. A medição da dor levando em consideração a movimentação dos membros, posicionamento dos animais, simetria torna o estudo mais preciso. Tadich et al (2013); Whay et al (1997) encontraram que a medida que há o aumento nos escores de locomoção, ocorre uma diminuição do limiar nociceptivo, ou seja os animais respondem de forma significativa ao estímulo, caracterizando a hiperalgesia, que é o aumento da resposta a dor, devido ao aumento da sensibilidade.

## 2.5. Utilização dos escores de locomoção

Outra maneira de observar a dor em animais consiste em classificar os animais conforme sua postura ao caminhar e em estação. As patologias de afecções podais resultarem em dor e desconforto capazes de alterar o comportamento e a postura animal conforme o grau de severidade. Baseado neste princípio, Flower&Weary (2006) definiram os escores de locomoção, classificando vacas de 1 a 5, sendo escore 1 vacas sadias e escores 5 animais severamente afetados. Para isso fez-se um ensaio durante quatro semanas no qual foi feita uma filmagem das vacas caminhando ao longo de 40 metros sobre piso de concreto. Neste ensaio foi considerado o comportamento de vacas com escore 1 com um movimento suave e contínuo em que a marcha foi simétrica, a cabeça esteve firme durante a marcha e todos os membros equilibravam o peso dos animais de forma igual; já nas vacas de escore 2,

observou-se o comportamento de locomoção imperfeita, porém não sendo capaz de alterar o movimento contínuo em que notou-se a cabeça firme durante a marcha, atraso das patas traseiras durante a marcha, causando leve assimetria da marcha, no entanto o peso continua sendo distribuído igualmente entre os membros. Vacas com escore 3 apresentaram a capacidade de locomoção, porém o movimento contínuo e suave é comprometido, observou-se alteração na movimentação da cabeça durante a marcha, rigidez dos membros e marcha assimétrica. Vacas com escore 4 demonstraram a capacidade do movimento livre drasticamente afetado, observando-se arqueamento do dorso, passos duros e hesitantes, marcha assimétrica e relutância em suportar o peso de pelo menos um dos membros. Vacas de escore 5 apresentaram movimentação restrita, severo arqueamento, os animais devem ser encorajados a movimentar-se notando passos curtos e rígidos, falta de reflexão da articulação, marcha assimétrica e incapacidade de suportar o peso em um ou mais membros. Flower&Weary (2006) concluíram que vacas com sola de úlcera poderiam ser facilmente identificadas através dos escores de locomoção, com as características principais de passos mais curtos e relutância em suportar o peso.

## 2.6. Prevenção da dor

Animais de produção são frequentemente manejados em rotinas que causam possível dor ou desconforto como, por exemplo, castração, descorna, casos de distorcia, entre outros. Comumente é observado o não uso de anestesia e analgésicos nos animais; este fato é decorrente de muitos produtores e técnicos acreditarem não haver necessidade, já que a manifestação dos sintomas de dor em muitos casos é difícil de ser percebida. Além disso, o período de descarte do leite seria outro entrave, bem como os custos de medicamentos também seriam outros pontos consideráveis (Hudson et al., 2008).

Alguns trabalhos estudaram o benefício da utilização de analgésicos em animais. Faulkner & Weary, 2000 O'Callaghan-Lowe et al., 2004, citados por (Hudson et al., 2008), concluíram ter havido uma melhora da produção nesses animais quanto às taxas de crescimento e produção de leite, embora o aumento da produtividade não cubra totalmente os gastos com o tratamento em muitos casos.

O ponto crucial para prevenir a dor dos animais é identificar os manejos mais dolorosos e as fases iniciais de processos inflamatórios. Em seguida, a utilização de medicamentos analgésicos de maneira antecipada, de forma a impedir que os animais entrem no processo da "SOPA inflamatória" e consequentemente sensibilização central (Wind up), assim estará se prevenindo a hiperalgesia e alodinia (Hudson et al., 2008).

Os problemas de locomoção oriundos de doenças digitais são uma causa comum da dor e desconforto dos animais, em que muitas vezes o tratamento é feito apenas para casos severos de claudicação, negligenciando tratamentos de animais com escores 2 e 3, pelo simples fato de não serem facilmente perceptíveis. Diante desta realidade tem se buscado ferramentas que possam antecipar o reconhecimento precoce dos animais doentes. Dessa forma, a termografia vem sido utilizada como uma maneira de facilitar o

diagnóstico de algumas doenças. É considerado um método não invasivo, por requerer um manejo mínimo com os animais, no entanto são necessários maiores estudos para a validação dos locais de retirada das fotos, bem como as análises a serem utilizadas.

Os estudos já realizados divergem quanto ao local de retirada das fotos. Nikkhah et al (2005), ALSaaod&Büscher (2012); Alsaad et al (2014) utilizaram a diferença de temperatura entre as regiões da borda coronária (BC) e a superfície da pele (S) acima da borda coronária. Stokes et al (2012) realizaram o estudo através da temperatura máxima da região plantar do casco. Oikonomou et al (2014) realizaram o estudo através da medida de temperatura máxima da região da sola dos cascos.

Existem várias razões que justificam medir a temperatura na borda coronária, pois é uma área bem vascularizada que reflete a circulação sanguínea das patas. Assim, qualquer inflamação causada por DD pode ser identificada pela elevação da temperatura na borda coronária e superfície da pele, e isto pode ser feito sem contato físico dos animais, minimizando o stress durante o exame. Outro fator que ajuda é o fato de nessas superfícies os pelos são escassos, o que facilita o uso da termografia, uma vez que a presença de pelos isola a emissão da radiação de infravermelhos até certo ponto (Nikkhah et al., 2005).

Nikkhah et al. (2005) examinaram cascos de dezesseis vacas da raça Holandesa em lactação, observaram que os dígitos laterais são os mais afetados nos membros posteriores, e os dígitos mediais são os mais afetados nos membros anteriores. As temperaturas da borda coronária e a diferença de temperatura foram superiores em vacas no início de lactação. Assim é possível que a temperatura da pele verificada pela termografia possa ser uma maneira de detectar a inflamação associada ao início da laminite. Os resultados do estudo mostraram que patas com dermatites digitais apresentaram maiores e significantes temperaturas de borda coronária e de pele do que patas saudáveis. Essas medidas tem sido usadas em vários estudos anteriores e Why et al. (2004), e Stokes et al. (2012) relataram que a temperatura máxima medida por TRI é mais confiável do que a média ou mínima. Por fim os resultados mostraram que a termografia é uma promissora ferramenta de diagnóstico de DD em vacas leiteiras através da medição da diferença de temperatura entre borda coronária max e superfície da pele max nas patas traseiras e dianteiras. A utilização pode ajudar os produtores para selecionar e tratar os bovinos afetados mais rapidamente em um estágio inicial da doença. Resultados semelhantes foram encontrados por Stokes et al. (2012); Alsaad&Buscher (2012); Alsaad et al. (2014); Oikonomou et al. (2014).

## 2.7. Qualidade do leite

O leite é uma combinação de várias substâncias na água e pode ser caracterizado por conter uma suspensão coloidal de micelas de caseína ligadas a cálcio e fósforo; uma emulsão de glóbulos de gordura e vitaminas lipossolúveis e uma solução de lactose, proteínas solúveis em água, sais minerais e vitaminas hidrossolúveis. Devido à demanda crescente por consumidores e laticínios de leite de qualidade, houve a necessidade de implantação de medidas que visam o aumento da qualidade da matéria prima.

De uma maneira geral pode se dizer que o leite de qualidade deve ser livre de agentes patogênicos e contaminantes (antibióticos e pesticidas), ter baixa contaminação bacteriana, sabor agradável, adequada composição e baixa contagem de células somáticas e bacteriana total, além de poder resistir ao tratamento térmico (Santos&Fonseca, 2007a; Santos, 2004).

O teste do álcool é utilizado como uma maneira prática e simples de se avaliar a estabilidade da caseína do leite ao tratamento térmico, e consiste na mistura de partes iguais de leite e solução alcoólica de diversas concentrações, quanto maior a graduação alcoólica maior a chance de ocorrer a desestabilização das micelas e ocorre formação de coágulos de proteína, em virtude da elevada acidez ou desequilíbrio salino (Zanela&Fischer, 2011; Zanela et al., 2004). Fischer et al. (2011) ao estudarem a relação entre alimentação e a estabilidade do leite sugeriram que a menor estabilidade frente ao estresse calórico e ao estresse pela restrição alimentar poderiam ser explicados pelo aumento da permeabilidade das junções firmes, com aumento da força iônica e instabilidade das caseínas. Stumpf et al. (2011) encontrou a relação de que a restrição alimentar aumentou a incidência de LINA, possivelmente pela maior permeabilidade das junções firmes. Vizzotto et al. (2013) encontraram relação negativa entre problemas severos de locomoção e a estabilidade do leite. Apesar dos estudos já realizados explicando as possíveis causas da instabilidade do leite, ainda há a necessidade de maiores esclarecimentos sobre a ocorrência do LINA.

### 3. Hipótese

Vacas, severamente, claudicantes apresentam elevado escore de locomoção devido á maior sensibilidade à dor. Vacas com problemas podais severos podem produzir leite com as características físico-químicas alteradas, resultando em menor estabilidade no teste do álcool. O tratamento das lesões digitais pode melhorar rapidamente a locomoção, atributos fisiológicos e limiar nociceptivo bem como as características físico-químicas do leite.

#### Objetivo Geral

Verificar se vacas severamente claudicantes possuem maior sensibilidade à dor, bem como apresentam alterações nos atributos fisiológicos, limiar nociceptivo e na composição físico-química do leite e se o casqueamento corretivo pode melhorar esses aspectos no curto prazo.

#### Objetivos Específicos

- Verificar quais os atributos dos animais que influenciam o escore de locomoção;
- Verificar se existe relação entre o escore de locomoção e atributos fisiológicos, limiar nociceptivo e termografia das regiões lesionadas;
- Verificar se existe relação entre o escore de locomoção e as características físico-químicas do leite;
- Verificar a eficiência do casqueamento em melhorar o escore de claudicação dos animais, limiar nociceptivo, atributos fisiológicos dos animais, termografia das regiões lesionadas e características físico-químicas do leite no curto prazo.

**CAPÍTULO II**  
**AVALIAÇÃO DA DOR EM VACAS CLAUDICANTES E A SUA RELAÇÃO**  
**COM OS PARÂMETROS FISIOLÓGICOS, TERMOGRAFIA E LIMIAR**  
**NOCICEPTIVO<sup>3</sup>**

---

<sup>3</sup> Artigo a ser enviado ao Journal Animal (Cambridge, online)



## **Avaliação da dor em vacas claudicantes e a sua relação com os parâmetros fisiológicos, termografia e limiar nociceptivo**

### **Resumo**

As afecções podais podem alterar negativamente o comportamento, bem estar e produtividade, mas resta explorar mais seus efeitos sobre os atributos fisiológicos e o limiar da dor. Esse estudo teve por objetivo verificar os efeitos provocados pelo desconforto de vacas com problemas podais severos no escore de locomoção, atributos fisiológicos, limiar da dor e variáveis termográficas, além de avaliar a melhoria nessas variáveis após o tratamento. Foram utilizadas 34 vacas lactantes claudicantes, as quais foram classificadas quanto à locomoção antes e depois do tratamento, quando foram diagnosticadas as lesões, avaliados o limiar nociceptivo, realizadas as medidas fisiológicas e imagens termográficas nos membros. O delineamento experimental utilizado foi o completamente casualizado com medidas repetidas no tempo, onde cada vaca foi considerada uma unidade experimental. Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando o procedimento Mixed do programa estatístico SAS versão 9.0. Vacas claudicantes apresentaram maior sensibilidade à dor. O tratamento reduziu o escore de locomoção e aumentou limiar nociceptivo. A temperatura corporal aumentou linearmente conforme o escore de locomoção. Houve tendência no incremento de frequência respiratória conforme o aumento do escore de locomoção. Houve pequena associação entre os valores termográficos e os escores de locomoção. Após o tratamento houve uma redução nos escores de locomoção e um aumento do limiar nociceptivo.

Palavras chaves: algômetro, vacas leiteiras, lesões de casco, escore de locomoção, composição do leite, temperatura

## **Assessment of pain in lame cows and the relation with nociceptive threshold, physiological parameters and thermography**

### **Abstract**

Lameness can negatively affect behavior, well-being and productivity, but it remains to explore its effect on the nociceptive threshold and physiological attributes. This study aimed to verify the effects caused by the discomfort of severely lame cows on locomotion score, physiological attributes, pain threshold and thermographic variables, assess improvement in these variables after corrective trimming. Thirty-four severely lame lactating cows were classified according to locomotion score before and 1 week after trimming. In several days, injuries were diagnosed, nociceptive threshold and physiological measurements were done, besides thermographic images of the hoofs with and without injury. The experimental design was a completely randomized design with repeated measurements over time, and each cow was considered an experimental unit. Data were subjected to analysis of variance using the mixed procedure of SAS statistical software version 9.0. Severely lame cows showed higher sensitivity to pain. Trimming reduced locomotion score and increased nociceptive threshold. The Body temperature increased linearly as the locomotion score. There was a tendency in the increase of respiratory rate as the increase in locomotion score. . There was little association between thermographic values and locomotion scores. After treatment there was a reduction in locomotor scores and increased nociceptive threshold.

Keywords: algometer, dairy cows, hoof lesions, locomotion score, milk composition, temperature

### **Implicações**

A dor prejudica o bem estar dos animais de produção e é associada à redução das atividades diárias dos animais e de sua produtividade. Afecções podais são causas comuns da dor e desconforto em vacas leiteiras, fazendo

com que os animais muitas vezes mudem sua marcha ou postura a fim de amenizar possível contato doloroso com a superfície do solo ou piso. Afecções podais são frequentemente observadas em rebanhos leiteiros, associadas às dietas com elevada proporção de concentrados, ambientes com muita lama e umidade, permanência em piso de concreto duro, sem cama e com rugedões, falta de conforto das instalações que acarretam em dor e desconforto. O tratamento curativo dos cascos, a correção de aprumos para ajustar a forma e a distribuição do peso, além de curativos nas lesões podem melhorar o escore de locomoção. No entanto, os seus efeitos nos atributos fisiológicos e limiar nociceptivo é bem menos documentado.

## **Introdução**

A dor em animais de produção tem sido objeto de muitos estudos (Flower&Weary., 2006<sup>a</sup>; Dyer et al., 2007; Stubsjøen et al., 2009; Tadich et al., 2010; Tadich et al., 2013), uma vez que a dor afeta o bem estar animal, reduz o consumo de alimentos e a produção de leite, além de alterar o comportamento natural (Ito et al., 2010; O'callaghan et al., 2003), apesar dos ruminantes usualmente demonstrarem pouco a dor como um mecanismo de defesa, afastando assim a aproximação de predadores (Fierheller, 2009). Os problemas podais são as causas mais prevalentes de dor em bovinos leiteiros, mundialmente. Essas doenças determinam a mudança da postura durante a marcha, bem como a diminuição da produção de leite, do consumo de alimentos e da fertilidade (Green et al., 2002).

A prática do casqueamento visa o reestabelecimento da saúde dos dígitos de bovinos. Quando adequadamente executada, essa prática pode contribuir para a melhora da condição de dor dos animais em curto prazo. Esse estudo teve por objetivo verificar os efeitos provocados pelo desconforto de vacas com problemas podais severos no escore de locomoção, atributos fisiológicos, limiar nociceptivo, variáveis termográficas além de avaliar a melhora nessas variáveis após o tratamento curativo.

## **Material e Métodos**

Este trabalho foi aprovado pela Comissão de Ética no uso de Animais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, número 25875 e faz parte do projeto "Avaliação da dor em vacas claudicantes e a sua relação com o comportamento, produção leiteira e suas características físico-químicas".

### *Local e Duração do Experimento*

O experimento foi realizado em uma propriedade leiteira localizada no município de Eldorado do sul-RS, com latitude 30°04'22.35'S e longitude 51°35'47.85'O, 48 metros acima do nível do mar. O clima é o temperado úmido com verão quente, Cfa (Köppen, 1931). O período do trabalho compreendeu janeiro a maio de 2014.

### *Animais*

Utilizaram-se 34 vacas lactantes das quais, 28 eram da raça Holandesa e 6 da raça Jersey com idade média de quatro  $\pm$  cinco anos, peso médio de 614  $\pm$  187 kg, média de dias em lactação 176  $\pm$  429 dias e número médio partos dois  $\pm$  cinco partos. As vacas foram ordenhadas duas vezes ao dia, às 5:00 e 15:00 h (GMT -3:00) em uma sala de ordenha do tipo espinha de peixe duplo com 8 conjuntos. Estes animais recebiam uma dieta composta por 9 kg de ração, 25 kg de silagem, 1,5 kg de feno, 2 kg de casca de soja e sal mineral, duas vezes ao dia e ficavam em um piquete gramado com 1,6 hectares, com pastagem *Cynodon* spp com acesso livre à água e ao sombreamento natural, em média 8 m<sup>2</sup> por animal.

Semanalmente, as vacas do rebanho geral da fazenda foram avaliadas quanto ao seu escore de locomoção (Flower&Weary, 2006a) no dia -1, na entrada na sala de ordenha sobre piso de concreto. Foram selecionados aquelas com escore de locomoção 4 ou 5, as quais foram avaliadas em 2 dias: 0 e 7 após o diagnóstico da lesão e realização do tratamento. A seguir são descritas as atividades realizadas em cada um dos dias.

## Dia -1

Durante a ordenha da tarde, os animais eram classificados na sala de espera quanto ao escore de locomoção adaptado de Flower&Weary (2006a). Considerou-se que vacas com escore 1 caminhavam suave e continuamente, com distribuição equilibrada do peso sobre os membros e a cabeça esteve firme durante a marcha; vacas de escore 2 apresentavam ligeira alteração na locomoção, mas ainda com movimento contínuo, distribuição de peso igual nos membros e cabeça firme durante a marcha; vacas com escore 3 apresentavam movimento contínuo e suave comprometido, ligeira desigualdade na distribuição do peso e alteração na movimentação da cabeça durante a marcha; vacas com escore 4 apresentavam movimento livre afetado, observando-se arqueamento do dorso, passos duros e hesitantes, relutância em suportar o peso de pelo menos um dos membros e alta movimentação da cabeça durante a marcha; vacas de escore 5 apresentavam movimentação restrita, severo arqueamento, passos curtos e rígidos, incapacidade de suportar o peso em um ou mais membros. Animais com escore 4 e 5 eram selecionados e identificados com fitas no pescoço e marcados numericamente com tinta spray.

## Dia 0

Os animais foram submetidos à mensuração de atributos fisiológicos como temperatura retal, frequências cardíaca e respiratória, além de avaliação do escore de condição corporal. Essas medidas foram realizadas com os animais presos em canzís, logo após a ordenha da manhã, entre 8:00 e 10:00 h. Posteriormente, esses animais foram colocados em tronco de contenção do tipo tombador hidráulico para limpeza e exame dos dígitos e subsequente diagnóstico de lesões podais. Após, foram feitas imagens termográficas com câmera infravermelha e termográfica FLIR T300, determinando-se as temperaturas máxima e média da região afetada e do membro episilateral, como controle. Posteriormente, essas imagens foram analisadas pelo software

FLIR QuickReport v.1.2. Imediatamente após a tomada de imagens termográficas, foram feitos os testes para estimar o limiar nociceptivo utilizando um algômetro EMG System do Brasil EMG 8000C/EMG 400C através medidas de compressão máxima de 18 kgf com duração de no máximo 15 segundos nas regiões lesionadas para verificar hiperalgesia primária e regiões que circundam a lesão para verificar a hiperalgesia secundária até se obter uma resposta ao estímulo doloroso, como a tentativa de retirada do membro, vocalização ou agitação. Foram gerados gráficos com os valores de compressão, os quais foram analisados pelo software Windaq\_2007n. Por último, foram realizados os procedimentos terapêuticos específicos para cada enfermidade, sendo que para as dermatites digitais primeiro foi feito a lavagem, secagem, escarificação e, em seguida, se aplicou a bandagem com terramicina e formaldeído. Em casos de úlceras de sola foi realizada a retirada sola ulcerada até o cório, e posteriormente foi feita aplicação de bandagem e aplicação de taco no casco oposto em casos mais severos como úlceras abertas e casos crônicos com objetivo de reduzir o contato entre região afetada e o solo evitando o atrito. Basicamente o casqueamento curativo para reparar danos do casco era feito com remoção de tecidos afetados, em muitos casos já necrosados, bem como o corte do comprimento das unhas para melhor distribuição do peso. Nos casos de laminite sem sequelas aparentes foi realizada somente aplicação de anti-inflamatórios.

#### Dia 7

Foram avaliados os atributos fisiológicos, imagens termográficas, teste de resposta ao estímulo doloroso, inspeção dos dígitos para avaliação da resposta ao casqueamento feito na semana anterior, e, quando necessário, alguns animais foram tratados novamente.

#### *Delineamento experimental e análise estatística*

O delineamento experimental utilizado foi o completamente casualizado com medidas repetidas no tempo, onde cada vaca foi considerada uma unidade experimental. Os dados foram submetidos à análise de variância,

utilizando o procedimento Mixed do programa estatístico SAS versão 9.0. Na avaliação dos fatores que afetaram o escore de locomoção e demais atributos, primeiro foram realizadas análises de regressão linear múltipla, opção stepwise para a seleção das variáveis a serem incluídas como modelo da análise de variância. Dessa forma, foram considerados os efeitos de: dia de mensuração, raça, tipo de lesão (D= dermatites digitais e interdigitais; L= laminites e suas sequelas), número de membros afetados, número de casqueamentos anteriores para a avaliação dos escores de locomoção. Na avaliação dos atributos termográficos foram considerados: dia, raça, tipo de lesão, escore de locomoção (n=2: maior que 3 ou inferior a 3), número de casqueamentos anteriores. Na avaliação dos atributos fisiológicos foram considerados: dia, raça, tipo de lesão escore de locomoção (n=2: maior que 3 ou inferior a 3), número de casqueamentos anteriores e THI máximo. O número de casqueamentos anteriores, THI máximo e membro entraram no modelo como covariáveis. A eficiência do casqueamento foi avaliada considerando-se a melhora dos escores de locomoção entre o os dias -1 e 8.

## **Resultados**

### *Análise descritiva*

Cerca de 20% do rebanho em lactação apresentou claudicação a qual esteve associada com dermatites (70%), laminites e suas sequelas (30%); a maioria dos animais possuía idade superior a 3 anos (56,14%). A maior parte das vacas estudadas era primípara (68,4%) e 31,5% tinham mais de um parto. Com relação ao estágio lactacional, observou-se que a maioria das vacas com dermatites se encontravam no segundo ou terceiro terço da lactação. Em contrapartida, a maior parte das vacas que adoeceram de laminites e suas sequelas se encontravam no primeiro terço da lactação. Dos animais estudados, 42 % já haviam sido tratados de alguma doença do casco antes do início do experimento, destes 38% tinham históricos de dermatites. A maioria dos animais adoeceu dos membros posteriores. A ocorrência de dermatite foi

predominante nos membros posteriores, ao passo que laminites e suas sequelas tiveram apenas um caso em membros anteriores.

### *Limiar Nociceptivo*

Os valores de limiar nociceptivo medidos antes do casqueamento foram menores do que no dia 7, após o casqueamento ( $P < 0,01$ ) (Tabela 1). O tipo de lesão influenciou o limiar nociceptivo ( $P < 0,0001$ ). Os animais acometidos de dermatites apresentaram menor limiar nociceptivo que aqueles acometidos por laminites e suas sequelas (Tabela 2).

Tabela 1. Valores médios do escore de locomoção (EL) e do limiar de dor (LD) medidos na região lesionada (LDL) e no membro episilateral (LDC) na véspera do casqueamento corretivo e 7 dias após (Teste t-pareado).

Atributos	Diferenças dos valores	P>t pareado
EL0 -EL7	6.81	<,0001
LDL0 - LDC0	-3,04	0,0059
LDL7 - LDC7	0,25	0,8025
LDL0 - LDL7	-3,36	0,0018

Tabela 2. Valores médios do limiar nociceptivo de vacas lactantes acometidas por lesões distintas, antes e após o casqueamento corretivo e conforme o escore de locomoção

Atributo	Lesão		P>F	Dia de avaliação		P>F	LxD	EL		P>F
	D	L e S		0	7			<4	≥4	
Limiar de dor	6,81a	9,49b	0,0021	6,99a	9,31b	0,0069	NS	8,33a	7,11a	0,1583

\*D = Dermatites; \* L e S = \*Laminites e suas sequelas; \*LxD = Lesão x Dor; \*EL =Escore de locomoção



### *Escore de locomoção*

O casqueamento reduziu o EL ( $P < 0,0001$ ) de 4,43 para 2,75. Não houve efeito de raça, lesão, número de casqueamentos anteriores ou totais sobre o EL (Tabela 1 e 2). O escore de locomoção foi influenciado por dia de avaliação, número de dias em lactação e idade das vacas. Essas variáveis explicaram 52,58% da variação dos resultados do EL, sendo o dia de avaliação (antes ou depois do tratamento) aquela que mais influenciou nos resultados (Tabela 3).

Tabela 3. Valores do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) obtidos na regressão linear múltipla das variáveis quantitativas associadas aos animais e ambiente sobre o EL

<b>Variável</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>P&gt;T</b>
Dia de avaliação	44,22	<.0001
Dias em lactação	5,91	0,0211
Idade	2,45	0,1260

### *Atributos fisiológicos*

Vacas com escores de locomoção distintos apresentaram diferenças nos valores de temperatura corporal (TC). Esses valores aumentaram linearmente com o aumento do EL ( $TC = 39,1 + 0,17 X$ ,  $X =$  valores de EL,  $P < 0,05$ ,  $R^2 = 0,11$ ), e houve uma tendência para o incremento da frequência respiratória à medida que o EL se elevou ( $FR = 52,5 + 2,71 X$ ,  $X =$  valores de EL,  $P < 0,10$ ,  $R^2 = 0,05$ ).

Apenas a temperatura corporal foi influenciada pelo tipo de lesão ( $P < 0,05$ ). Vacas com laminites e suas sequelas mostraram maiores valores de temperatura retal que aquelas acometidas por dermatites. A frequência respiratória foi influenciada pelo número de casqueamentos anteriores e THI

máximo, a FC foi influenciada apenas por THI máximo e a temperatura retal foi influenciada pela pelo número de casqueamentos anteriores (Tabela 4).

### *Termografia*

Em relação às temperaturas termográficas, a temperatura do olho foi influenciada pelo tipo de lesão ( $P<0,05$ ), pois vacas com laminites e suas sequelas apresentaram os maiores valores. A temperatura medida no olho foi superior nas vacas da raça holandês comparadas com as vacas Jersey. A temperatura de úbere foi influenciada pelo tipo de lesão ( $P<0,05$ ) e EL ( $P<0,05$ ), pois vacas acometidas de laminites e suas sequelas tiveram maiores valores de temperatura do úbere em relação àquelas com dermatites. A temperatura do úbere também foi influenciada por escore de locomoção e THI máximo, sendo os animais mais gravemente afetados aqueles que apresentaram maiores temperaturas de úbere (Tabela 4). No entanto houve pequena associação entre os valores termográficos e os escores de locomoção. A regressão entre as variáveis termográficas como temperatura do olho, temperatura úbere, temperatura média da lesão, temperatura máxima da lesão e os EL revelou que somente a temperatura de úbere explicou a variação dos resultados do EL ( $P<0,10$ ;  $R^2=5\%$ ). A temperatura máxima da lesão foi superior nos animais com elevado escore de locomoção.

Tabela 4. Análise da Variância e valores médios das medidas termográficas e fisiológicas conforme dia de avaliação, raça, lesão, nº de membros, escore de locomoção, nº de casqueamento anteriores, THI máximo e membro

Fontes de variação	Dia		Raça		Lesão		Elt		Nº tratamentos antes		THI max	
	0	7	1	2	D	L	1	2	.	.	.	.
EL	4,43a	2,75b	3,74a	3,44a	3,39a	3,79a	.	.	.	.	.	.
	<b>&lt;.0001</b>		0,4368		0,2179		.		.		.	
TR	39,62a	39,73a	39,77a	39,60a	39,48b	39,89a	39,46b	39,91a				
	0,5415		0,4116		<b>0,0188</b>		<b>0,0371</b>		<b>0,0019</b>		0,2457	
FR	66,29a	65,17a	61,78a	69,69a	63,09a	68,37a	63,64a	67,83a				
	0,8046		0,1035		0,1905		0,376		<b>0,0022</b>		0,0839	
FC	83,87a	82,21a	85,11a	80,97a	81,16a	84,92a	83,27a	82,82a				
	0,6512		0,289		0,2484		0,9069		0,9407		<b>0,0143</b>	
Temp. lesão media	29,31a	29,52a	29,93a	28,90a	29,08a	29,75a	28,89a	29,94a				
	0,7774		0,2292		0,3333		0,2089					
Temp. lesão maxima	32,94a	34,26a	34,27a	32,92a	33,64a	33,56a	32,43b	34,76a				
	0,1		0,1212		0,9099		<b>0,0085</b>		0,1334			
Olho	37,54a	37,89a	38,34a	37,09b	37,08b	38,35a	37,60a	37,82a				
	0,4641		<b>0,0178</b>		<b>0,0053</b>		0,6688		<b>0,0198</b>		0,9616	
Temp. ubere	37,01a	37,62a	37,52a	37,12a	36,82b	37,82a	36,65b	37,99a				
	0,1522		0,366		<b>0,0099</b>		<b>0,0034</b>		0,1401		<b>0,0036</b>	
Nºmembro	1,19a	1,14a	1,00a	1,32a	1,13a	1,19a	1,17a	1,16a				
	0,7862		0,1271		0,7071		0,9554		0,1809		0,2815	

Tabela 1. \*D= dermatites \*F=ferimentos \*O=outras \*Nºmem= número de membros \*Casq ant= número de casqueamentos anteriores

## Discussão

O percentual elevado de vacas claudicantes pode ser explicado por um equívoco de manejo, pois embora o sistema de produção empregado seja o pastoril, as vacas permanecem um tempo considerável de aproximadamente 4 horas em piso de concreto como durante a espera para serem ordenhadas, durante a ordenha e suplementação com concentrado e silagem. Esse resultado está de acordo com Eicher et al (2013), os quais verificaram alta relação entre permanência diária por muitas horas sobre o piso de concreto e pior escore de locomoção já na segunda lactação. Segundo Carvalho&Oikonomou (2013), os pisos de concretos usados inadequadamente tem sido reconhecidos como o maior fator de risco para ocorrência da claudicação. A alta incidência de dermatites encontradas neste estudo pode ser explicada pelo fato dessas doenças serem causadas por agentes infecciosos e altamente transmissíveis presentes em locais úmidos e com excesso de lama e esterco (Cruz&Driemeier, 2007), bem como as condições de higiene do piso em que esses animais eram submetidos.

As condições ambientais de barro e lama em que esses animais eram manejados contribuíram para que o maior número de lesões encontradas tenha sido a dermatite. A ocorrência de laminites e úlceras de sola durante o primeiro terço da lactação é explicada pelo fato de este período coincidir com 1) o período de transição das vacas, em que os animais encontram-se imunossuprimidos 2) nas primeiras semanas de lactação, os animais tem sua capacidade de consumo reduzida e frequentemente se encontram em balanço energético negativo, e geralmente recebem quantidades mais elevadas de concentrado, os predispondo à acidose ruminal e às laminites (Nocek, 1997; Mülling et al., 2006). O maior número de casos de úlceras nos membros posteriores se devem à biomecânica da locomoção, em que as unhas laterais posteriores, durante a caminhada, recebem maior carga e amortecem o impacto (Toussaint Raven, 1985). A incidência de dermatites apenas nos

membros posteriores se deve ao fato do maior contato com acúmulos de esterco e lama.

As hipóteses que 1) vacas claudicantes têm maior sensibilidade à dor e que isso pode ser avaliado pelo escore de locomoção, limiar nociceptivo e termografia das áreas lesionadas e 2) O tratamento dos dígitos afetados pode melhorar rapidamente a locomoção, atributos fisiológicos e limiar nociceptivo foram confirmadas. A redução significativa dos escores de locomoção após o tratamento pode ser atribuído à retirada das partes e tecidos lesionados, com redução do processo inflamatório, o que promoveu um efeito de restauração da saúde dos dígitos, refletido em mudança de postura durante a locomoção. Após o reestabelecimento do membro afetado, este pode ser novamente apoiado durante a marcha, retornando a simetria durante a locomoção. Este fato foi observado por Dyer et al. (2007), os quais observaram que as vacas sentiram menos dor após o tratamento do dígito. Gomez et al. (2015) também observaram que, logo após o tratamento de dermatites digitais, os animais apresentaram significativa melhora. Thorup et al. (2013) observaram que o casqueamento reduziu o escore de locomoção de 4 para 2 no intervalo de 7 dias, o que está de acordo com o resultado deste estudo.

A melhora da integridade dos cascos provavelmente promoveu o aumento do limiar nociceptivo no dia 7, o que contribuiu para a redução na percepção de dor pelos animais, diminuindo a resposta exagerada ao estímulo que neste caso foi considerada uma resposta de melhora ao quadro da enfermidade (Dyer et al., 2007; Thorup et al., 2013).

Aumentos do limiar nociceptivo também foram observados após 7 dias ou 28 dias após o casqueamento por outros autores (Whay et al., 1998; Tadich et al., 2013). A diferença negativa do limiar entre membro lesionado e membro controle no dia 0 (Tabela 1) indicou que os animais no dia do casqueamento suportaram menos pressão do que o membro controle episilateral. Já no dia 7 esta mesma diferença foi positiva, provavelmente devido à melhora da

integridade física da região que antes era afetada, conforme observado por Whay et al (1997) (1998).

O limiar nociceptivo variou conforme o tipo de lesão. Animais portadores de dermatites tiveram menores valores provavelmente porque essas lesões são caracteristicamente muito dolorosas devido aos severos processos inflamatórios envolvidos. As dermatites foram caracterizadas por lesões papilomatosas, sangrentas e doloridas (Cruz et al. 2004). No entanto, Whay et al. (1998) não encontraram diferenças do limiar nociceptivo ao estudarem as úlceras de sola, doença da linha branca e infecções agudas do tecido digital.

Embora a atribuição de escore de locomoção seja subjetiva, e ainda persistam dúvidas quanto à associação entre claudicação e dor (Dyer et al., 2007; Shearer et al., 2013; Tadich et al., 2013), o presente trabalho evidenciou a existência de associação entre escores elevados e desconforto ou dor, uma vez que vacas com EL menor que 4 apresentaram maior limiar nociceptivo. Esse resultado foi semelhante aos encontrados por Tadich et al (2013) e Whay et al. (1997), em que à medida que o escore de locomoção aumentou, o limiar nociceptivo se reduziu significativamente, indicando sensibilização ao estímulo. Whay et al. (1997) consideram que a alteração do limiar nociceptivo é uma característica da dor crônica, o que condiz com os resultados encontrados neste estudo, uma vez que muitos animais já eram pacientes recorrentes em claudicação.

A relação entre os atributos fisiológicos e EL foi evidenciada pelos aumentos lineares observados da temperatura corporal e frequência respiratória. Esse resultado era esperado em função dos processos inflamatórios provocados pelas lesões (Feitosa, 2008; Gonçalves&Feitosa, 2008). O fato do coeficiente de determinação ser baixo provavelmente se deve ao estágio distinto do processo inflamatório e do curso das doenças, o qual foi variável entre os animais, visto que a detecção visual de problemas

locomotores não permite o diagnóstico precoce e vários animais eram recidivantes (Flower&Weary, 2006b; Tadich et al., 2010; Gomez et al., 2015).

A maioria dos estudos de doenças digitais (Cruz et al.,2001; Gomez et al.,2015) enfatiza os achados patológicos, fatores predisponentes e controle e não incluem alterações fisiológicas nas doenças podais. Tadich et al (2013) concluíram que medidas fisiológicas não foram precisas para determinar a dor dos animais claudicantes, já que em seu estudo apenas vacas com escore severos apresentaram alterações fisiológicas. Os mesmos autores sugeriram que o limiar nociceptivo e a determinação de haptoglobina foram medidas mais sensíveis para avaliar a dor da claudicação

As variáveis termográficas como a temperatura máxima na lesão e temperatura do úbere apresentaram maiores valores nos animais com maior escore de locomoção e também foram reduzidas após o casqueamento corretivo, concomitante com a redução do escore de locomoção. A relação encontrada entre temperatura máxima da lesão e escore de locomoção pode ser explicada pelo grau de inflamação presente em determinadas fases das diversas doenças estudadas. Recentemente o uso da termografia vem sendo empregado como uma forma de reconhecer precocemente animais em estágios iniciais de doenças como a laminite e dermatite digital (Nikkhah et al., 2005; Alsaad&Büscher, 2012; Alsaad et al., 2014) através do aumento de temperatura que é perceptível na fase inicial das doenças, assim como nos animais em estado severo de claudicação, vistos neste trabalho.

## **Conclusões**

O uso dos escores de locomoção é uma ferramenta simples e útil no reconhecimento dos animais com afecções podais, podendo ser usada pelos funcionários na rotina das propriedades no momento da entrada na sala de ordenha. Vacas com problemas podais severos possuem elevado escore de locomoção. A temperatura corporal e a frequência respiratória podem estar

elevadas em vacas com escores de locomoção elevado. O limiar nociceptivo foi menor em vacas com claudicação severa. Após o tratamento houve uma redução nos escores de locomoção e um aumento do limiar nociceptivo.

### **Agradecimentos**

Ao grupo NUPLAC, aos proprietários e funcionários da fazenda Granja VB, ao médico veterinário André Dalto, ao Programa de pós-graduação em Zootecnia- UFRGS e a instituição de pesquisa CAPES pela concessão da bolsa de estudo.

### **Referências**

ALSAAOD, M. et al. A field trial of infrared thermography as a non-invasive diagnostic tool for early detection of digital dermatitis in dairy cows. **Veterinary Journal**, London, v. 199, n. 2, p. 281–285, 2014.

ALSAAOD, M.; BÜSCHER, W. Detection of hoof lesions using digital infrared thermography in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 95, n. 2, p. 735–742, 2012.

CARVALHO, R.; OIKONOMOU, G. Control and prevention of lameness associated with claw lesions in dairy cows \$. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 156, n. 1-3, p. 96–105, 2013.

CRUZ, C. E.; DRIEMEIER, D. Doenças infecciosas do dígito bovino. In: RIET-CORREA, F. et al. (Ed.). **Doenças de ruminantes e equídeos**. 3. ed. Santa Maria: Livraria Varela, 2001. p. 694. v. 2.

DYER, R. M. et al. Objective determination of claw pain and its relationship to limb locomotion score in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, n. 10, p. 4592–4602, 2007.

EICHER, S. D. et al. Effects of rubber flooring during the first 2 lactations on production, locomotion, hoof health, immune functions, and stress. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 96, n. 6, p. 3639–51, 2013.

FEITOSA, F. L. Exame físico geral ou de rotina. In: FEITOSA, F. L. (Ed.). **Semiologia Veterinária: A arte do diagnóstico**. 2. ed. São Paulo: Roca, 2008. p. 735.



FIERHELLER, E. Reducing pain during painful procedures. **WCDS Advances in Dairy Technology**, v. 21, p. 129–140, 2009.

FLOWER, F. C.; WEARY, D. M. Effect of hoof pathologies on subjective assessments of dairy cow gait. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 89, n. 1, p. 139–146, 2006b.

GOMEZ, A. et al. The effect of digital dermatitis on hoof conformation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 98, n. 2, p. 927–936, 2015.

GONÇALVES, R.; FEITOSA, F. L. Semiologia do sistema respiratório de grandes animais. In: FEITOSA, F. L. (Ed.). **Semiologia Veterinária: A arte do diagnóstico**. 2 .ed. São Paulo: Roca, 2008. p. 735.

GREEN, L. et al. The Impact of Clinical Lameness on the Milk Yield of Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 85, n. 9, p. 2250–2256, 2002.

ITO, K. et al. Lying behavior as an indicator of lameness in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 93, n. 8, p. 3553–3560, 2010.

KÖPPEN, W. **Climatologia**. Buenos Aires:Fundo de cultura econômica, 1931.

MÜLLING, C. W. et al. Risk factors associated with foot lameness in dairy cattle and a suggested approach for lameness reduction. In: WORLD BUIATRICS CONGRESS, 2006, Nice. **Proceedings...** Nice: [s.n.], 2006.

NIKKHAH, A et al. Short communication: infrared thermography and visual examination of hooves of dairy cows in two stages of lactation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 88, n. 8, p. 2749–2753, 2005.

NOCEK, J. E. Bovine acidosis: implications on laminitis. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, n. 5, p. 1005–1028, 1997.

O'CALLAGHAN, K. A. O. et al. Subjective and Objective Assessment of Pain and Discomfort Due To Lameness in Dairy Cattle. **Animal Welfare**, v. 12, n. 4, p. 605–610, 2003.

SHEARER, J. K. et al. Assessment and Management of Pain Associated with Lameness in Cattle Lameness Locomotion scoring systems **The Veterinary clinics of North America. Food animal practice**, Philadelphia, v. 29, n. 1, p. 135–156, 2013.

STUBSJØEN, S. M. et al. Physiology & Behavior Exploring non-invasive methods to assess pain in sheep. **Physiology & Behavior**, New York, v. 98, n. 5, p. 640–648, 2009.

TADICH, N. et al. Nociceptive threshold, blood constituents and physiological values in 213 cows with locomotion scores ranging from normal to severely lame. **Veterinary Journal**, London, v. 197, n. 2, p. 401–405, 2013.

TADICH, N.; FLOR, E.; GREEN, L. Associations between hoof lesions and locomotion score in 1098 unsound dairy cows. **Veterinary Journal**, London, v. 184, n. 1, p. 60–65, 2010.

THORUP, V. M. et al. Gait changes of healthy and lame dairy cows following claw trimming based on 3-dimensional ground reaction forces. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 97, n. 12, p. 7679–7684, 2013.

TOUSSAINT RAVEN, E. Cattle footcare and claw trimiming. Suffolk: Farming Press, 1985.126p.

WHAY, H.; WATERMAN, A.; WEBSTER, A. J. Associations Between Locomotion, Claw Lesions and Nociceptive Threshold in Dairy Heifers During the. **Veterinary Journal**, London, v. 154, n. 2, p. 155–161, 1997.

WHAY, H. R. et al. The influence of lesion type on the duration of hyperalgesia associated with hindlimb lameness in dairy cattle. **Veterinary Journal**, London, v. 156, n. 1, p. 23–29, 1998.

### **CAPÍTULO III**

## **AVALIAÇÃO DA DOR EM VACAS CLAUDICANTES E A SUA RELAÇÃO COM AS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO LEITE**

## Resumo

As afecções podais podem alterar negativamente o comportamento, bem estar e produtividade, mas resta explorar mais seus efeitos sobre as características físico-químicas do leite. Esse estudo teve por objetivo verificar os efeitos provocados pelo desconforto de vacas com problemas podais severos no escore de locomoção relacionando-o com as características físico-químicas do leite, além de avaliar a melhoria nessas variáveis após o tratamento. Foram utilizadas 34 vacas lactantes claudicantes, as quais foram classificadas quanto à locomoção antes e depois do tratamento. Foram diagnosticadas as lesões, avaliados a composição do leite. O delineamento experimental utilizado foi o completamente casualizado com medidas repetidas no tempo, onde cada vaca foi considerada uma unidade experimental. Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando o procedimento Mixed do programa estatístico SAS versão 9.0. Foram observados maiores valores de pH no dia pré-tratamento enquanto maiores valores de cálcio iônico foram observados no dia 8. Os maiores valores de pH foram encontrados no dia pré-tratamento, (dia -1), para vacas da raça Jersey, animais mais velhos ou para animais mais pesados; enquanto os valores de cálcio iônico foram superiores no 8º dia em relação aos demais dias. Não diferenças entre os escores de locomoção alto (4 e 5) x baixo (1 a 3) sobre a composição do leite. Por outro lado, fatores ligados aos animais como estágio lactacional, peso corporal, número de tratamentos anteriores, ordem de parto, raça e idade influenciaram as características físico-químicas do leite.

Palavras chaves: vacas leiteiras, lesões de casco, escore de locomoção e composição do leite

## Abstract

The hoof problems can negatively affect behavior, well-being and productivity, but its effects on the physical and chemical characteristics of milk are scarcely studied. This study aimed to verify the effects caused by severe lameness on

locomotion score and physical and chemical characteristics of milk, as well as evaluate the effects of corrective trimming on these characteristics. Thirty-four lame dairy cows were used, which were locomotion-scored before and after treatment. In several days, injuries were diagnosed, physical and chemical traits of milk were evaluated. The experimental design was completely randomized with repeated measurements over time, and each cow was considered an experimental unit. Data was submitted to analysis of variance using the Mixed procedure of SAS statistical software version 9.0. Higher pH values were found on the pre-treatment day (day -1) for Jersey cows, older animals or heavier animals; while the ionic calcium values were higher on the 8th day compared to other days. There was no effect of high (LS=4 or 5) x low (LS = 1 to 3) locomotion scores on the milk composition. On the other hand, factors related to animals as lactation stage, weight, number of prior treatments, birth order, breed and age influenced the physicochemical characteristics of milk.

Key words: dairy cows, hoof lesions, locomotion scores and milk composition

## **Introdução**

Os problemas podais tem sido associados com dor e desconforto em vacas leiteiras (Tadich et al.,2013) alterando o bem estar, comportamento animal e diminuindo a produção leiteira, em alguns casos a redução da produção de leite inicia antes de mesmo dos sinais de claudicação (Reader et al., 2011)

Estudos anteriores (Vizzotto et al.,2013) apontaram relação negativa entre problemas severos de locomoção e estabilidade do leite no teste do álcool. Especulou-se que o estresse causado pela dor e desconforto desses animais pudesse causar hiperalgesia e aumentar a permeabilidade das junções firmes das células epiteliais mamárias, o que promoveria o incremento da concentração de cátions divalentes como o cálcio e monovalentes como o sódio no leite, com redução da sua estabilidade (Stumpf et al., 2013).

Esse estudo teve por objetivo verificar os efeitos provocados pelo desconforto de vacas com problemas podais severos no escore de locomoção e as características físico-químicas do leite, avaliando a melhoria nessas variáveis após o tratamento curativo.

## **Material e Métodos**

Este trabalho foi aprovado pela Comissão de Ética no uso de Animais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, sob número 25875 e faz parte do projeto "Avaliação da dor em vacas claudicantes e a sua relação com o comportamento, produção leiteira e suas características físico-químicas".

### *Local e Duração do Experimento*

O experimento foi realizado em uma propriedade leiteira localizada no município de Eldorado do sul-RS, com latitude 30°04'22.35'S e longitude 51°35'47.85'O, 48 metros acima do nível do mar. O clima é o temperado úmido com verão quente, Cfa (Köppen, 1931). O período do trabalho compreendeu janeiro a maio de 2014.

### *Animais*

Utilizaram-se 34 vacas lactantes das quais, 28 eram da raça Holandesa e 6 da raça Jersey com idade média de quatro  $\pm$  cinco anos, peso médio de 614  $\pm$  187 kg, média de dias em lactação 176  $\pm$  429 dias e número médio partos dois  $\pm$  cinco partos. As vacas foram ordenhadas duas vezes ao dia, às 5:00 e 15:00 h (GMT -3:00) em uma sala de ordenha do tipo espinha de peixe duplo com 8 conjuntos. Estes animais recebiam uma dieta composta por 9 kg de ração, 25 kg de silagem, 1,5 kg de feno, 2 kg de casca de soja e sal mineral, duas vezes ao dia e ficavam em um piquete gramado com 1,6 hectares, com pastagem de Tifton (*Cynodon* spp) com acesso livre à água e ao sombreamento natural, em média 8 m<sup>2</sup> por animal.

Semanalmente, as vacas do rebanho geral da fazenda foram avaliadas quanto ao seu escore de locomoção (Flower&Weary, 2006a) no dia -2, na entrada na sala de ordenha sobre piso de concreto. Foram selecionados aquelas com escore de locomoção 4 ou 5, as quais foram avaliadas em 6 dias: -1, 0, 1, 6, 7 e 8 após o diagnóstico da lesão e realização do casqueamento. A seguir são descritas as atividades realizadas em cada um dos dias.

#### Dia -2

Durante a ordenha da tarde, os animais eram classificados na sala de espera quanto ao escore de locomoção adaptado de Flower&Weary, (2006a) considerou-se que vacas com escore 1 caminhavam suave e continuamente, com distribuição equilibrada do peso sobre os membros e a cabeça esteve firme durante a marcha; vacas de escore 2 apresentavam ligeira alteração na locomoção, mas ainda com movimento contínuo, distribuição de peso igual nos membros e cabeça firme durante a marcha; vacas com escore 3 apresentavam movimento contínuo e suave comprometido, ligeira desigualdade na distribuição do peso e alteração na movimentação da cabeça durante a marcha; vacas com escore 4 apresentavam movimento livre afetado, observando-se arqueamento do dorso, passos duros e hesitantes, relutância em suportar o peso de pelo menos um dos membros e alta movimentação da cabeça durante a marcha; vacas de escore 5 apresentavam movimentação restrita, severo arqueamento, passos curtos e rígidos, incapacidade de suportar o peso em um ou mais membros. Animais com escore 4 e 5 eram selecionados e identificados com fitas no pescoço e marcados numericamente com tinta spray.

#### Dia -1

Durante a ordenha matutina foram coletadas amostras de leite para posterior análises físico-químicas. As amostras de leite foram refrigeradas, sendo aquelas destinadas ao teste do álcool refrigeradas destampadas afim de permitir a volatilização do gás carbônico. Após aproximadamente 10 horas, as amostras foram submetidas ao teste de estabilidade ao álcool (concentrações

de etanol na solução aquosa de 53 a 90% v/v), ao teste de acidez titulável (°D), foi determinado pH (potenciometria) (Tronco, 1997) e quantificado cálcio iônico (potenciometria com eletrodos seletivos (Chavez et al., 2004). As concentrações de gordura, proteína, sólidos totais, lactose além da contagem de células somáticas –CCS – foram determinadas pelo método de espectrofotometria por radiação infra-vermelho).

#### Dia 0

Os animais foram contidos em tronco tombador hidráulico para a inspeção dos dígitos, diagnóstico dos problemas e respectivo tratamento das doenças encontradas.

#### Dia 1

Durante a ordenha matutina foram coletadas amostras de leite através do copo coletor para posteriores análises físico-químicas (ver descrição dia -1).

#### Dia 6

Os animais foram classificados quanto aos escores de locomoção e posteriormente eram realizadas as análises de leite (ver descrição dia -1).

#### Dia 7

Inspeção dos dígitos para avaliação da resposta ao casqueamento feito na semana anterior, e, quando necessário, alguns animais foram tratados novamente.

#### Dia 8

Durante a ordenha matutina foram coletadas amostras de leite através do copo coletor para posteriores análises físico-químicas (ver descrição dia -1).

### *Delineamento experimental e análise estatística*



O delineamento experimental utilizado foi o completamente casualizado com medidas repetidas no tempo, e cada vaca foi considerada uma unidade experimental. Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando o procedimento Mixed do programa estatístico SAS versão 9.0. Na avaliação dos fatores que afetaram o escore de locomoção e demais atributos, primeiro foram realizadas análises de regressão linear múltipla, opção stepwise para a seleção das variáveis a serem incluídas como modelo da análise de variância. Dessa forma, foram considerados os efeitos de: dia de mensuração, raça, tipo de lesão (D= dermatites digitais e interdigitais; L= laminites e suas sequelas), número de membros afetados, número de casqueamentos anteriores para a avaliação dos escores de locomoção. Na avaliação dos atributos do leite, foram considerados: dia, raça, escore de locomoção (n=2: maior que 3 ou inferior a 3), idade (n=3, até 3 anos, entre 3 e 5 anos e mais que 5 anos), estágio de lactação (n=3: até 100 dias, entre 101 e 200 e mais de 200 dias), peso corporal (n=2: menor ou maior que 600 kg), e número de partos (n=2, primíparas ou multíparas). Os escores de locomoção foram classificados como altos ( $\geq 4$ ) ou baixos ( $< 4$ ).

## **Resultados**

### *Composição físico-química do leite*

Não houve diferenças significativas ( $P > 0,10$ ) nos valores dos atributos físico-químicos do leite entre os dias, exceto em relação ao pH e o cálcio iônico. Os maiores valores de pH foram encontrados no dia pré-casqueamento (dia -1) ; enquanto os valores de cálcio iônico foram maiores no 8º dia. A raça das vacas exerceu um efeito significativo nos valores de proteína, pH e teste do álcool, sendo que maiores valores de proteína e pH foram encontrados para a raça Jersey mas estas produziram leite com menor estabilidade no teste do álcool em relação às vacas da raça Holandês. Não houve efeito significativo ( $P > 0,10$ ) dos escores de locomoção classificados como altos ( $\geq 4$ ) ou baixos ( $< 4$ ) sobre a composição do leite. Em relação ao efeito da idade das vacas,

vacas mais jovens produziram leite com maiores valores de lactose, CCS e estabilidade no teste do álcool, mas menores valores de pH e cálcio iônico. Houve efeito significativo do número de dias em lactação sobre todas as variáveis do leite, com exceção da estabilidade no teste do álcool. O leite de vacas no último estágio de lactação apresentou maiores valores de proteína, gordura e CCS, enquanto o leite de vacas no início da lactação apresentou maiores valores de lactose e cálcio; e o leite de vacas no 1 e 3 estágio lactacional apresentou maior valor de pH. Vacas mais pesadas produziram leite com maiores valores de gordura e pH, enquanto as vacas primíparas produziram leite com maior valor de proteína mas menor de lactose que as múltiparas (Tabela 5).

Tabela 5. Análise de variância e valores médios da composição química e física do leite conforme o dia de avaliação, raça, escore de locomoção, idade estágio de lactação, peso corporal e número de partos

Fontes De variação	Dia				Raça		Elt		Idade t			Dlt				Pvt		Partos t	
	-1	1	6	8	1	2	1	2	1	2	3	1	2	3	4	1	2	1	2
Gordura	3,96a	4,12a	4,27a	4,26a	3,77b	4,53a	4,06a	4,24a	4,32a	4,12a	4,01a	3,84b	3,99b	4,02b	4,75a	3,96b	4,34a	4,01a	4,29a
	0,5643				0,0057		0,399		0,4493			0,0007				0,0447		0,111	
Proteína	3,44 a	3,40a	3,39a	3,38a	3,08b	3,73a	3,46a	3,34a	3,51a	3,36a	3,33a	3,31b	3,28b	3,36b	3,65a	3,37a	3,43a	3,52a	3,29b
	0,9559				<0001		0,3537		0,262			0,0142				0,5837		0,015	
Lactose	4,46a	4,37a	4,41a	4,47a	4,37a	4,48a	4,4205a	4,4563a	4,61a	4,40b	4,26b	4,50a	4,47a	4,45ab	4,29b	4,40a	4,45a	4,35b	4,50a
	0,5759				0,2419		0,7139		0,0022			0,1207				0,5916		0,0324	
CCSC	5,18a	5,19a	5,08a	5,21a	5,21a	5,12a	5,26a	5,07a	5,24ab	5,30a	4,96b	5,29b	5 cd	4,76d	5,61a	5,23a	5,10a	5,23a	5,10a
	0,7882				0,6045		0,1454		0,0837			<0001				0,3424		0,2812	
pH	6,95a	6,79c	6,92ab	6,86bc	6,78b	6,98a	6,85a	6,91a	6,84c	6,84bc	6,97a	6,92ab	6,80c	6,96a	6,84bc	6,83b	6,93a	6,90a	6,86a
	0,0027				<0001		0,1579		0,003			0,0014				0,0059		0,3099	
Acidez	15,81a	15,47a	14,98a	15,47a	15,52a	15,35a	15,56a	15,30a	16,45a	14,88a	14,97b	16,84a	14,97b	15,20b	14,72b	15,93a	14,93a	15,05a	15,82a
	0,6614				0,827		0,6452		0,0227			0,0066				0,1029		0,1718	
Alcool	76,21a	75,55a	78,29a	76,74a	79a	74,39b	75,29a	78,10a	79,83a	77,53a	72,73b	74,23b	78,52a	76ab	78,04a	76,54a	76,85a	76,43a	76,96a
	0,599				0,0409		0,1411		0,0108			0,0844				0,8526		0,7318	
Cálcio	179,66bc	184,97ab	172,35b	197,89a	180,76a	186,67a	183,12a	184,32	172,65c	177,55bc	200,95a	195,90a	179,70b	189,84ab	169,42bc	185,21a	182,23a	185,28a	182,15
	0,011				0,5099		0,8917		0,0097			0,0189				0,6547		0,6212	

Tabela 2\*Elt= escore de locomoção \*Dlt= dias em lactação \*Pvt= peso vivo

## Discussão

A hipótese que vacas com problemas podais severos produzem leite com as características físico-químicas alteradas, podendo produzir leite instável no teste do álcool devido ao desconforto e dor, não foi confirmada. Em estudo anterior Vizzotto et al (2013) observaram que vacas claudicantes produziram leite com menor estabilidade ao álcool comparadas àquelas não claudicantes (74 x 83% de etanol v/v). Especulou-se que esse resultado poderia ser devido às alterações nas junções firmes entre as células epiteliais da glândula mamária, com aumento dos teores de  $\text{Na}^+$  e  $\text{Ca}^{+2}$  já descrito em vacas sofrendo estresse por restrição alimentar (Stumpf et al., 2013). O fato de não se ter verificado relação entre escores de locomoção e estabilidade do leite, pode ser atribuído pelo menos em parte aos diversos casos recidivantes observados, assim, devido ao longo do curso da doença, pode ter ocorrido recuperação da permeabilidade das junções firmes das células epiteliais mamárias, as quais desempenham um papel importante na manutenção da síntese do leite e qualidade do leite, mas as suas alterações de permeabilidade apresentam um caráter transitório (Stelwagen et al., 2000).

Por outro lado, em outros estudos (Calderon&Cook, 2011; Ito et al., 2010; Juarez et al., 2003) foram verificadas alterações importantes de comportamento, como redução do tempo de caminhada e de pastejo, aumento do tempo deitada e redução do consumo. Por esse motivo, especulou-se que vacas claudicantes teriam menor produção de leite e alterações da concentração de seus componentes e que o casqueamento poderia modificar esse quadro num prazo curto, o que não ocorreu no presente estudo. Em outros estudos (Reader et al., 2011; Warnick et al., 2001) a claudicação acarretou em menor produção de leite, e essa redução muitas vezes inicia antes mesmo dos animais apresentarem mudanças na locomoção, e podem persistir por até 4 semanas após o tratamento, sugerindo uma recuperação lenta da produção de leite e que os escores de locomoção nem sempre são sensíveis para detectar precocemente as doenças podais. No entanto esses

trabalhos não avaliaram a composição do leite, havendo assim a necessidade de mais estudos que abordem o tema.

Com relação à composição do leite, as maiores concentrações de gordura e proteína e CCS nos estádios finais da lactação eram esperadas em virtude da redução da produção de leite, promovendo a concentração dos sólidos totais (Peres, 2001). Os resultados encontrados também estão de acordo com Noro et al (2006) em que o avanço do estágio da lactação tem efeito significativo no aumento da porcentagem de gordura do leite. O fato de vacas com apenas um parto terem apresentado maior valores de proteína pode ser explicado pelo fato de que à medida em que o número de lactações de uma vaca aumenta, pode ocorrer uma menor eficiência das células alveolares (González&Noro, 2011). Vacas da raça Jersey apresentaram maiores teores de proteína, característico da raça. Além disso, devido às variações genéticas da proteína do leite, onde pode ser observada com frequência a variante B da k-caséina, a qual é associada à maior firmeza do coágulo o que explica também o fato de vacas Jersey terem apresentado leite menos estável (McClean et al., 1984 citado por Zanela & Fischer, 2011). Noro et al.(2006) observaram que a lactose se reduz significativamente à medida que aumenta a idade da vaca. A tendência de elevada CCS em grupos de animais mais jovens pode indicar possível falha no manejo de ordenha, haja vista que espera-se que animais mais novos possuam valores de CCS menores que em animais com idade mais avançada (Noro et al., 2006; Langoni, 2006). Outro fator que pode explicar a elevação da CCS em alguns grupos de animais neste estudo seria o fato deste experimento ter sido conduzido e parte no período do verão, e alguns animais durante os dias de calor intenso podem ter reduzido o consumo de alimento, diminuindo assim o a produção leiteira, o que pode ter promovido a maior concentração nas células somáticas no leite (Santos&Fonseca, 2007b). O resultado positivo ao teste do álcool em animais mais velhos está de acordo com Ponce&Hernandez (2001), pois animais mais velhos tiveram maiores teores de cálcio iônico, os quais reduzem a estabilidade do leite. O cálcio iônico foi encontrado em maiores níveis no início da lactação devido à fase colostrais.

## Conclusões

Em animais com claudicação severa oriunda de problemas recorrentes não há relação do escore de locomoção com as características físico-químicas do leite.

## Referências

CALDERON, D. F.; COOK, N. B. The effect of lameness on the resting behavior and metabolic status of dairy cattle during the transition period in a freestall-housed dairy herd. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 94, n. 6, p. 2883–2894, 2011.

CHAVEZ, M. S. et al. Bovine milk composition parameters affecting the ethanol stability. **The Journal of Dairy Research**, London, v. 71, n. 2, p. 201–206, 2004.

FLOWER, F. C.; WEARY, D. M. Effect of hoof pathologies on subjective assessments of dairy cow gait. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 89, n. 1, p. 139–146, 2006b.

GONZÁLEZ, F. H.; NORO, G. Variações na composição do leite no subtropical brasileiro. In: GONZÁLEZ, F. et al. (Ed.). **Qualidade do leite bovino: variações no trópico e no subtropical**. Passo Fundo: Editora da UPF, 2011. p. 190.

ITO, K. et al. Lying behavior as an indicator of lameness in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 93, n. 8, p. 3553–3560, 2010.

JUAREZ, S. T. et al. Impact of lameness on behavior and productivity of lactating Holstein cows. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 83, n. 1, p. 1–14, 2003.

KÖPPEN, W. **Climatologia**. Buenos Aires: Fondo de cultura económica, 1931.

LANGONI, H. Estudos sobre contagem de células somáticas (CCS) no Brasil – Uma revisão. In: MESQUITA, A. J.; DURR, J. W.; COELHO, K. O. (Ed.). **Perspectivas e avanços da qualidade do leite no Brasil**. Goiânia: Talento, 2006. p. 1–8.

NORO, G. et al. Fatores ambientais que afetam a produção e a composição do leite em rebanhos assistidos por cooperativas no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 1129–1135, 2006.

PERES, J. O leite como ferramenta do monitoramento nutricional. In: GONZÁLEZ, F. H.; DÜRR, J.; FONTANELI, R. (Ed.). **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. Porto Alegre: UFRGS, 2001. p. 77.

PONCE, C.; HERNANDEZ, R. Propriedades físico-químicas do leite e sua associação com transtornos metabólicos e alterações na glândula mamária. In: GONZÁLEZ, F. H.; DÜRR, J.; FONTANELI, R. (Ed.). **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. Porto Alegre: UFRGS, 2001. p. 77.

READER, J. D. et al. Effect of mobility score on milk yield and activity in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 94, n. 10, p. 5045–5052, 2011.

SANTOS, M.; FONSECA, L. F. Contagem das células somáticas e o efeito da mastite sobre a qualidade do leite. In: SANTOS, M.; FONSECA, L. F. (Ed.). **Estratégias para controle de masmite e melhoria da qualidade do leite**. Barueri: Manole, 2007. p. 314.

STELWAGEN, K. et al. Short communication: effects of isolation stress on mammary tight junctions in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 83, n. 1, p. 48–51, 2000.

STUMPF, M. et al. Severe feed restriction increases permeability of mammary gland cell tight junctions and reduces ethanol stability of milk. **Animal**, Cambridge, v. 7, n. 7, p. 1137–1142, 2013.

TADICH, N. et al. Nociceptive threshold, blood constituents and physiological values in 213 cows with locomotion scores ranging from normal to severely lame. **Veterinary Journal**, London, v. 197, n. 2, p. 401–405, 2013.

TRONCO, V. M. **Manual para inspeção e qualidade do leite**. Santa Maria: UFSM, 2010. p. 166.

VIZZOTTO, E. F. et al. Vacas com escore de locomoção elevado produzem leite menos estável? In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BUIATRIA, 2013, Belém. **Anais...** Belém: [s.n], 2013.

WARNICK, L. D. et al. The effect of lameness on milk production in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 84, n. 9, p. 1988–1997, 2001.

MCLEAN, D.M et al. Effects of milk protein genetic variants on milk yield and composition *IN*:ZANELA, M.; FISCHER, V. Fatores que afetam a estabilidade do leite ao álcool. In: GONZÁLEZ, F. H. et al. (Ed.). **Qualidade do leite bovino: variações no trópico e no subtropico**. Passo Fundo: UPF, 2011. p. 190.





## **CAPÍTULO IV**



#### 4.0. Considerações finais

Doenças podais são frequentes em rebanhos leiteiros, sendo o ambiente e a alimentação os fatores mais importantes. Uma alimentação com alta proporção de em carboidratos facilmente digestíveis associados à ausência de quantidade expressiva de fibra efetiva, de correção preventiva de cascos e manejo em pisos de concreto predispõe os animais aos problemas de locomoção por sequelas de laminite. A DD depende dos acúmulos de lama e esterco na área de entorno. Os problemas digitais acarretam em grande impacto na qualidade de vida do animal, bem como na redução das atividades diárias, levando a perdas produtivas e reprodutivas.

De acordo com esse estudo, a dor decorrente lesões digitais é significativa e responsável por considerável mal estar e/ou desconforto nos animais. O casqueamento pode promover a melhora dos animais quanto ao escore de locomoção e limiar à dor. O uso de escores de locomoção identifica de forma prática os animais que necessitam tratamento.

São necessários maiores estudos com intuito de caracterizar a dor, termografia e composição físico-química do leite nos escores de locomoção iniciais, para verificar o início do processo da dor e a partir de qual escore podem ser notadas diferenças na produção e bem estar desses animais. Um estudo com um número de observações elevadas em cada categoria de doença pode ajudar a esclarecer as dúvidas de capacidade do diagnóstico pelo escore de locomoção.

## 4.1. Referências bibliográficas

Acuña et al. Cojeras del bovino: Fisiopatología y profilaxis. In: BORGES, J. R. .; SILVA, L. A. . Laminite e suas sequelas. In: RIET-CORREA, F. et al. (Eds.). . Doenças de ruminantes e equídeos v2. Pallotti 3 ed.Santa Maria- RS: [s.n.]. p. 501, 502,503.

ALSAAOD, M. et al. A field trial of infrared thermography as a non-invasive diagnostic tool for early detection of digital dermatitis in dairy cows. **Veterinary Journal**, London, v. 199, n. 2, p. 281–285, 2014.

ALSAAOD, M.; BÜSCHER, W. Detection of hoof lesions using digital infrared thermography in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 95, n. 2, p. 735–742, 2012.

BELGE, F. et al. Short contribution: Possible association between chronic laminitis and some biochemical parameters in dairy cattle. **Australian Veterinary Journal**, Brunswick, v. 82, n. 9, p. 556–557, 2004.

BORGES, J. R.; SILVA, L. A. Laminite e suas sequelas. In: RIET-CORREA, F. et al. (Ed.). **Doenças de ruminantes e equídeos**. 3. ed. Santa Maria: Livraria Varela, 2001. p. 501-503. v. 2.

CHAPINAL, N.; DE PASSILLÉ, A. M.; RUSHEN, J. Correlated changes in behavioral indicators of lameness in dairy cows following hoof trimming. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 93, n. 12, p. 5758–5763, 2010.

CRUZ, C. E. et al. Clinical and epidemiological aspects of bovine digital lesions in southern Brazil **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 53, n. 6, p. 654–657, 2001.

CRUZ, C. E.; DRIEMEIER, D. Doenças infecciosas do dígito bovino. In: RIET-CORREA, F. et al. (Ed.). **Doenças de ruminantes e equídeos**. 3. ed. Santa Maria: Livraria Varela, 2001. p. 694. v. 2.

DIAS, R.; MARQUES JR, A. P. **Atlas - Casco em Bovinos**. São Paulo: Lemos, 2001. p. 67.

DIRKSEN, et al. Pododermatitis aséptica difusa. In: BORGES, J. R. .; SILVA, L. A. . Laminite e suas sequelas. In: RIET-CORREA, F. et al. (Eds.). . Doenças de ruminantes e equídeos v2. Pallotti 3 ed.Santa Maria- RS: [s.n.]. p. 501, 502,503

DYER, R. M. et al. Objective determination of claw pain and its relationship to limb locomotion score in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, n. 10, p. 4592–4602, 2007.

FAULKNER, P. M.; WEARY, D. M. (2000) Reducing pain after dehorning in dairy calves. In: HUDSON, C.; WHAY, H.; HUXLEY, J. Recognition and management of pain in cattle. *In Practice*, v. 30, p. 126–134, 2008.

FIERHELLER, E. Reducing pain during painful procedures. **WCDS Advances in Dairy Technology**, v. 21, p. 129–140, 2009.

FISCHER, V. et al. Relação entre alimentação e a estabilidade do leite bovino. In: CONFERENCIA INTERNACIONAL SOBRE LECHE INESTABLE, 2., 2011, Colonia. **Anais...** Colonia: Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria de Uruguay, 2011.

FLOWER, F. C.; WEARY, D. M. Effect of Hoof Pathologies on Subjective Assessments of Dairy Cow Gait. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 89, n. 1, p. 139–146, 2006a.

GUYTON, A.; HALL, J. Sensações Somáticas: Il Dor, Cefaléia e Sensações Térmicas. In: **Tratado de fisiologia médica**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006. p. 1216.

HUDSON, C.; WHAY, H.; HUXLEY, J. Recognition and management of pain in cattle. *In Practice*, London, v. 30, n. 3, p. 126–134, 2008.

IASP. The need of a taxonomy pain, 1979.

KLAUMANN, P.; WOUK, A. F. P.; SILLAS, T. Patofisiologia da dor. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 13, n. 1, p. 1–12, 2008.

KUJALA, M.; ORRO, T.; SOVERI, T. Serum acute phase proteins as a marker of inflammation in dairy cattle with hoof diseases. **Veterinary Record**, London, v. 166, n. 8, p. 240–241, 2010.

LUNA, S.P.L. Dor, senciência e bem-estar em animais. **Ciência Veterinária nos Trópicos**, v.11, n.1, p.17-21, 2008.

MÜLLING, C. W. et al. Risk factors associated with foot lameness in dairy cattle and a suggested approach for lameness reduction. In: WORLD BUIATRICS CONGRESS, 2006, Nice. **Proceedings...** Nice: [s.n.], 2006.

NICOLETTI, J. L. **Manual da Podologia bovina**. Barueri: Manole, 2004. p. 126

NIKKHAH, A et al. Short communication: infrared thermography and visual examination of hooves of dairy cows in two stages of lactation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 88, n. 8, p. 2749–2753, 2005.

NOCEK, J. E. Bovine acidosis: implications on laminitis. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, n. 5, p. 1005–1028, 1997.

O'CALLAGHAN-LOWE, K. A., DOWNHAM, D. Y., MURRAY, R. D. & CRIPPS, P. J. (2004) Effect of lameness treatment on pain and milk production in dairy cattle. In: HUDSON, C.; WHAY, H.; HUXLEY, J. Recognition and management of pain in cattle. In Practice, v. 30, p. 126–134, 2008

OIKONOMOU, G. et al. Association of digital cushion thickness with sole temperature measured with the use of infrared thermography. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 97, n. 7, p. 4208–4215, 2014.

SANTOS, M. Aspectos não microbiológicos afetando a qualidade do leite. In: DÜRR, J.; CARVALHO, M.; SANTOS, M. (Ed.). **O compromisso com a qualidade do leite no Brasil**. Passo Fundo: UPF, 2004. p. 331.

SANTOS, M.; FONSECA, L. F. Composição e síntese do leite. In: SANTOS, M.; FONSECA, L. F. (Ed.). **Estratégias para controle de mastite e melhoria da qualidade do leite**. Barueri: Manole, 2007. p. 314.

SANTOS, M.; FONSECA, L. F. Contagem das células somáticas e o efeito da mastite sobre a qualidade do leite. In: SANTOS, M.; FONSECA, L. F. (Ed.). **Estratégias para controle de mastite e melhoria da qualidade do leite**. Barueri: Manole, 2007. p. 314.

SHEARER, J.; VAN AMSTEL, S. Functional and corrective claw trimming. **The Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, Philadelphia, v. 17, n. 1, p. 53-72, 2001.

STOKES, J. E. et al. An investigation into the use of infrared thermography (IRT) as a rapid diagnostic tool for foot lesions in dairy cattle. **Veterinary Journal**, London, v. 193, n. 3, p. 674–678, 2012.

STUMPF, M. et al. Permeabilidade das tight junctions das células epiteliais da glândula mamária e a estabilidade térmica do leite In: CONFERENCIA INTERNACIONAL SOBRE LECHE INESTABLE, 2., 2011, Colonia. **Anais...** Colonia: Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria de Uruguay, 2011.

TADICH, N. et al. Nociceptive threshold, blood constituents and physiological values in 213 cows with locomotion scores ranging from normal to severely lame. **Veterinary Journal**, London, v. 197, n. 2, p. 401–405, 2013.

THORUP, V. M. et al. Gait changes of healthy and lame dairy cows following claw trimming based on 3-dimensional ground reaction forces. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 97, n. 12, p. 7679–7684, 2013.

VIZZOTTO, E. F. et al. Vacas com escore de locomoção elevado produzem leite menos estável? In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BUIATRIA, 2013, Belém. **Anais...** Belém: [s.n], 2013.

WEARY, D. M. et al. Identifying and preventing pain in animals. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 100, n. 1-2, p. 64–76, 2006.

WHAY, H.; BELL, M.; MAIN, D. C. Validation of lame limb identification through thermal imaging. Proceedings of the In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM, 13., CONFERENCE ON LAMENESS IN RUMINANTS, 5., 2004, Slovenia. **Proceedings...** Slovenia: [s.n.], 2004.

WHAY, H.; WATERMAN, A.; WEBSTER, A. J. Associations Between Locomotion, Claw Lesions and Nociceptive Threshold in Dairy Heifers During the. **Veterinary Journal**, London, v. 154, n. 2, p. 155–161, 1997.

WHAY, H. R. et al. The influence of lesion type on the duration of hyperalgesia associated with hindlimb lameness in dairy cattle. **Veterinary Journal**, London, v. 156, n. 1, p. 23–29, 1998.

ZANELA, M. et al. Indução experimental ao leite instável não ácido em animais da raça jersey através da restrição alimentar. In: DÜRR, J.; CARVALHO, M.; SANTOS, M. (Ed.). **O compromisso com a qualidade do leite no Brasil**. Passo Fundo: UPF, 2004. p. 331.

ZANELA, M.; FISCHER, V. Fatores que afetam a estabilidade do leite ao álcool. In: GONZÁLEZ, F. H. et al. (Ed.). **Qualidade do leite bovino: variações no trópico e no subtropico**. Passo Fundo: UPF, 2011. p. 190.



## 4.2. Apêndices

## Apendice 1

TABELAS DE MEDIDAS DA DOR

VACA	Lesao	Membro	EL0	Medida Lesao0	Medida controle0	Medida lesao7	Medida controle7	EL7
1	DD	MPDE	4	6,07	.	7,42	.	2
2	DDUSOLA	MPDE	5	6,31	.	9,26	.	3
3	DD	MPDE	5	7,52	.	7,15	.	2
5	DD	MPD	4	5,1	8,73	6,8	7,19	5
6	DD	MPDE	4	6,77	.	6,5	.	5
7	DI	MPE	4	6,87	5,44	4,47	3,66	4
9	DDDI	MPE	4	8,17	6,52	4,79	6,6	3
11	RACHADURA	MPE	4	4,58	8,89	4,54	12,87	5
12	DD	MADMPE	5	2,18	1,34	3,26	3,76	1
13	CORTE	MAD	5	5,16	6,27	9,29	4,02	5
14	UPA	MPDE	.	8,01	.	12,32	.	2
15	DD	MPDE	4	6,57	.	10,5	.	2
16	DI	MPDE	5	3,41	.	4,28	.	5
17	DD	MPE	5	3,12	6,86	13,35	6,22	3
20	DD	MPDE	4	7,14	.	5,12	.	2
21	DD	MPE	4	4,85	7,3	4,8	10,58	1
22	DI	MPD	4	5,85	6,43	4,77	6,77	1
23	USOLA	MPD	4	12,47	10,53	13,03	13,97	1
27	ESOLA	MPD	5	13,82	17,63	15,74	12,31	3
28	DD	MPDE	4	6,34	.	8,06	.	1
7B	DI	MPE	5	5,33	5,92	9,54	7,8	4
14B	UPA	MPDE	5	8,01	.	7,14	.	3
29	DD	MPDE	5	10,06	.	13,83	.	4
30	FLEG	MPD	5	13,47	11,72	14,4	13,42	2
33	LAM	MPD	5	1,96	11,86	12,3	9,12	4
34	DD	MPD	4	2,17	5,99	6,51	4,95	1
34	DI	MPD	4	2,63	3,11	8,21	4,32	1
3B	USOLA	MPDE	5	3,35	.	6,15	.	4
5B	DD	MPD	4	4,7	14,3	7,2	11,6	1
35	USOLA	MAE	5	8,17	14,21	12,9	7,63	4
36	DD	MPE	5	12,42	8,57	6,47	4,63	4
37	DD	MPDE	4	13,38	.	12,26	.	4
38	FLEG	MPD	4	12,31	11,8	14,53	12,56	3
39	DD	MPDE	4	6,5	.	6,83	.	3
41	DD	MPE	4	6,3	9,64	6,54	11,45	3
21B	DD	MPE	4	1,64	11,7	9,94	10,72	3
43	LAM	MPE	4	8,27	12,42	11,68	10,77	3
44	DD	MPD	4	9,04	10,07	8,13	11,61	4

## APENDICE 2

TABELA COM DADOS TERMOGRAFICOS

Brinco	Vaca	Peso	Idade	Raça	Nºparto	DL	Data	THImax0	THImax7	THImed0	THImed7	THImin0	THImin7	Dia	TEMPO	TEMP7	FR0	FR7
1164	8	750	6	hol	4	25	30/01/2014	88.858	88.689	83.661	84.790	76.630	80.960	0	40	39.9	68	60
11140	9	590	4	hol	1	208	30/01/2014	88.858	88.689	83.661	84.790	76.630	80.960	0	40.7	40.4	72	60
1719	10	637	3	hol	1	174	30/01/2014	88.858	88.689	83.661	84.790	76.630	80.960	0	43	.	72	60
5110	11	520	4	jer	3	390	30/01/2014	88.858	88.689	83.661	84.790	76.630	80.960	0	39	39.1	68	92
5431	12	465	3	jer	1	175	30/01/2014	88.858	88.689	83.661	84.790	76.630	80.960	0	42	39.4	120	84
5270	13	502	9	jer	7	135	30/01/2014	88.858	88.689	83.661	84.790	76.630	80.960	0	38.9	39.3	56	72
1436	14	641	4	hol	3	39	21/02/2014	81.841	76.403	79.460	73.671	76.270	72.165	0	39.9	39.3	68	40
973	15	735	7	hol	5	118	21/02/2014	81.841	76.403	79.460	73.671	76.270	72.165	0	39.5	39.4	60	60
1592	16	548	4	hol	1	73	21/02/2014	81.841	76.403	79.460	73.671	76.270	72.165	0	39.3	39.7	60	48
11930	17	610	3	hol	1	210	21/02/2014	81.841	76.403	79.460	73.671	76.270	72.165	0	38.9	38.9	56	60
5322	20	442	7	jer	1	188	21/02/2014	81.841	76.403	79.460	73.671	76.270	72.165	0	39.7	39.3	64	60
11280	21	690	4	hol	.	.	21/02/2014	81.841	76.403	79.460	73.671	76.270	72.165	0	39.9	38.6	52	40
1648	22	635	4	hol	2	132	21/02/2014	81.841	76.403	79.460	73.671	76.270	72.165	0	39.6	39.9	48	44
5370J	23	605	5	jer	2	220	13/03/2014	79.486	77.057	77.397	76.266	74.270	74.471	0	39.5	39.1	80	64
12080	27	644	3	hol	1	65	13/03/2014	79.486	77.057	77.397	76.266	74.270	74.471	0	39.5	39.7	60	60
751	28	615	8	hol	6	430	13/03/2015	79.486	77.057	77.397	76.266	74.270	74.471	0	39.3	39.2	40	40
1794	29	607	3	hol	1	210	03/04/2014	80.312	81.454	78.201	78.482	76.446	73.983	0	40.7	.	92	80
1646	30	630	4	hol	2	27	03/04/2014	80.312	81.454	78.201	78.482	76.446	73.983	0	40.6	39.7	60	52
12660	33	600	2	hol	1	272	03/04/2014	80.312	81.454	78.201	78.482	76.446	73.983	0	40.2	40.5	68	80
1854	34	592	3	hol	1	296	03/04/2014	80.312	81.454	78.201	78.482	76.446	73.983	0	39.4	39.4	68	60
5348	35	427	6	jer	3	11	24/04/2014	74.95	69.434	67.992	68.399	59.509	66.735	0	41	39.5	56	64
1765	36	684	3	hol	2	104	24/04/2014	74.95	69.434	67.992	68.399	59.509	66.735	0	40	40.4	60	48
1187	38	700	6	hol	1	14	24/04/2014	74.95	69.434	67.992	68.399	59.509	66.735	0	39.2	40.1	56	60
12010	39	563	3	hol	1	300	24/04/2014	74.95	69.434	67.992	68.399	59.509	66.735	0	40	39.3	80	60
1940	41	577	2	hol	1	108	24/04/2014	74.95	69.434	67.992	68.399	59.509	66.735	0	38.7	39.1	44	60
12970	43	577	2	hol	1	11	30/04/2014	69.434	80.547	68.399	76.037	66.735	73.041	0	40.4	40.4	44	60
12400	44	600	3	hol	1	250	30/04/2014	69.434	80.547	68.399	76.037	66.735	73.041	0	39.5	39.2	60	60
1436	14B	641	4	hol	3	59	13/03/2014	79.486	77.057	77.397	76.266	74.270	74.471	0	39.6	39.9	76	68
11280	21B	690	4	hol	.	.	30/04/2014	69.434	80.547	68.399	76.037	66.735	73.041	0	39.6	39.5	52	60
5405	3B	480	4	jer	.	.	03/04/2014	80.312	81.454	78.201	78.482	76.446	73.983	0	39.8	40.0	100	60
1708	5B	5	723	hol	1	114	03/04/2014	80.312	81.454	78.201	78.482	76.446	73.983	0	40.8	39.7	80	80
1852	7B	632	3	hol	1	233	13/03/2014	79.486	77.057	77.397	76.266	74.270	74.471	0	39.1	40	44	72

TABELA COM DADOS TERMOGRAFICOS

Brinco	Vaca	ECC0	ECC0	EL0	EL7	Lesão	Membro	Tratantes	Trat Total	Temp OLHO0	Temp OLHO7	Temp ubere0	Temp ubere7
1164	8	2.75	1.75	5	3	DI	PE	0	1	.	38.8	38.5	.
11140	9	3	3	4	3	DD/DI	PE	6	7	37.9	43	39.2	39.0
1719	10	3.25	3.25	5	5	CORTE	AD	0	1	38.2	37.2	37.7	.
5110	11	3.25	3.5	4	5	RACHADURA	PD	6	7	37.4	37.5	.	37.0
5431	12	2.75	3	5	1	DD	ADPE	5	6	37.1	37.4	38.5	38.3
5270	13	3	3	5	5	CORTE	AD	0	1	38.9	42.2	36.5	38.3
1436	14	3.25	.	.	2	UPA	PDE	0	2	38.7	37.1	37	36.2
973	15	2.50	2.75	4	2	DD	PDE	0	1	35.6	36.7	38.1	36.5
1592	16	2.75	3	5	5	DI	PDE	0	1	35.6	36.1	37.4	35.4
11930	17	3.75	4	5	3	DD	PE	0	1	37.7	36.4	36.8	36.0
5322	20	2.50	2.5	4	2	DD	PDE	2	3	37.9	35.2	38.3	36.0
11280	21	3.75	3.5	4	1	DD	PE	1	3	37.7	35.0	37.2	34.3
1648	22	2.75	2.75	4	1	DI	PD	2	3	35.9	35.4	37.5	35.9
5370J	23	2.75	.	4	1	USOLA	PD	0	1	37.0	38.6	37.8	39.7
12080	27	.	3.25	5	3	ESOLA	PD	0	1	38.3	39.8	38.1	35.6
751	28	3	2.5	4	1	DD	PDE	0	1	37.3	38.1	36.9	37.8
1794	29	3.25	3.25	5	4	DD	PDE	6	7	38.8	38.2	39.4	40.0
1646	30	2.75	2.75	5	2	FLEG	PD	0	1	37.7	38.9	38.4	38.9
12660	33	3.50	3.25	5	4	LAM	PD	0	1	38.3	39.0	38.2	39.9
1854	34	3	3.25	4	1	DDDI	PD	2	3	37.2	38.6	38.8	35.5
5348	35	2.50	2.50	5	4	USOLA	AE	0	1	38.4	37.0	36.7	37.3
1765	36	3.25	3.25	5	4	DD	PE	0	1	39.1	39.4	36.9	38.4
1187	38	2.75	2.75	4	3	FLEG	PD	0	1	38.8	38.7	36.0	38.4
12010	39	3	3	4	3	DD	PDE	3	4	38.9	38.1	36.4	35.2
1940	41	3.25	3.25	4	3	DD	PE	0	1	37.8	38.0	35.0	36.5
12970	43	2.75	3.0	4	3	LAM	PE	0	1	38.3	.	37.1	39.4
12400	44	3.25	3.25	4	4	DD	PD	0	1	36.6	37.0	36.4	36.6
1436	14B	2.5	3.25	5	3	UPA	PDE	0	2	38.1	39.5	38.6	38.2
11280	21B	3.25	3.5	4	3	DD	PE	1	3	38.2	36.9	35.9	35.4
5405	3B	3	3	5	4	USOLA	PDE	4	6	38.5	38.1	37.7	37.6
1708	5B	3	3.25	4	1	DD	PD	2	4	38.8	38.6	38.5	38.2
1852	7B	2.75	3.0	5	4	DI	PE	1	3	37.8	39.9	38.2	39.4

TABELA COM DADOS TERMOGRAFICOS

Brinco	Vaca	Temp lesãomed0	Temp lesãomed7	Temp lesãomax0	Temp lesãomax7	Controle med0	Controle med7	Controle max0	Controle max7	ΔTmax0	ΔTmax7	ΔTmed0	ΔTmed7
1164	8	33,5		38		31,6		36,9		1,1		1,9	
11140	9	30,5	31,5	37,0	37,1	30,8	.	37,6	.	0,6	.	0,3	.
1719	10	.	32,3	.	36,2	.	28,5	.	30,3	.	5,9	.	3,8
5110	11	31,1	29,3	34,0	32,4	.	.	.	.	.	.	.	.
5431	12	34,8	.	37,9	.	.	.	.	.	.	.	.	.
5270	13	30,2	35,4	35,5	36,8	32,9	36,6	34,9	40,4	0,6		2,7	
1436	14	28,6	29,2	32	34,2	.	.	.	.	.	.	.	.
973	15	30,4	28,7	35	34,1	.	.	.	.	.	.	.	.
1592	16	30,8	28,5	35,8	35	.	.	.	.	.	.	.	.
11930	17	29,9	29,2	34,3	31,8	29,4	29,1	33,7	33,1	0,6	1,3	0,5	0,1
5322	20	29	26,4	33,8	29,9	.	.	.	.	.	.	.	.
11280	21	30,2	27	34,5	31,7	30,8	26,7	34,3	31,7	0,2	0	0,6	0,3
1648	22	31,6	28,8	35,7	32,1	29,6	30,1	32,9	34,1	2,8	2	2	1,3
5370J	23	28,4	29,8	32,1	31,8	25,4	29,05	26,3	35,2	5,8	3,4	3	0,75
12080	27	28,9	28,1	30,4	31,1	.	.	.	.	.	.	.	.
751	28	31,9	29,4	35,3	33,9	.	.	.	.	.	.	.	.
1794	29	28,9	33	34,6	36,2	.	.	.	.	.	.	.	.
1646	30	32,5	32,3	37,8	36,2	33,3	30,9	39,8	35,2	2	1,0	0,8	1,4
12660	33	34,2	30,1	37,2	35,7	31,2	29,1	34,7	35,2	3,1	0,5	3	1,0
1854	34	28,1	31,7	36,3	37,2	27,5	32,9	36,5	38,8	0,2	1,6	0,6	1,2
5348	35	28,9	28,5	31,7	36,7	25,0	26,1	28,1	27,9	3,6	8,8	3,9	2,4
1765	36	31,6	32,3	36,0	35,4	30,3	29,6	33,8	34,2	2,2	1,2	1,3	2,7
1187	38	31,4	33,2	35,5	34,8	28,6	31,2	35,3	36,4	0,2	1,6	2,8	2,0
12010	39	27,2	29,3	29,9	34,4	.	.	.	.	.	.	.	.
1940	41	28,1	.	32,9	.	25,9	.	31,6	.	1,3	.	2,2	.
12970	43	30,7	34,3	36,2	37,3	32,5	34,4	36,9	36,8	0,7	0,5	1,8	0,1
12400	44	30,4	29,5	37,2	34,3	26,7	27,8	30,7	31,8	6,5	2,5	3,7	1,7
1436	14B	26,5	30,2	30	34,5	.	.	.	.	.	.	.	.
11280	21B	29,4	24,8	35,9	31,1	29,2	27,9	33,6	34,3	0,2	3,2	2,3	3,1
5405	3B	28,5	30,7	33,3	35,7	.	.	.	.	.	.	.	.
1708	5B	29,7	30,4	34,2	35,7	28,8	29,4	32,7	34,1	1,5	1,6	0,9	1,0
1852	7B	28,1	28,7	33,41	37,4	29,2	30,4	35,1	38,3	1,7	0,9	1,1	1,7

### APENDICE 3

Tabela da composição do leite

Brinco	Vac a	Peso	Id ad e	Raça	Nº par to	dias lact.	Data	THI max	THI med	THI min	Di a	Gord %	Prot %	Lact %	Sól %	CCS	pH	Acid ez	Alco ol	Cálc i o	EL
852	2	665	8	hol	4	605	22/01/14	88,44	81,44	72,16	-1	.	.	.	.	.	7.11	8	82	.	5
1313	4	.	.	hol	3	364	22/01/14	88,44	81,44	72,16	-1	4.32	3.06	4.34	12.62	303000	6.8	16	84	179	4
1708	5	723	4	hol	1	114	22/01/14	88,44	81,44	72,16	-1	2.81	2.93	4.63	11.09	49000	6.7	15	90	147	4
1603	6	666	4	hol	2	390	22/01/14	88,44	81,44	72,16	-1	4.84	3.26	4.83	13.85	295000	6.72	16	90	146	4
1852	7	632	3	hol	1	188	22/01/14	88,44	81,44	72,16	-1	3.14	3.04	4.67	11.62	25000	6.86	14	90	151	4
852	8	750	6	hol	4	388	29/01/14	88,99	83,06	69,08	-1	4.36	2.7	4.33	12.11	530000	6.83	13	80	149	5
1313	9	590	4	hol	1	210	29/01/14	88,99	83,06	69,08	-1	5.37	2.82	4.21	13.24	215000	6.89	13	86	158	4
1708	10	637	3	hol	1	174	29/01/14	88,99	83,06	69,08	-1	3.77	2.55	4.66	11.53	91000	6.82	12	53	203	5
1603	12	465	3	jer	1	175	29/01/14	88,99	83,06	69,08	-1	5.6	3.92	4.86	15.69	42000	6.88	16	86	135	5
1852	14	641	4	hol	3	39	20/02/14	76,50	73,40	71,23	-1	3.49	2.97	4.6	12.06	707000	7,00	13	76	.	4
852	15	735	7	hol	5	118	20/02/14	76,50	73,40	71,23	-1	2.64	3.07	3.99	10.68	121000	6.92	14	68	215	4
1708	16	548	4	hol	1	73	20/02/14	76,50	73,40	71,23	-1	3.02	2.98	4.28	11.29	271000	6.87	15	80	201	5
1603	17	610	3	hol	1	210	20/02/14	76,50	73,40	71,23	-1	4	3.47	4.65	13.18	172000	7.02	16	86	197	5
1852	20	442	7	jer	1	188	20/02/14	76,50	73,40	71,23	-1	.	3.04	4.5	9.75	153000	7.14	8	76	196	4
1164	21	690	4	hol	1	400	20/02/14	76,50	73,40	71,23	-1	3.54	3.63	4.33	12.53	307000	6.94	14	72	185	4
11140	22	635	4	hol	2	132	20/02/14	76,50	73,40	71,23	-1	3.32	2.93	4.62	11.87	57000	6.77	13	90	171	4
1719	23	605	5	jer	2	220	12/03/14	76,79	73,39	64,02	-1	4.32	3.21	4.51	13.02	277000	7.04	15	72	170	4
5431	27	644	3	hol	1	65	12/03/14	76,79	73,39	64,02	-1	2.78	3.06	4.69	11.56	264000	6.96	18	82	201	5
852	28	615	8	hol	6	430	12/03/14	76,79	73,39	64,02	-1	4.67	2.74	4.58	13	68000	6.95	16	80	161	4
1708	7B	632	3	hol	1	233	12/03/014	76,79	73,39	64,02	-1	3.66	3.18	4.66	12.5	31000	6.89	14	80	192	5
1603	14B	641	4	hol	3	59	12/03/14	76,79	73,39	64,02	-1	.	2.63	4.55	16.23	316000	6.96	14	72	177	5
1852	29	607	3	hol	1	210	02/04/14	80,88	77,11	69,61	-1	3,16	2,92	4,76	11,55	7000	6.88	16	90	177	5
1164	30	630	4	hol	2	27	02/04/14	80,88	77,11	69,61	-1	3,68	2,45	4,86	11,45	39000	6.81	15	80	214	5
11140	31	.	5	hol	3	28	02/04/14	80,88	77,11	69,61	-1	.	3,11	4,81	10,22	128000	6.75	19	82	202	4
1719	33	600	2	hol	1	272	02/04/14	80,88	77,11	69,61	-1	2,97	3,13	4,65	11,58	16000	6.82	19	88	166	5
5431	34	592	3	hol	1	296	02/04/14	80,88	77,11	69,61	-1	2,91	3,51	4,7	12,15	399000	6.86	18	88	159	4
1164	3B	480	4	jer	1	150	02/04/14	80,88	77,11	69,61	-1	.	4,01	3,89	16,02	793000	6.84	17	78	194	5
11140	5B	723	4	hol	1	114	02/04/14	80,88	77,11	69,61	-1	3,83	3,08	4,51	12,28	37000	6.82	17	78	202	4
1719	35	427	6	jer	3	11	23/04/14	74,08	69,15	56,12	-1	3,15	4	4,62	13,04	24000	.	30	70	219	5
5431	36	684	3	hol	2	104	23/04/14	74,08	69,15	56,12	-1	4,52	2,9	5,02	13,09	84000	.	17	82	147	5
1164	37	674	4	hol	1	43	23/04/14	74,08	69,15	56,12	-1	3,13	2,7	4,54	10,97	280000	.	16	86	136	4
11140	38	700	6	hol	1	14	23/04/14	74,08	69,15	56,12	-1	3,97	2,64	4,25	11,5	70000	.	16	63	220	4
1719	39	563	3	hol	1	300	23/04/14	74,08	69,15	56,12	-1	2,15	2,84	3,95	9,71	17000	.	15	63	184	4
5431	40	644	2	hol	1	102	23/04/14	74,08	69,15	56,12	-1	3,61	2,97	4,61	11,94	117000	.	17	78	163	4

1436	41	577	2	hol	1	108	23/04/14	74,08	69,15	56,12	-1	3,74	3,09	4,55	12,2	461000	.	17	82	159	4
973	21B	690	4	hol	1	400	29/04/14	74,33	71,01	57,02	-1	4,41	3,97	4,19	13,93	955000	.	14	76	.	4
1592	43	577	2	hol	1	11	29/04/14	74,33	71,01	57,02	-1	3,79	3,57	4,42	12,87	2115000	.	21	63	.	4
11930	44	600	3	hol	1	250	29/04/14	74,33	71,01	57,02	-1	4,45	3,79	4,59	14,02	272000	.	18	84	.	4
5322	2	665	8	hol	4	605	24/01/14	87,67	83,40	71,96	1	5,16	4,58	3,62	15,23	400000	6,77	15	74	.	5
11280	4	.	.	hol	3	364	24/01/14	87,67	83,40	71,96	1	5,33	2,25	3,87	12,05	5154000	5,72	13	70	.	4
1648	5	723	4	hol	1	114	24/01/14	87,67	83,40	71,96	1	3,75	2,74	4,6	11,75	96000	6,54	13	86	.	4
1436	6	666	4	hol	2	390	24/01/14	87,67	83,40	71,96	1	4,78	3,08	4,53	13,28	360000	6,86	.	88	.	4
973	7	632	3	hol	1	188	24/01/14	87,67	83,40	71,96	1	3,46	2,91	4,68	11,78	62000	6,86	14	90	.	4
1592	8	750	6	hol	4	388	31/01/14	86,07	80,89	69,34	1	4,87	2,78	4,06	12,53	571000	6,72	14	68	219	5
11930	9	590	4	hol	1	210	31/01/14	86,07	80,89	69,34	1	3,85	3,03	4,22	11,98	34000	6,65	15	74	198	4
5322	10	637	3	hol	1	174	31/01/14	86,07	80,89	69,34	1	4,25	2,55	4,63	11,99	185000	6,82	13	63	236	5
11280	12	465	3	jer	1	175	31/01/14	86,07	80,89	69,34	1	3,12	3,92	4,89	13,13	18000	6,82	16	80	165	5
1648	14	641	4	hol	3	39	22/02/14	89,40	79,64	69,07	1	3,62	2,76	4,61	12	339000	6,66	13	78	195	4
1436	15	735	7	hol	5	118	22/02/14	89,40	79,64	69,07	1	3,07	3,02	4,11	11,25	132000	6,76	14	74	193	4
973	16	548	4	hol	1	73	22/02/14	89,40	79,64	69,07	1	2,01	2,91	4,49	10,41	48000	6,75	15	82	166	5
1592	17	610	3	hol	1	210	22/02/14	89,40	79,64	69,07	1	4	3,46	4,6	13,11	144000	6,68	18	82	180	5
11930	20	442	7	jer	1	188	22/02/14	89,40	79,64	69,07	1	.	3	4,36	9,99	405000	7,04	8	72	205	4
5322	21	690	4	hol	1	400	22/02/14	89,40	79,64	69,07	1	3,53	2,55	3,02	10,14	241000	6,87	10	76	163	4
11280	22	635	4	hol	2	132	22/02/14	89,40	79,64	69,07	1	3,17	2,85	4,46	11,48	43000	6,74	13	90	164	4
1648	23	605	5	jer	2	220	14/03/14	82,77	77,21	66,20	1	3,86	3,37	4,55	12,74	286000	6,98	16	70	188	4
1436	27	644	3	hol	1	65	14/03/14	82,77	77,21	66,20	1	4,14	2,96	4,87	12,95	186000	6,81	19	88	142	5
973	28	615	8	hol	6	430	14/03/14	82,77	77,21	66,20	1	3,66	2,67	4,8	12,07	55000	6,97	16	90	154	4
1592	7B	632	3	hol	1	233	14/03/14	82,77	77,21	66,20	1	3,63	3,07	4,69	12,37	22000	7	15	80	154	5
11930	14B	641	4	hol	3	59	14/03/14	82,77	77,21	66,20	1	4,78	2,73	4,71	13,2	200000	6,95	14	78	161	5
5322	29	607	3	hol	1	210	04/04/14	80,42	77,31	66,92	1	3,79	2,82	4,75	12,04	10000	6,66	16	88	196	5
11280	30	630	4	hol	2	27	04/04/14	80,42	77,31	66,92	1	3,48	2,48	4,59	11,06	94000	6,62	16	86	203	5
1648	31	.	5	hol	3	28	04/04/14	80,42	77,31	66,92	1	.	2,91	4,59	9,81	39000	6,62	18	76	216	4
5370J	33	600	2	hol	1	272	04/04/14	80,42	77,31	66,92	1	.	3,19	4,78	10,77	11000	6,68	18	82	205	5
12080	34	592	3	hol	1	296	04/04/14	80,42	77,31	66,92	1	2,92	3,51	4,67	12,14	167000	6,62	21	88	197	4
751	3B	480	4	jer	1	150	04/04/14	80,42	77,31	66,92	1	.	4,02	4,08	15,67	3285000	6,64	20	72	.	5
1852	5B	723	4	hol	1	114	04/04/14	80,42	77,31	66,92	1	3,84	3,09	4,53	12,33	61000	6,86	17	82	195	4
1436	35	427	6	jer	3	11	25/04/14	70,51	68,12	59,31	1	4,22	3,76	4,52	13,67	19000	.	24	74	.	5
5370J	36	684	3	hol	2	104	25/04/14	70,51	68,12	59,31	1	4,49	2,97	4,8	12,98	69000	.	16	84	.	5
12080	37	674	4	hol	1	43	25/04/14	70,51	68,12	59,31	1	5,42	2,46	4,4	12,84	753000	.	15	78	.	4
751	38	700	6	hol	1	14	25/04/14	70,51	68,12	59,31	1	4,51	2,93	4,44	12,65	21000	.	16	63	.	4
1852	39	563	3	hol	1	300	25/04/14	70,51	68,12	59,31	1	3,4	2,98	4,25	11,43	15000	.	17	63	.	4
1436	40	644	2	hol	1	102	25/04/14	70,51	68,12	59,31	1	4,79	3,06	4,24	12,99	899000	.	12	86	.	4
5370J	41	577	2	hol	1	108	25/04/14	70,51	68,12	59,31	1	3,84	3,14	4,77	12,55	442000	.	18	82	.	4
12080	21B	690	4	hol	1	400	01/05/14	72,52	67,06	63,32	1	4,87	4,17	4	14,55	595000	.	14	80	.	4

751	43	577	2	hol	1	11	01/05/14	72,52	67,06	63,32	1	2,51	3,62	3,8	11,14	3123000	.	15	80	.	4
1852	44	600	3	hol	1	250	01/05/14	72,52	67,06	63,32	1	3,44	3,77	4,74	13,07	141000	.	14	82	.	4
1436	2	665	8	hol	4	605	29/01/14	88,99	83,06	69,08	6	4.19	3.83	3.34	12.85	312000	6.94	12	80	166	3
5370J	5	723	4	hol	1	114	29/01/14	88,99	83,06	69,08	6	4.37	3.04	4.68	12.93	215000	6.69	14	90	147	5
12080	6	666	4	hol	2	390	29/01/14	88,99	83,06	69,08	6	3.65	2.61	3.72	10.72	211000	6.88	11	90	125	5
751	7	632	3	hol	1	188	29/01/14	88,99	83,06	69,08	6	4.43	3.05	4.6	12.92	66000	6.82	16	88	152	4
1852	8	750	6	hol	4	388	05/02/14	88,36	84,66	73,03	6	4.26	2.34	4.17	11.79	312000	6.82	13	80	.	3
1436	9	590	4	hol	1	210	05/02/14	88,36	84,66	73,03	6	4.13	2.91	4.23	12.21	35000	6.8	13	82	.	3
1794	10	637	3	hol	1	174	05/02/14	88,36	84,66	73,03	6	4.88	2.97	4.16	12.94	123000	6.71	14	53	.	5
1646	12	465	3	jer	1	175	05/02/14	88,36	84,66	73,03	6	4.5	3.96	4.75	13.91	47000	6.87	15	82	.	1
1375	14	641	4	hol	3	39	26/02/14	79,87	72,94	69,61	6	3.37	2.9	4.82	11.71	215000	6.71	16	82	148	2
12660	15	735	7	hol	5	118	26/02/14	79,87	72,94	69,61	6	4.35	3.84	3.99	13.52	202000	6.60	19	70	203	2
1854	16	548	4	hol	1	73	26/02/14	79,87	72,94	69,61	6	2.1	2.86	3.58	9.38	623000	6.75	15	68	203	5
5405	17	610	3	hol	1	210	26/02/14	79,87	72,94	69,61	6	2.91	2.65	3.56	9.86	77000	6.68	15	88	125	3
1708	20	442	7	jer	1	188	26/02/14	79,87	72,94	69,61	6	5.1	3.15	4.52	13.65	153000	6.90	10	72	162	2
1794	21	690	4	hol	1	400	26/02/14	79,87	72,94	69,61	6	4.92	3.69	4.42	14.21	370000	6.77	15	74	141	1
1646	22	635	4	hol	2	132	26/02/14	79,87	72,94	69,61	6	3.86	2.97	4.46	12.06	82000	6.80	13	88	128	1
1375	23	605	5	jer	2	220	19/03/14	77,12	71,59	68,17	6	4.26	3.28	4.31	12.86	395000	6.98	15	70	193	1
12660	27	644	3	hol	1	65	19/03/14	77,12	71,59	68,17	6	5.04	3.04	4.31	13.31	393000	6.98	16	88	157	3
1854	28	615	8	hol	6	430	19/03/14	77,12	71,59	68,17	6	4.03	2.78	4.81	12.27	43000	6.98	16	84	182	1
5405	7B	632	3	hol	1	233	19/03/14	77,12	71,59	68,17	6	3.42	3.16	4.77	12.18	101000	7.0	15	76	182	4
1708	14B	641	4	hol	3	59	19/03/14	77,12	71,59	68,17	6	5.37	2.82	4.66	13.59	106000	6.93	16	76	201	3
1794	29	607	3	hol	1	210	09/04/14	80,30	76,58	66,56	6	3,74	2,98	4,43	12,26	744000	6.99	14	90	140	4
1646	30	630	4	hol	2	27	09/04/14	80,30	76,58	66,56	6	2,38	2,75	4,63	10,8	54000	6.81	16	88	178	2
12660	33	600	2	hol	1	272	09/04/14	80,30	76,58	66,56	6	3,69	3,28	4,77	12,88	171000	6.80	17	88	185	4
1854	34	592	3	hol	1	296	09/04/14	80,30	76,58	66,56	6	3,73	3,7	4,79	13,33	164000	6.79	18	90	155	1
5405	3B	480	4	jer	1	150	09/04/14	80,30	76,58	66,56	6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
1708	5B	723	4	hol	1	114	09/04/14	80,30	76,58	66,56	6	4,11	3,23	4,68	13,1	46000	6.83	16	82	171	1
1794	35	427	6	jer	3	11	29/04/14	74,33	71,01	57,02	6	4,11	3,79	4,59	13,68	1000	.	19	68	.	4
1646	36	684	3	hol	2	104	29/04/14	74,33	71,01	57,02	6	5,38	2,91	4,7	13,72	73000	.	14	82	.	4
12660	37	674	4	hol	1	43	29/04/14	74,33	71,01	57,02	6	2,27	2,61	4,62	10,02	194000	.	13	86	.	4
1854	38	700	6	hol	1	14	29/04/14	74,33	71,01	57,02	6	4,64	2,64	4,41	12,32	36000	.	18	63	.	3
5405	39	563	3	hol	1	300	29/04/14	74,33	71,01	57,02	6	2,53	2,81	4,33	10,36	14000	.	15	63	.	3
1708	41	577	2	hol	1	108	29/04/14	74,33	71,01	57,02	6	2,74	3,32	4,82	11,73	413000	.	16	82	.	3
5348	21B	690	4	hol	1	400	07/05/14	81,49	73,36	67,64	6	4,1	4,14	4,04	13,74	585000	.	15	80	153	3
1765	43	577	2	hol	1	11	07/05/14	81,49	73,36	67,64	6	.	3,54	3,66	18,52	2218000	.	19	68	258	3
11180	44	600	3	hol	1	250	07/05/14	81,49	73,36	67,64	6	.	3,93	4,53	11,25	160000	.	16	86	149	4
1187	2	665	8	hol	4	605	31/01/14	86,07	80,89	69,34	8	.	4,49	3,73	17,64	519000	6.66	15	80	209	3
12010	5	723	4	hol	1	114	31/01/14	86,07	80,89	69,34	8	4.21	2.81	4.43	12.19	93000	6.75	16	82	176	5
2018	6	666	4	hol	2	390	31/01/14	86,07	80,89	69,34	8	4.15	3.37	4.73	13.23	503000	6.75	16	90	180	5

1940	7	632	3	hol	1	188	31/01/14	86,07	80,89	69,34	8	4.26	2.95	4.81	12.77	75000	6.77	15	78	205	4	
5348	8	750	6	hol	4	388	07/02/14	89,06	86,27	71,95	8	5.58	2.24	4.02	12.74	471000	6.69	13	68	.	3	
1765	9	590	4	hol	1	210	07/02/14	89,06	86,27	71,95	8	.	2.91	4.22	14.05	77000	6.96	11	82	.	3	
11180	10	637	3	hol	1	174	07/02/14	89,06	86,27	71,95	8	.	3.62	3.78	14.86	285000	6.86	10	53	.	5	
1187	12	465	3	jer	1	175	07/02/14	89,06	86,27	71,95	8	.	3.86	4.7	15.22	72000	6.82	15	86	.	1	
12010	14	641	4	hol	3	39	28/02/14	78,61	72,65	62,96	8	3.08	2.97	4.82	11.54	363000	6.72	16	74	203	2	
2018	15	735	7	hol	5	118	28/02/14	78,61	72,65	62,96	8	3.32	3.45	3.65	11.59	228000	6.79	16	63	211	2	
1940	16	548	4	hol	1	73	28/02/14	78,61	72,65	62,96	8	3.39	2.8	4.45	11.31	525000	6.59	16	63	.	5	
5348	17	610	3	hol	1	210	28/02/14	78,61	72,65	62,96	8	2.79	3.48	4.76	11.97	77000	6.71	20	84	172	3	
1765	20	442	7	jer	1	188	28/02/14	78,61	72,65	62,96	8	3.45	3.28	4.51	12.15	204000	6.89	10	63	228	2	
11180	21	690	4	hol	1	400	28/02/14	78,61	72,65	62,96	8	3.17	3.78	4.37	12.5	418000	6.66	17	74	179	1	
1187	22	635	4	hol	2	132	28/02/14	78,61	72,65	62,96	8	3.29	2.48	3.5	9.96	98000	6.83	12	78	163	1	
12010	23	605	5	jer	2	220	21/03/14	81,81	73,34	64,04	8	4.73	3.29	4.54	13.55	465000	.	15	70	228	1	
1940	27	644	3	hol	1	65	21/03/14	81,81	73,34	64,04	8	3.47	2.93	4.6	11.75	554000	.	17	88	204	3	
11280	28	615	8	hol	6	430	21/03/14	81,81	73,34	64,04	8	5.09	2.52	4.59	12.78	314000	.	16	84	173	1	
12970	7B	632	3	hol	1	233	21/03/14	81,81	73,34	64,04	8	3.76	2.91	4.63	12.04	49000	.	15	80	207	4	
12400	14B	641	4	hol	3	59	21/03/14	81,81	73,34	64,04	8	4.28	2.81	4.61	12.41	282000	.	16	78	161	3	
5348	29	607	3	hol	1	210	11/04/14	77,42	74,47	71,95	8	3,67	3,04	4,08	11,89	648000	6.97	14	90	.	4	
1765	30	630	4	hol	2	27	11/04/14	77,42	74,47	71,95	8	2,25	2,76	4,56	10,6	81000	6.70	16	90	.	2	
11180	33	600	2	hol	1	272	11/04/14	77,42	74,47	71,95	8	4,31	3,51	4,6	13,51	68000	6.75	17	84	.	4	
1187	34	592	3	hol	1	296	11/04/14	77,42	74,47	71,95	8	3,28	3,67	4,75	12,76	180000	6.64	19	90	.	1	
12010	3B	480	4	jer	1	150	11/04/14	77,42	74,47	71,95	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
1940	5B	723	4	hol	1	114	11/04/14	77,42	74,47	71,95	8	4,05	3,25	4,53	12,89	78000	6.76	17	82	.	1	
11280	35	427	6	jer	3	11	01/05/14	72,52	67,06	63,32	8	.	3,35	4,55	15,42	13000	.	19	74	.	4	
12970	36	684	3	hol	2	104	01/05/14	72,52	67,06	63,32	8	4,65	2,85	4,88	13,04	39000	.	15	86	.	4	
12400	37	674	4	hol	1	43	01/05/14	72,52	67,06	63,32	8	4,22	2,45	4,62	11,78	383000	.	13	84	.	4	
11280	38	700	6	hol	1	14	01/05/14	72,52	67,06	63,32	8	3,2	2,85	4,72	11,42	13000	.	16	70	.	3	
12970	39	563	3	hol	1	300	01/05/14	72,52	67,06	63,32	8	3,25	3,01	4,44	11,49	29000	.	15	68	.	3	
12400	41	577	2	hol	1	108	01/05/14	72,52	67,06	63,32	8	2,9	2,92	4,72	11,21	337000	.	17	88	.	3	
11280	21B	690	4	hol	1	400	09/05/14	64,88	53,60	5,56	8	5,23	4,51	3,9	15,35	1128000	.	15	78	.	3	
12970	43	577	2	hol	1	11	09/05/14	64,88	53,60	5,56	8	.	2,98	4,19	9,35	1325000	.	15	74	204	3	
12400	44	600	3	hol	1	250	09/05/14	64,88	53,60	5,56	8	4,03	4,03	4,59	13,95	160000	.	19	82	168	4	



## Animal

An International Journal of Animal Bioscience

Instructions for authors

Last updated November 2013

### Introduction

***animal*** – an International Journal of Animal Bioscience (*animal*) is published in English in one volume of 12 issues per year, as a printed journal and in electronic form. Additional special issues may also be produced. No page charges are required from the authors (the Open Access option requires payment of an article processing fee: see below).

*animal* attracts the best research in animal biology and animal systems from across the spectrum of the agricultural, biomedical, and environmental sciences; it is the central element in a collaboration between the British Society of Animal Science (BSAS), the Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) and the European Federation for Animal Science (EAAP) and represents the merger in 2006 of three scientific journals: *Animal Science*; *Animal Research*; *Reproduction, Nutrition, Development*.

### Scope

*animal* publishes original, cutting-edge research and horizon-scanning reviews on animal-related aspects of the life sciences at the molecular, cellular, organ, whole animal and production system levels. Papers will be considered in aspects of both strategic and applied science in the areas of Animal Breeding and Genetics, Nutrition, Physiology and Functional Biology of Systems, Behaviour, Health and Welfare, Livestock Farming Systems and Environment, and Product Quality, Human Health and Well-being. Emphasis is placed on **managed animals** and on the integrative nature of biological systems. The use of laboratory animal models for the benefit of farmed livestock is within the scope. Studies using farm animals with the aim of improving human health are also acceptable but they must also indicate benefits to farmed livestock. Wild animals which are marginally bred in a few countries or which could be bred in the future, and wild animals raised in captivity are not considered as farm animals. Papers dealing with the translation of basic and strategic science into whole animal and system impacts on Productivity, Product Quality, the Environment and Humans (health, nutrition and well being) will be particularly welcome. Papers should also be of **international relevance**, appeal to an international readership and then **not limited to national or regional conditions**. The full **scope of the**

**journal** is available on <http://www.animal-journal.eu/scope.htm> and should be consulted before submitting a paper.

*animal* is essential reading for all animal scientists interested in biochemistry, microbiology, nutrition, physiology, modelling, genetics, behaviour, immunology, epidemiology, engineering, economics, sociology, food science and technology, human health, farming systems, and land-use management, environmental impact and climate change.

### **Type of articles**

*animal* publishes different types of articles:

- **Full research papers** which correspond to a full account of a complete project. The approach can be experimental or theoretical, provided the work has been carried out in a systematic way. Routine studies, descriptive experiments without an experimental design controlled by the author, papers based on repetition of published experiments with other breeds, or in other geographical conditions are discouraged. Papers presenting a detailed description of a new technique are within the scope and are encouraged. Comparison of existing methods is considered, provided similar comparisons have never been published. Full papers, including meta-analyses, should be comprehensive and should include an in-depth discussion. Papers in a numbered series are not accepted unless all are presented at the same time. The maximum length including references, tables and figures must not exceed 9 journal pages; this represents approx. 7,000 words as text plus tables (and 2-3 figures in addition). More than 8 tables plus figures are discouraged. For guidance, 7,000 words correspond to approx. 25-28 pages of text plus tables written in font Arial 12, double spacing, 2.5 cm margins. Large tables are discouraged in the manuscript but they may be submitted as Supplementary Material (see below). Manuscripts that are too long will be sent back to the author. A [style sheet](#) summarizing these indications is available on our website.

- **Short communications** will only be accepted in special cases where, in the Editor's judgement, the contents are exceptionally exciting, novel or timely. Partial data or complete studies with a very limited amount of results will not be considered as short communications. The maximum length should not exceed 4 journal pages (approx. 3,000 words) including a maximum of 3 tables and/or figures and a maximum of 10 references. These short communications will be peer-reviewed in the same way as full papers. Very short publications which are not considered as short communications by the editorial board will be handled as full papers.

- **Review papers** can be invited or unsolicited. They have to be contemporary and comprehensive, and add information to published reviews on the same topic. When relevant, a statistical analysis of data and a meta-analysis approach are recommended. Mini-reviews on limited topics are

accepted. The maximum length is 12 journal pages (approx. 9,500 words as text plus tables; and 3-4 figures in addition). More than 10 tables plus figures are discouraged. For guidance, 9,500 words correspond to approx. 35-38 pages of text plus tables written in font Arial 12, double spacing, 2.5 cm margins. Manuscripts that are too long will be sent back to the author. As for full research papers, supplementary material can be proposed.

**- Conference/Symposia papers**

The journal will consider for publication the results of original work and critical reviews that are presented at conferences/symposia. Acceptance of such papers will be subject to:

- \* the content being within the scope of the journal's interests
- \* the journal's standard peer review process
- \* reports of original work; the papers being full reports; short abstracts or reports of incomplete work will not be considered
- \* symposium organisers agreeing to comply with the journals standards of acceptance.

Symposium organisers who intend to publish papers from the symposium in *animal* should first contact Sarah Maddox from Cambridge University Press ([smaddox@cambridge.org](mailto:smaddox@cambridge.org)) for information on the management of these papers. If the papers do not fit the requested conditions for publication in *animal*, the papers may be referred to *Advances in Animal Biosciences*, a companion publication of *animal* published by Cambridge University Press, for consideration for publication. If papers are accepted for publication in *animal*, subject to the Editor-in-Chief's discretion, they will be published either within the normal issues of the journal or as a special issue. The number of pages allocated to symposia papers will also be at the discretion of the Editor-in-chief and the Series Editor in consultation with symposium organisers and may be lower than the number of pages normally allocated to full research papers.

Book reviews are not accepted. Letters to the editors may be published when the Editor-in-Chief believes that an exceptional topic has been raised that warrants debate through this medium.

Submitted manuscripts should not have been published previously, except in a limited form (e.g. short communication to a symposium), part of MSc or PhD theses, and should not be under consideration for publication by other journals. Papers of which most of the content has previously been published in another language will not be considered for publication in *animal*. All co-authors should agree with the content of the manuscript. Authors should have obtained permission to use any copyrighted material in the manuscript prior to submission. The work described in the manuscript must comply with ethical guidelines available on the website [http://www.animal-journal.eu/ethical\\_policy.htm](http://www.animal-journal.eu/ethical_policy.htm).

**Recommendations for preparation of papers**

The responsibility for the preparation of a paper in a form suitable for publication lies in the first place with the author. Authors should consult a free issue or a free article of *animal*, available at <http://journals.cambridge.org/anmsample>, in order to make themselves broadly familiar with the layout and style of *animal*. The English must be acceptable for publication. If the English is not good enough, editors may ask for a linguistic revision by a third-party service at any stage of the review process and at the author's cost. The copyeditor will check and correct minor grammatical errors and journal styles in the accepted manuscripts, but he will not perform language editing. A variety of third-party services specialising in language editing and/or translation can be found here:

<http://journals.cambridge.org/action/stream?pageld=8728&level=2&menu=Authors&pageld=3608>. Manuscripts should be prepared using a standard word processing program, presented in a clear, readable format with easily identified sections and headings and typed with double-line spacing with wide margins (2.5 cm). The use of small paragraphs with less than 8 lines must be minimised. The lines must be continuously numbered (on left side); the pages must also be numbered. Font Arial 12 should be used for the text, and Arial 11 for tables and references, in order to easily evaluate manuscript length. The typographical and other conventions to be adopted are set out below. A [style sheet](#) is available on our website in order to help the authors to organise their manuscript and to comply with animal style format. Manuscripts which do not follow the below mentioned conventions will be sent back to the author.

#### *Title*

A title needs to be concise and informative. It should:

- (a) arrest the attention of a potential reader scanning a journal or a list of titles;
- (b) provide sufficient information to allow the reader to judge the relevance of a paper to his/her interests and whether it will repay the effort of obtaining a copy;
- (c) incorporate keywords or phrases that can be used in indexing and information retrieval, especially the animal species on which the experiment has been carried out;
- (d) avoid inessentials such as 'A detailed study of ...', or 'Contribution to ...';
- (e) not include the name of the country or of the region where the experiment took place; (f) be shorter than 170 characters including spaces.

#### *Authors and affiliation*

The names and affiliations of the authors should be presented as follows:

J. Smith<sup>1,a</sup>, P.E. Jones<sup>2</sup>, J.M. Garcia<sup>1,3</sup> and P.K. Martin Jr<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Department of Animal Nutrition, Scottish Agricultural College, West Main Road, Edinburgh EH9 3JG, UK*

<sup>2</sup>*Animal Science Department, North Carolina State University, Raleigh, NC 27695-7621, USA*

<sup>3</sup>*Laboratorio de Producción Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza, C. Miguel Servet, 177, 50013, Zaragoza, Spain*

<sup>a</sup>*Present address: Dairy Science Laboratory, AgResearch, Private Bag 11008, Palmerston North, New Zealand (for any author of the list whose present address differs from that at which the work was done) Corresponding author: John Smith. E-mail: John.Smith@univ.co.uk*

The corresponding author indicated in the manuscript who will be the correspondent for a published paper can be different from the corresponding author who submits and manages the manuscript during the review process; the latter corresponding author will need to be registered on Editorial Manager.

#### *Running head*

Authors should propose a running head of no more than 50 characters. If the proposed running head is not appropriate, it could be modified by the Editorial Office, with the author's agreement.

#### *Abstract*

Every paper should have a **one-paragraph abstract** of not more than 400 words which is complete and understandable without reference to the paper. It should state succinctly the problem, the experimental methods, results and conclusions but should not be overburdened by numerical values or probability values. References to tables and figures, and undefined abbreviations are not acceptable.

#### *Keywords*

Up to a maximum of five keywords selected from CAB Thesaurus (1995) or from an equivalent volume should be selected. Keywords are essential in information retrieval and should be indicative of the content of the paper (animal species, etc.). If the proposed keywords are not appropriate, the manuscript will be returned to the authors. The use of non-standard abbreviations in the list of keyword is discouraged.

#### *Implications*

Authors must write maximum 100 words explaining the implications of their work. Implications explain the expected importance or economic, environmental and/or social impact. This must be in simple English suitable for non science readers. This section is mandatory and will be peer-reviewed.

#### *Introduction*

The Introduction should briefly present the current issues that the authors are addressing while outlining the context of the work, ensuring that the objectives are clearly defined, and that the main features of the experiment or of the work are clear to the reader. Increasing the knowledge on a subject is

not an objective *per se*. References in the Introduction should be limited as it should not be a preliminary discussion or a literature review.

#### *Material and methods*

Material and Methods should be described in sufficient detail within this section, so that it is possible for others to repeat the experiment. If the methods are numerous, authors should refer to one of their previous publications in which they are described in detail.

If a proprietary product is used as a source of material in experimental comparisons, this should be described using the appropriate chemical name. If the trade name is helpful to the readers, provide it in parentheses after the first mention. Authors who have worked with proprietary products, including equipment, should ensure that the manufacturers or suppliers of these products have no objections to publication if the products, for the purpose of experimentation, were not used according to the manufacturer's instructions.

#### *Results - Discussion*

They can be presented together (Results and Discussion) or in 2 different sections (Results followed by Discussion). Conventions for presenting these sections or the Materials and Methods section (sub-headings, etc.) are presented later in this document.

#### *Statistical treatment of results*

A statistical guide for authors is available on the website at [http://www.animal-journal.eu/statistical\\_instructions.htm](http://www.animal-journal.eu/statistical_instructions.htm). The methods and models of statistical analysis must be indicated and sufficient statistical details given to allow replication of the experiment. Where reference is made to statistical significance, the level of significance attained should normally be indicated by using the following conventional standard abbreviations (which need not be defined):  $P > 0.05$  for non-significance and  $P < 0.05$ ,  $P < 0.01$  and  $P < 0.001$  for significance at these levels. In tables, levels of significance should be indicated by \*, \*\* and \*\*\* respectively. Statistical significance (e.g.  $P = 0.07$ ) can also be used in the text or tables. **Treatment means should normally be given without their standard deviation** (i.e. variability in a sample or a population). An indicator of the precision of the measure such as the pooled standard error, the residual standard deviation (RSD) or the root mean square error (RMSE) should be given for each criteria/item/variable/trait in an additional column (or line). Differences between treatments (or comparison of mean values) will be indicated using the following conventional standard: a, b for  $P < 0.05$ ; A, B for  $P < 0.01$ ; in most cases, the 0.05 level is sufficient.

#### *Tables*

These should be as simple and as few as possible. The same material should not normally be presented in tabular and graphical form. When both forms are possible, authors should present tables. Generally, variables are in rows and

treatments in columns. In designing tables, authors should refer to the page size and column widths of *animal* as guidance. Each table should be typed, preferably in double spacing, on a page separate from the main body of the text (one table per page) and an indication given in the text where it should be inserted. Tables which are created in Word should not use tabs but should use the table function within the programme. Tables should not be prepared with vertical lines between columns and horizontal lines between rows of data. Tables should be given Arabic numbering and each should have its own explanatory title, footnotes and definitions of abbreviations which are sufficient **to permit the table to be understood without reference to the text** ("Effect of fat source and animal breed on carcass composition in pigs" is preferred to "Carcass composition"). The title should not contain too many details about the protocol, the definition of abbreviations, etc. Such details are preferred as footnotes. All tables must be cited consecutively in the text. Column headings should be concise and units should be clearly stated using standard abbreviations; any non-standard abbreviation should be defined. Only the first letter of the first word is in capitals. Sub-items describing the data in the rows should be indented relative to crossheadings; where they involve printing on more than one line, they should be indented in the second and subsequent lines. Sub-sub-items should also be indented. Footnotes should be used sparingly and kept brief. They must provide the bases for statistics (levels of significance, statistical model, etc.). The reference symbols used in footnotes are numbers in low cases. The values in the tables should be given with meaningful decimals; practically, the last digit should correspond to about one tenth of the standard error. The number of decimals for mean treatment values and the corresponding indicator of residual variability (RSD, SEM, RMSE, etc.) should be consistent in all the tables, either identical or one more for the variability indicator, but not both possibilities. Values such as efficiencies or digestibilities are preferred as percentages.

### *Figures*

It is recommended that the width of any diagram submitted should be either 175 mm (2 columns) or 83 mm (1 column) including the legend at the side(s). In choosing ornaments, solid symbols should be used before open symbols, and continuous lines before dotted or dashed lines. The size of symbols should be appropriate (neither too small nor too big and clumsy). The use of colour in figures should be avoided, unless it is essential to understanding the figure. Figures are then usually supplied as black and white and as one file per figure. Colour figures are reproduced at no cost to the author for the on-line version. But the authors are liable to cover the **additional costs for printing figures in colour**. Publication charges can be found at [http://www.animal-journal.eu/documents/Reprints\\_cost.pdf](http://www.animal-journal.eu/documents/Reprints_cost.pdf). All figures must be numbered consecutively in the text. **Captions for all figures should be typed on a separate page** at the end of the manuscript and should be sufficiently detailed to allow the figure to be understood without reference to the text; figures are submitted without their captions. An indication of where a figure should

appear should be given within the text. Diagrams and plates are referred to within the text as Figure 1, etc., and the captions begin with Figure 1, etc. For details of submission requirements, refer to section on 'Submission and evaluation of the manuscript'.

### *Acknowledgements*

In this section, the authors may acknowledge (briefly) their support staff, their funding sources, their credits to companies or copyrighted material, etc. All papers with a potential conflict of interest must include a description/explanation under the Acknowledgements heading.

### *References*

It is the author's responsibility to ensure that all references are correct. The references should adhere to the guidelines, be relevant to the text content and they should all be cited in the text. The maximum number of references is 10 for short communications, 35 for original articles and 50 for review papers, except when the editor agrees a higher number. No more than 3 references can be given for the same statement (except for reviews and meta-analyses). Authors should minimise the number of references to conference proceedings, reports, PhD theses, and other references which cannot easily be obtained by the reader. The accuracy of the references is the responsibility of the authors. Authors should carefully check authors' surnames and first names, article title, journal title, volume and page numbers, book publisher's information, proceedings exact description. Literature cited should be listed in alphabetical order of authors and references should not be numbered. For a same first author, the rank of references will be i) publications with one author ranked by year; ii) publications with two authors ranked by year; iii) publications with more than two authors ranked by year then, if necessary, by alphabetical order of the second author.

Typical references are:

#### *Journal article or abstract:*

Format: Author(s) surname and Initials Year. Title. Full title of the journal volume, pages. The issue within the volume is not mentioned, except if the numbering is per issue and not per volume (ex: newspapers). The word 'abstract' if applicable is not mentioned. Titles which cannot be written in Latin characters will be translated in English, followed by (in xxx) where xxx is the original language. Examples:

Martin C, Morgavi DP and Doreau M 2010. Methane mitigation in ruminants: from microbe to the farm scale. *Animal* 4, 351-365.

Morgavi DP, Martin C, Jouany JP and Ranilla MJ 2012. Rumen protozoa and methanogenesis: not a simple cause-effect relationship. *British Journal of Nutrition* 107, 388-397.



When the article is online but not yet printed, the right format is:

Zamaratskaia G and Squires EJ. Biochemical, nutritional and genetic effects on boar taint in entire male pigs. *Animal*, doi:10.1017/S1751731108003674, Published online by Cambridge University Press 17 December 2008.

*Book:*

Format: Author(s) or editor(s) surname and Initials, or institution Year. Title, number of volumes if more than 1, edition if applicable. Name of publisher, place of publication (i.e. city, state (if applicable) and country).

Example: Association of Official Analytical Chemists 2004. Official methods of analysis, 2 vol., 18<sup>th</sup> edition. AOAC, Arlington, VA, USA.

*Book chapter or edited conference proceedings:*

Format: Author(s) surname and Initials Year. Title. In Title of the book or of the proceedings (eds followed by the editor(s)), volume number when applicable, pages. Name of publisher, place of publication (i.e. city, state (if applicable) and country).

For edited proceedings, it is not necessary to mention the date and place of the symposium.

Example: Nozière P and Hoch T 2006. Modelling fluxes of volatile fatty acids from rumen to portal blood. In Nutrient digestion and utilization in farm animals (eds E Kebreab, J Dijkstra, A Bannink, WJJ Gerrits and J France), pp. 40–47. CABI Publishing, Wallingford, UK.

*Report at an event (conference, meeting, etc) not included in a book or edited proceedings:*

Format: Author(s) surname and Initials Year. Title. Nature of the event, date of the event (i.e. day month year), place of the event (i.e. city, state (if applicable) and country), pages or poster/article number (if applicable).

Examples:

Martuzzi F, Summer A, Malacarne M and Mariani P 2001. Main protein fractions and fatty acids composition of mare milk: some nutritional remarks with reference to woman and cow milk. Paper presented at the 52<sup>nd</sup> Annual Meeting of the European Association for Animal Production, Budapest, 26-29 August 2001, Budapest, Hungary

Bispo E, Franco D, Monserrat L, González L, Pérez N and Moreno T 2007. Economic considerations of cull dairy cows fattened for a special market. In Proceedings of 53<sup>rd</sup> International Congress of Meat Science and Technology, 5-10 August 2007, Beijing, China, pp. 581–582.

*Thesis:*

Format: Author surname and Initials Year. Title. Type of thesis, University with English name, location of the University (i.e. city, state (if applicable) and country).

Example: Vlaeminck B 2006. Milk odd- and branched-chain fatty acids: indicators of rumen digestion for optimisation of dairy cattle feeding. Thesis PhD, Ghent University, Ghent, Belgium.

Website addresses can be used when no other reference is available. They should be presented as for standard references but, in addition, they should include the date when the document was retrieved: Bryant P 1999. Biodiversity and Conservation. Retrieved on 4 October 1999, from <http://darwin.bio.uci.edu/~sustain/bio65/Titlepage.htm>

#### *Citation of references*

In the text, references with three or more authors should be cited on all occasions with the first author followed by *et al.* (**in italics**; e.g. Smith *et al.*). References with two authors should be cited in full on all occasions. Names of organizations used as authors (e.g. Agricultural and Food Research Council) should be written out in full in the list of references and on first mention in the text. Subsequent mentions may be abbreviated (e.g. AFRC). Ampersands (&) are not to be used. Multiple references should be as follows: Wright *et al.*, 1993 and 1994; Wright *et al.*, 1993a and 1993b. When several references are cited simultaneously, they should be ranked by chronological order (e.g. Smith *et al.*, 1995; Fabre *et al.*, 1996; Schmidt *et al.*, 1998; Fabre *et al.*, 1999). 'Personal communication' or 'unpublished results' should follow the name of the author in the text where appropriate. The author's initials but not his title should be included, and such citations are not needed in the reference list. Check that all of the references in the text are in the list of references and *vice versa*.

Bibliographic database softwares can be used. The output styles for Endnote, Procite and Reference Manager may be found on the journal website [http://animal-journal.eu/instructions\\_to\\_authors.htm](http://animal-journal.eu/instructions_to_authors.htm).

#### *Supplementary material*

Authors can include supplementary material in any type of text (full research paper, review paper, short communication, etc.). Supplementary material will appear only in the electronic version, and is not limited in length. It will be peer-reviewed along with the rest of the manuscript, but will not be copy-edited. **Authors are entirely responsible for its content and must check carefully the format and styles.** This supplementary material could contain original *modus operandi*, tables or figures which are not necessary for understanding the text within the main body of the paper, mathematical models, references of publications which are used, for example, in a meta-analysis and which do not appear in the text, or pictures improving the understanding of the text. The manuscript must stand alone without the supplementary material for those readers who will be reading the hard copy only. This should be submitted with the main manuscript in a **separate file** and identified as "Supplementary File – for Online Publication Only". Each figure should have its own title embedded in the figure (below). Supplementary material should be identified and mentioned in the main text as Supplementary Table S1, Supplementary

Table S2, etc. for tables or Supplementary Figure S1, Supplementary Figure S2, etc. for figures or Supplementary Material S1, Supplementary Material S2, etc. for other material). For example: “The list of references used for the meta-analysis is given in Supplementary Material S1”. A link to this on-line supplementary material will be included by the Production Editor at the proof preparation stage.

## Typographical conventions and consistencies

### Headings

As illustrated and detailed above and in the [style sheet](#) (see website), the *animal* convention is as follows.

- (a) *Title* of the paper is in bold with only the first letter in capitals. Authors' names are in lower case with initial capitals and their addresses are in italics.
- (b) *Main section headings* (Abstract, Introduction, Implications, Material and methods, Results, Discussion, Acknowledgement(s), References) are printed in bold throughout and placed by the left margin.
- (c) *Subheadings* are italicized and only the initial letter is in capitals. The two classes are: (i) side italics unpunctuated (shoulder headings); (ii) italics, punctuated and text run-on side headings). The sequence is always (i) to (ii).

### Abbreviations

When abbreviations are defined in the text, they should be written in bold capitals at first occurrence. The abbreviations listed below do not require the full spelling.

ACTH	Adrenocorticotrophic hormone
ADF	Acid detergent fibre
ADL	Acid detergent lignin
ADP	Adenosine diphosphate
ANOVA	Analysis of variance
ATP	Adenosine triphosphate
BLUP	Best linear unbiased prediction
BW	Body weight
CoA	Coenzyme A
CP	Crude protein
DNA	Deoxyribonucleic acid
ELISA	Enzyme-linked immunosorbent assay
FSH	Follicle-stimulating hormone
GLC	Gas-liquid chromatography
GLM	General Linear Model
HPLC	High performance (pressure) liquid
IGF	Insulin-like growth factor
IR	Infrared
LH	Luteinising hormone
MS	Mass spectrometry
n	Number of samples
NAD	Nicotinamide adenine dinucleotide
NADP	Nicotinamide adenine dinucleotide phosphate
NADPH <sub>2</sub>	Reduced nicotinamide adenine dinucleotide
NDF	Neutral detergent fibre

NIRS	Near infrared spectrophotometry
PAGE	Polyacrylamide gel electrophoresis
PCR	Polymerase chain reaction
PMSG	Pregnant mare's serum gonadotropin
RNA	Ribonucleic acid
SDS	Sodium dodecyl sulfate
UV	Ultraviolet

The names of the chemicals do not need to be written out in full; chemical symbols are sufficient. Fatty acids are abbreviated using the following rules: cis-18:1 for the sum of cis octadecenoic acids. When isomers are described, the double bond positions are identified by numbering from the carboxylic acid end: c9,t11-18:2; iso-15:0. The terms "omega 3" and "omega 6" are banned and replaced by "n-3" and "n-6", e.g. 18:3n-3. Trivial names can be used for the most known fatty acids (myristic, palmitic, oleic, linoleic, linolenic) and abbreviations in some cases: CLA for conjugated linoleic acids, EPA for eicosapentaenoic acid, DHA for docosahexaenoic acid. Chemical names and trivial names cannot be mixed in a same table.

### *Capitals*

- (a) Initial capitals are used for proper nouns, for adjectives formed from proper names, for generic names and for names of classes, orders and families.  
 (b) Names of diseases are not normally capitalized.

### *Italics*

Use italics for:

- (a) titles of books and names of periodicals in the text; (b) authors' addresses;  
 (c) subheadings (see above);  
 (d) titles for tables (but not captions for figures);  
 (e) most foreign words, especially Latin words, e.g. *ad hoc*, *ad libitum*, *et al.*, *in situ*, *inter alia*, *inter se*, *in vitro*, *per se*, *post mortem*, *post partum* but *no italics* for c.f., corpus luteum, e.g., etc., i.e., N.B., via  
 (f) mathematical unknowns and constants; (g) generic and specific names;  
 (h) letters or numbers in the text which refer to corresponding letters or numbers in an illustration;  
 (i) letters used as symbols for genes or alleles e.g. *HbA*, *Tf D* (but not chromosomes or phenotypes of blood groups, transferrins or haemoglobins, e.g. HbAA, TfDD);  
 (j) first occurrence of a special term;  
 (k) repeated emphasis of a special term (use cautiously);  
 (l) Latin names of muscles (but not of bones), e.g. *m. biceps femoris*.

### *Spelling*

All papers must be written in English. Spelling may be in British or American English but must be consistent throughout the paper. Please refer to standard

dictionaries e.g. Webster's, Collins, Concise Oxford for the correct spelling of words and to Fowler's Modern English Usage (3rd edition, edited by R.W. Burchfield, Oxford University Press) for usage. Care should be exercised in the use of agricultural terminology that is ill-defined or of local familiarity only.

#### *Numerals*

(a) In text, use words for numbers zero to nine and figures for higher numbers. In a series of two or more numbers, use figures throughout irrespective of their magnitude.

(b) Sentences should not, however, begin with figures.

(c) For values less than unity, 0 should be inserted before the decimal point.

(d) For large numbers in the text substitute  $10^n$  for part of a number (e.g. 1.6  $10^6$  for 1 600 000).

(e) To facilitate the reading of long numbers in tables, the digits should be grouped in three about the decimal sign but no point or comma should be used.

(f) The multiplication sign between numbers should be a cross (x).

(g) Division of one number by another should be indicated as follows: 136/273.

(h) Use figures whenever a number is followed by a standard unit of measurement (e.g. 100 g, 6 days, 4th week).

(i) Use figures for dates, page numbers, class designations, fractions, expressions of time, e.g. 1 January 2007; type 2.

(j) Dates should be given with the month written out in full in the text and with the day in figures (i.e. 12 January *not* 12th January). Single non-calendar years should be written 2006/07; periods of two calendar years as 2006-07.

(k) For time use 24-h clock, e.g. 0905 h, 1320 h.

#### *Units of measurement*

The International System of Units (SI) should be used. A list of units is found for example at <http://physics.nist.gov/cuu/Units/units.html>. Recommendations for conversions and nomenclature appeared in *Proceedings of the Nutrition Society*, **31**: 239-247, 1972. Some frequently used units which are not in the SI system are accepted: l for litre, ha for hectare, eV for electron-volt, Ci for curie. Day, week, month and year are not abbreviated.

A product of two units should be represented as N·m and a quotient as N/m (e.g. g/kg and not  $g \cdot kg^{-1}$ ), except in case of two quotients (e.g. g/kg per day and not g/kg/day).

#### *Concentration or composition*

Composition expressed as mass per unit mass or mass per unit volume should have as denominator the unit of mass, the kilogram, or the unit of volume, the litre. Values should thus be expressed as nanograms,

micrograms, milligrams or grams per kilogram or per litre. The term *content* should not be used for concentration or proportion.

*Statistical terms*

chi square  $\chi^2$

coefficient of determination  $R^2$

coefficient of variation CV

correlation

multiple  $R$

sample coefficient  $r$

degrees of freedom d.f.

expectation of mean square e.m.s.

least significant difference LSD

mean square m.s.

non-significant  $P > 0.05$

probability  $P$

$P < 0.05$ , in tables use \*

$P < 0.01$ , in tables use \*\*

$P < 0.001$ , in tables use \*\*\*

regression coefficient  $b$

root mean square error r.m.s.e.

standard deviation s.d.

standard error of difference s.e.d.

standard error of mean s.e.m. standard error of estimate  $Sy.x$

residual standard deviation r.s.d.

### 4.3 Vita

Lorena Teixeira Passos, filha de João Batista Ribeiro Passos e Benedita Costa Teixeira, brasileira nascida em Belém do Pará, no dia 31 de janeiro de 1988.

Realizou o ensino fundamental na escola federal Núcleo Pedagógico Integrado e o ensino médio no Colégio Sistema de Ensino Universo. Em 2008 entrou para o curso de Medicina Veterinária na Universidade Federal do Pará concluindo em abril de 2013. Na graduação realizou estágio na área de nutrição de ruminantes e extensão rural em propriedades de bovinocultura leiteira. O estágio final de curso foi realizado na Granja leiteira Arco de Canto em André da Rocha-RS.

Em abril de 2013 iniciou o curso de Mestrado no Programa de Pós Graduação em Zootecnia UFRGS.