



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

CRISTIANE CAROLINE ABADE

REINVENTANDO O *FREE STALL*:
PREFERÊNCIA E UTILIZAÇÃO DE BAIAS PLANAS POR
VACAS LEITEIRAS.

CRISTIANE CAROLINE ABADE

REINVENTANDO O *FREESTALL*:
PREFERÊNCIA E UTILIZAÇÃO DE BAIAS PLANAS POR
VACAS LEITEIRAS.

Dissertação apresentada à Pós-Graduação em
Ciência Animal da Universidade Estadual de
Londrina como requisito para a obtenção do título de
Mestre.

Orientador: Prof. Dr. José Antonio Fregonesi.
Co-orientadores: Prof.^a Dra Marina Von Keyserlingk
e Prof. Dr. Dan Weary

Londrina
2013

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Estadual de Londrina.**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

A116r Abade, Cristiane Caroline.
Reinventando o free stall : preferência e utilização de baias planas por vacas leiteiras / Cristiane Caroline Abade. - Londrina, 2013.
91f. : il.

Orientador: José Antonio Fregonesi
Coorientadores: Marina Von Keyserlingk, Dan Weary.
Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, 2013.
Inclui bibliografia.

1. Bovino de leite - Cuidado e higiene - Teses. 2. Animais - Comportamento - Teses. 3. Confinamento (Animais) - Teses. 4. Bem-estar animal - Teses. I. Fregonesi, José Antônio. II. III. Von Keyserlingk, Marina. IV. Weary, Dan. IV. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. V. Título.

CDU 636.2

CRISTIANE CAROLINE ABADE

**REINVENTANDO O *FREE STALL*: PREFERÊNCIA E UTILIZAÇÃO DE
BAIAS PLANAS POR VACAS LEITEIRAS.**

Dissertação apresentada à Pós-Graduação em
Ciência Animal da Universidade Estadual de
Londrina

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Antonio Fregonesi
UEL – Londrina – PR

Prof.^a Dra. Andreia de Paula Vieira
UP – Curitiba – PR

Prof. Dr. Agostinho Ludovico
UEL – Londrina – PR

Londrina, 21 de maio de 2013.

Dedico este trabalho aos "animais não-humanos".
Seres maravilhosos capazes de amar incondicionalmente sem pedir nada em troca, que da forma mais pura, sem palavras, dedicam suas vidas a nós "animais humanos". São eles minha fonte de motivação para continuar meus estudos a fim de garantir-lhes melhor qualidade de vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que por meio de seus planos, me conduziu a concluir mais esta etapa da minha vida.

Agradeço também à Universidade Estadual de Londrina - UEL e ao meu orientador, Prof. Dr. José Antonio Fregonesi, pela orientação e auxílio na elaboração deste trabalho. Obrigado por estar presente na implantação de minha pesquisa no Canadá e também por todo apoio a mim dedicado no mestrado.

Agradeço a Universidade da Colúmbia Britânica - UBC (University of British Columbia), Canadá, especialmente aos professores Drs. Dan Weary e a Marina Von Keyserlingk por fornecer a infra-estrutura de pesquisa e apoio durante o mestrado. Agradeço a todos os funcionários e estudantes do Centro de Educação e Pesquisa em Gado Leiteiro (Dairy Education and Research Centre) da UBC, pela ajuda e por viabilizar meus planos. Em especial agradeço as alunas Heather Neave, Tasja Kalber, Ulrike Bayer e Sarah Barret por toda a ajuda na execução do meu experimento.

Agradeço também a minha família, Antonio Ferreira Abade, Conceição Aparecida Abade e Vinicius Salvioni Abade, que sempre estiveram presentes em minha vida me apoiando. Obrigado pelo amor, dedicação e, principalmente, paciência. Agradeço por serem meu porto seguro, onde, após cada jornada, ancoo meu barquinho e posso viver em paz. Amo vocês.

Gostaria de agradecer ao meu namorado, Paulo Henrique Massi, pelo amor, compreensão, amizade e companheirismo. O seu apoio incondicional me ajudou muito na conclusão desta etapa da minha vida. Os meses em que estive no Canadá nos uniu ainda mais e hoje posso dizer que somos prova de que não existe distância para aqueles que realmente se amam. Obrigado por ter participado de todas as formas possíveis em meu mestrado. Partilho com você a alegria de concluí-lo. Eu te amo.

Não poderia deixar de agradecer também aos amigos de mestrado Rodrigo Azambuja e Naiara Rodrigues por estarem ao meu lado nessa caminhada. Obrigado, meus amigos, pelos dias e noites de estudo, pelos tantos trabalhos realizados em grupo e também pelos bons momentos de risadas e descontração. Vocês estarão sempre no meu coração.

Finalmente agradeço aos animais, que me dão motivos para ser cada dia mais feliz na profissão que escolhi, e por me darem a oportunidade da convivência mais sincera que um ser humano pode ter.

"Nunca perca de vista o seu ponto de partida"
Santa Clara de Assis

ABADE, Cristiane Caroline. **Reinventando o *free stall***: preferência e utilização de baias planas por vacas Leiteiras. 2013. 91f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal). Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2013.

RESUMO

Existem, atualmente, diversos sistemas de confinamento disponíveis para os produtores de leite, sendo que o *free stall* é o mais representativo em vários países, inclusive no Brasil. Contudo, a configuração deste sistema pode influenciar o comportamento e o bem-estar de vacas leiteiras confinadas, o que justifica a criação de alternativas para garantir maior conforto aos animais. O objetivo desse trabalho foi testar a preferência e utilização de vacas Holandesas por um sistema de confinamento mais simples e menos restritivo que o sistema *free stall*, denominado baia plana. Para tal estudou-se comportamentos relacionados à utilização da baia *free stall* e das baias planas durante duas fases experimentais. Na primeira fase, não-escolha, as vacas permaneceram restritas a cada um dos sistemas, *free stall* e baia plana. Na segunda fase (livre escolha) ambos os sistemas foram disponibilizados simultaneamente para testar a preferência dos animais. Previamente ao início do estudo todos os animais foram mantidos em *free stall*. Escores de limpeza (úbere e superfície da baia) e tempo gasto para limpar as baias destes dois sistemas de confinamento também foram monitorados durante a fase experimental de não-escolha. Durante a fase de livre escolha as vacas passaram mais tempo deitadas no *free stall* convencional do que no sistema de baia plana. Entretanto, quando as vacas foram manejadas restritas ao *free stall* ou a baia plana não houve diferença no tempo que os animais despenderam deitadas nas baias de ambos os sistemas. O tempo em pé com duas patas na cama durante a fase de livre escolha foi maior no sistema *free stall* para os animais estabulados, contudo na fase de não-escolha não houve diferença para esse comportamento. A superfície da cama das baias no sistema baia plana apresentou maior acúmulo de fezes do que a superfície do *free stall* e as vacas manejadas nas baias planas apresentaram úberes mais sujos do que aquelas manejadas no *free stall*. Não houve, porém, diferença no tempo despendido para limpeza das baias de ambos os tratamentos. Em síntese o sistema de baia plana não pareceu ser aversivo aos animais, uma vez que não houve efeito dos tratamentos no tempo despendido deitados durante a fase restrita. Contudo, como os animais eram mantidos no *free stall* previamente ao estudo, a experiência prévia dos mesmos pode ter influenciados suas respostas.

Palavras-Chave: *Free stall*. Teste de preferência. Higiene. Vacas leiteiras.

ABADE, Cristiane Caroline. **Reinventing the free stall: dairy cow preference and usage of plain stalls.** 2012. 91p. Dissertation (Masters in Animal Science). State University of Londrina, Londrina, 2013.

ABSTRACT

There are many housing systems available for milk producers nowadays, but the free stall is the most representative in several countries, including Brazil. However stall configuration in this system may affect dairy cows' behavior and welfare, which justify the creation of alternatives to ensure a better comfort for the animals. The aim of this study was to test the utilization and preference of Holstein dairy cows for a housing system simpler and less restrictive than the free stall, called plain stall. To this the animals' behaviors related to stall usage in the free stall and plain stall were studied during two experimental phases. In the first phase, the no-choice, cows remained restricted to each of the systems, free stall and plain stall. In the second phase (free choice) both systems were available simultaneously to test animals' preference. Previously to the beginning of the study animals were kept in free stall. Cleanliness scores (udder and lying surface) and the time spent to clean the stalls of both housing systems were monitored during the no-choice phase. During the choice phase cows spent more time lying in the conventional free stall than the plain stall. Though when cows were managed restrict to free stall or plain stall there was no difference in the time that animals spent lying in the stall for both systems. The time standing with two hooves in the lying surface during the free choice was greater in the free stall for the housed animals, however in the no-choice phase there was no difference this behavior. The lying surface in the plain stall system had more feces accumulation than the free stall surface and cows managed in the plain stalls presented dirtier udders than those managed in the free stall. There was, however, no difference in the time to clean the stalls for both treatments. In summary, the plain stall system seem as not aversive for the animals since there was no effect of treatments in the time they spent lying when were restricted to the systems, though as animals were housed in free stall previously to the study, their previous experience may have influenced their answers

Key words: Free stall. Preference test. Hygiene. Dairy cows.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Conceito de bem-estar segundo Fraser (2012)	15
Figura 2 – Movimentos para deitar e levantar segundo Lidfors (1989).....	17
Figura 3 – Sistema <i>tie stall</i> , mostrando vacas presas à baia individual por uma corrente	22
Figura 4 – Sistema de confinamento com baia coletiva para vacas leiteiras	24
Figura 5 – Sistema de confinamento de baia coletiva com compostagem aeróbica	25
Figura 6 – Desenho esquemático da configuração do estábulo de compostagem aeróbica traduzido de Endres (2009).....	25
Figura 7 – Sistema <i>freedom stall</i>	26
Figura 8 – Sistema <i>free stall</i>	27
Figura 9 – Divisórias da baia em sistema <i>free stall</i>	29
Figura 10 – Diferentes configurações de divisórias utilizadas em sistema <i>free stall</i>	31
Figura 11 – Results from the no-choice phase. Least square means (+SE) time (h/d) that dairy cows spent lying down (a) and on the bedding surface with 2 (b) or 4 (c) hooves in the plain stall or the free stall.....	57
Figura 12 – Results from the choice phase. Least square means (+SE) time (h/d) that dairy cows spent lying down (a) and on the bedding surface with 4 (b) or 2 (c) hooves in the plain stall or the free stall.....	57
Figura 13 – Croqui da área experimental.....	59
Figura 14 – Foto da configuração dos sistemas testados	60
Figura 15 – Medida das tábuas de madeira utilizadas para construção do plain stall.....	61
Figura 16 – Grid utilizado para o escore de limpeza da cama posicionado em uma baia	62
Figura 17 – Escore de limpeza do úbere	63
Figura 18 – Vacas em pé no sistema de baia plana.....	64
Figura 19 – Vacas deitadas no sistema de baia plana	65
Figura 20 – Fase de escolha	66
Figura 21 – Fluxograma para avaliação de <i>free stall</i> por Nordlund e Cook (2003) traduzido	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –Movimentos ao deitar e levantar	17
Tabela 2 –Termos e formas comuns de comportamento de repouso	18

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 A CIÊNCIA DO BEM-ESTAR ANIMAL	14
2.2 INDICADORES DE BEM-ESTAR PARA VACAS LEITEIRAS CONFINADAS	15
2.2.1 Comportamento De Repouso	15
2.2.2 Saúde Básica E O Sistema Free Stall.	18
2.3 PRINCIPAIS SISTEMAS DE CONFINAMENTO DE GADO LEITEIRO	20
2.3.1 Sistema De Vaca Presa À Baia Individual - Tie Stall.	22
2.3.2 Sistema Livre Com Baia Coletiva - Straw Yard Ou Open-Pack	23
2.3.3 Sistema Livre Com Baia Coletiva Com Compostagem Aeróbica - Compost Barn	24
2.3.4 Sistema De Baia Liberdade Individual - Freedom Stall	26
2.3.5 Sistema De Baia Individual Livre - Free Stall Ou Cubicle	27
2.3.5.1 Configuração do sistema de confinamento free stall	27
2.3.5.2 Barra de contenção do pescoço	29
2.3.5.3 Limitador de peito	30
2.3.5.4 Partições da baia	31
2.3.5.5 Superfície de repouso (cama)	31
2.3.5.6 Mureta da baia	33
2.3.5.7 Taxa de lotação	33
2.4 TESTE DE PREFERÊNCIA	34
3 REFERÊNCIAS	37
4 OBJETIVOS	43
4.1 OBJETIVO GERAL	43
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	43
5 ARTIGO	44
5.1 INTERPRETIVE SUMMARY	44
5.2 ABSTRACT	44

5.3 INTRODUCTION	45
5.4 MATERIAL AND METHODS.....	46
5.4.1 Animals Housing and Feeding	46
5.4.2 Experimental Treatments and Management.....	47
5.4.3 Experimental Design	47
5.4.4 Measurements.....	48
5.4.5 Behavioral Measures	48
5.4.6 Stall Cleanliness Measures	49
5.4.7 Udder Cleanliness Measures	49
5.4.8 Time to Clean the Stalls Measures	49
5.4.9 Statistical Analysis	49
5.5 RESULTS.....	50
5.5.1 No-Choice Phase	50
5.5.2 Choice Phase	51
5.6 DISCUSSION.....	51
5.6.1 No-Choice Phase	51
5.6.2 Choice Phase	53
5.7 CONCLUSION	54
5.8 ACKNOWLEDGMENTS	55
5.9 REFERENCES.....	55
APÊNDICES	58
APÊNDICE A – Croqui esquemático da área experimental.....	59
APÊNDICE B – Configuração dos sistemas testados	60
APÊNDICE C – Medidas tábuas de madeira utilizadas	61
APÊNDICE D – Grid utilizado para o escore de limpeza da cama	62
APÊNDICE E – Escore de limpeza do úbere.....	63
APÊNDICE F – Vacas em pé no sistema de baia plana.....	64
APÊNDICE G – Vacas deitadas no sistema de baia plana	65
APÊNDICE H – Fase de escolha	66
ANEXOS	67
ANEXO A – Fluxograma para avaliação de free stall traduzido de nordlund e cook (2003).....	68
ANEXO B – Normas para publicação no journal of dairy science.....	69

1 INTRODUÇÃO

O século XX foi marcado por conflitos, crises e revoluções. Após as Guerras Mundiais e a Grande Depressão a sociedade ocidental parecia preocupada com a sobrevivência humana e as necessidades básicas. Nesta época, questões éticas sobre a qualidade de vida dos animais eram consideradas de baixa prioridade. A tendência para a produção de alimentos em escala industrial associada à escassez da mão de obra nos países industrializados levou a uma maior intensificação dos sistemas de produção. Contudo, a retomada da economia nas décadas de 1950 e 1960, trouxe maior segurança, abundância e favoreceu perspectivas de vida social que transcendiam questões básicas de sobrevivência e prosperidade pessoal. Neste contexto, após a publicação do livro *Maquinas Animais*, de Ruth Harrison (HARRISON, 1964), o bem-estar dos animais de produção manejados em sistemas industriais de produção tornou-se preocupação crescente na sociedade (FRASER, 2012).

Por exemplo, em resposta à forma artificial na qual os animais de produção eram manejados nos sistemas industriais descritos no livro Ruth Harrison (HARRISON, 1964), a sociedade britânica obrigou o parlamento inglês a tomar medidas para averiguar a qualidade de vida dos animais de produção. Assim estabeleceu-se, em 1964, um comitê formado por cientistas e produtores rurais (BRAMBELL, 1965), que recomendou investigações científicas sobre a qualidade de vida dos animais de produção. Nascia então a Ciência do Bem-Estar Animal (RUSHEN et al., 2008). O Comitê Brambell propôs vários meios para pesquisar o bem-estar dos animais, incluindo estudos da preferência por determinados recursos do ambiente (FRASER, 2012)

Foi também na década de 1960, que os sistemas de confinamento tie stall para gado leiteiro começaram a ser substituídos por sistemas de confinamento alternativos. O manejo dos animais no confinamento tie stall requeria mão de obra, cada vez mais escassa e cara para mantê-lo, além de ser bastante restritivo para os animais. Com o aumento progressivo dos rebanhos e a necessidade de mecanização para redução de custos da produção (ex. ordenha mecânica), os sistemas de confinamento precisavam adequar-se à nova realidade econômica (LEAVER, 1988).

O sistema de baia coletiva, traduzido do termo inglês "*straw yard*" é um exemplo de sistema alternativo, contudo, devido a sua grande exigência de substrato (palhadas, serragem, etc.) para a cama e também à escassez e o alto preço pago por esses substratos, o sistema *free stall* mostrou-se mais competitivo (LEAVER, 1988). O objetivo da criação do *free stall* foi além da redução da utilização de substratos para a cama das baias,

manter por mais tempo a limpeza da superfície da cama e conseqüentemente a limpeza do úbere das vacas durante a ordenha. Adicionalmente o *free stall* facilita a mecanização e o aumento a taxa de lotação animal no estábulo, pois o espaço disponível para a vaca repousar é aproximadamente a metade daquele oferecido no sistema de baia coletiva (BRAMLEY, 1962).

Atualmente, dentre os diversos sistemas disponíveis para o confinamento de vacas leiteiras, o *free stall* é o mais predominante em diversos países (RUSHEN et al., 2008). Contudo, com a crescente preocupação quanto o bem-estar de animais confinados há a necessidade de desenvolver sistemas que atendam a estas preocupações para garantir maior conforto aos animais.

Esta dissertação se divide em duas partes. A primeira tem por objetivo discutir questões sobre o bem-estar animal e também descrever as características básicas que diferenciam os principais sistemas de confinamento para bovinos leiteiros. Adicionalmente, maior ênfase será dada na descrição da configuração das baias e discussão de práticas de manejo, comportamento, conforto, saúde básica e preferência de vacas leiteiras mantidas no sistema *free stall*. A segunda parte, por sua vez, versará sobre o experimento desenvolvido a fim de testar a utilização e preferência de vacas leiteiras para um sistema alternativo, denominado baia plana, criado de forma a providenciar menor restrição quanto às partições e maior conforto a vacas leiteiras confinadas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A CIÊNCIA DO BEM-ESTAR ANIMAL

Embora o bem-estar dos animais de produção seja uma questão científica desde a década de 1960, ainda não existe consenso em uma definição científica única do que é ou não bem-estar animal. Entretanto esta definição é de extrema importância para que se criem parâmetros práticos e legais de como fazer uso dos animais para a produção de alimentos dentre outras utilizações, além de fornecer informações precisas de como acessar e avaliar o bem-estar de animais nas fazendas.

O relatório do Comitê Brambell (BRAMBELL, 1965), culminou na criação do Farm Animal Welfare Advisory Committee - FAWAC (Comitê Consultivo do Bem-Estar dos Animais de Fazenda). Porém este Comitê foi dissolvido após o Governo Britânico criar o Farm Animal Welfare Council - FAWC (Conselho de Bem-Estar dos Animais de Fazenda) (FAWC, 2009) que instituiu as cinco liberdades, aceitas até hoje, para a descrição do que é o bem-estar animal (FAWC, 1979).

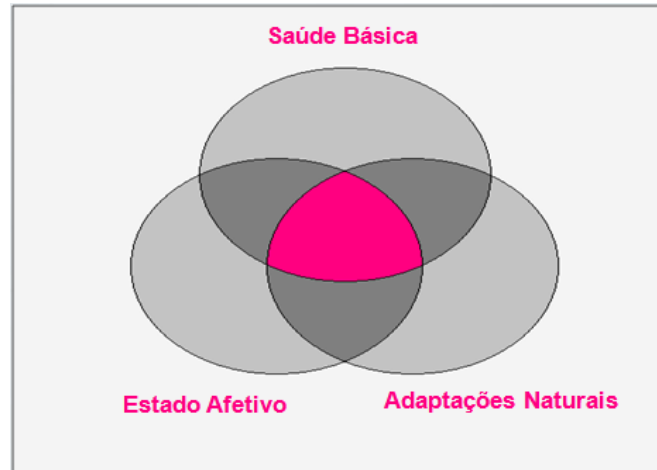
Segundo as cinco liberdades os animais devem estar: 1) Livres de fome, sede e desnutrição; 2) Livres de desconforto; 3) Livres de dor, ferimento ou doença; 4) Livres para expressar seu comportamento; 5) Livres de medo e estresse (FAWC, 1979). As cinco liberdades abordam tanto o bem-estar relacionado à saúde básica e funcionamento do organismo, como o bem-estar relacionado ao estado mental e aptidões naturais dos animais representando uma lista prática e compreensível para avaliar os pontos fortes e fracos dos sistemas de criação (WEBSTER, 2001).

Apesar das diversas definições existentes de bem-estar, a maioria delas concordam que o bem-estar consiste em estar em harmonia com o ambiente. Enquanto algumas definições enfatizam que o bem-estar está relacionado somente a como os animais lidam com os desafios presentes no ambiente outras definem bem-estar apenas em termos de estado afetivo que inclui sentimentos como fome, dor, medo, frustração, prazer ou funções biológicas (saúde básica, mortalidade, comportamento normal, fisiologia, produção e reprodução) (ANÔNIMO, 2001).

Atualmente uma definição mais ampla, e bem aceita, de bem-estar animal é descrita em três conceitos: 1- saúde básica e funcionamento animal; 2- estado afetivo do animal e 3-adaptações naturais do animal. Dentro dessa definição o bem-estar ideal seria a

intersecção desses três conceitos, exemplificados pelo esquema de círculos presentes na Figura 1 (FRASER, 2012).

Figura 1 – Conceito de bem-estar segundo Fraser (2012).



Fonte: O próprio autor

Segundo Webster (2001) para que se tenha um entendimento completo das questões relevantes ao bem-estar animal é necessário que tenhamos: 1) Entendimento científico dos fatores que afetam o bem-estar dos animais; 2) Entendimento das razões éticas e morais envolvidas no tratamento e manejo dos animais; 3) E um entendimento das forças econômicas que nos conduz a tratarmos os animais como os tratamos.

Devido à grande complexidade deste assunto e do curto período em que o bem-estar animal tem sido estudado, muito ainda se tem a pesquisar para garantir ambientes que favoreçam saúde básica, estados afetivos positivos e expressão das adaptações naturais dos animais de produção.

2.2 INDICADORES DE BEM-ESTAR PARA VACAS LEITEIRAS CONFINADAS

2.2.1 Comportamento de Repouso

Dentre os diversos indicadores de bem-estar o comportamento do animal pode ser considerado como um dos mais importantes. Mesmo sendo considerado um aspecto controverso para o bem-estar dos animais de produção, uma vez que a maior parte dos sistemas impede os animais de executar comportamentos naturais, a avaliação do comportamento animal pode providenciar informações importantes para o desenvolvimento

de ambientes de sistemas de confinamento e avaliação das particularidades do ambiente físico e social desses sistemas para os animais (RUSHEN et al., 2008).

Vacas leiteiras passam de 8 a 16 h/d deitadas (TUCKER; WEARY, 2004; HALEY et al. 2001) e existem evidências de que deitar seja um comportamento de maior prioridade para esses animais. Se o comportamento de deitar é restringido por várias horas por dia as vacas preferem deitar a comer segundo Munkgaard et al. (2005).

Dentro de um confinamento existem diversos fatores que podem reduzir o tempo que as vacas passam deitadas e até mesmo afetar os movimentos para deitar e levantar. Um desses fatores é a manutenção da superfície de repouso da baia. Em baias de *free stall* contendo areia o tempo gasto deitada diminui 10 min/d para cada 1 cm de profundidade de cama perdido (DRISSLER et al., 2005), enquanto que em baias com colchões cobertos com cepilho o tempo deitada reduz 12 min/d para 1kg a menos de cepilho utilizado (TUCKER; WEARY, 2004).

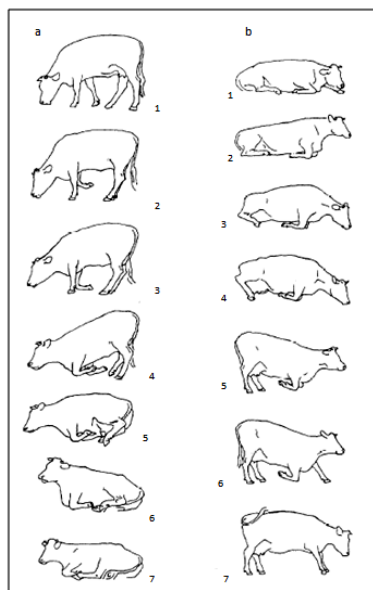
Ceballos et al. (2004) utilizou uma cinemática tridimensional para medir o espaço usado por bovinos quando deitam e levantam. O estudo mostrou que vacas usam até 300 cm de espaço longitudinal e 180% de sua largura de quadril de espaço lateral com adicional 60 cm de espaço livre necessário para levantar. Quando deitando, a velocidade instantânea máxima assumida por vacas alcançou aproximadamente 220 cm/s. Qualquer obstrução (ou seja, canos, placa ou parede), que está localizada dentro da área descrita pode atingir o animal com grande força, sujeitando a vaca à lesão.

Para se avaliar os animais em sistemas de confinamento é necessário conhecer os comportamentos naturais de levantar e deitar (Tabela 1) de vacas leiteiras para que estes sejam favorecidos. O estudo os movimentos e o tempo despendido para deitar/levantar de vacas leiteiras (Figura 2) pode ser usado como um entre diversos parâmetros para avaliar o conforto de diferentes ambientes (LIDFORS, 1989) e ainda fornecer informações importantes sobre como os animais estão utilizando o espaço a eles reservado, já que caso as partições restrinjam qualquer movimento de deitar ou levantar os animais provavelmente mostrarão aversão às baias ou reduzirão sua utilização (NORDLUND; COOK, 2003).

Tabela 1 –Movimentos ao deitar e levantar.

Comportamento	Descrição dos movimentos
Deitar	A vaca move seu nariz próximo ao chão e então dobra uma pata dianteira apoiando o joelho no chão, logo após ela dobra a outra pata dianteira, (neste ponto a cabeça está próxima ao chão). Em seguida a pata traseira do lado em que se tem a intenção de deitar é posicionada atrás do membro anterior do lado oposto. O quarto traseiro então é abaixado do mesmo lado da pata posicionada anteriormente e ao mesmo tempo a cabeça se estica a frente e para baixo. A vaca então se abaixa sobre o esterno e cotovelos, curva suas pernas traseiras e se posiciona ainda mais em um lado. Finalmente, instala-se a partir dos cotovelos e patas, distribuindo o seu peso em sua da coxa da perna traseira e abdômen, suportado pelas pernas da frente (Figura 2a).
Levantar	A vaca move rapidamente a cabeça para cima e levanta seu esterno e cotovelos. Ela continua então a esticar seu pescoço e cabeça para frente e se move sobre os joelhos. Em seguida a vaca estende a cabeça e o pescoço para cima, levanta em suas patas traseiras e logo após estende as patas dianteiras uma após a outra. Frequentemente o animal dá um ou mais passos à frente (Figura 2b).

Fonte: Lidfors (1989).

Figura 2 –Movimentos para deitar e levantar segundo Lidfors (1989).

Fonte: Lidfors (1989).

As posições adotadas por vacas leiteiras quando em repouso estão relacionadas ao tipo de repouso no qual elas se encontram. Fraser e Broom (1997) classificaram os termos e o comportamento de repouso em: inativo; cochilando; descansando e dormindo de acordo com a posição e comportamento dos animais (Tabela 2).

O decúbito com a cabeça completamente apoiada no chão está associado ao descanso em bovinos. Outra posição comum a esses animais é apoiar a cabeça no flanco.

Essas posturas adicionadas ao rápido movimento do olho e tono muscular do pescoço relaxado estão relacionadas ao sono profundo e podem ser utilizados na identificação do mesmo (FRASER; BROOM, 1997).

Tabela 2 – Termos e formas comuns de comportamento de repouso.

Termo	Forma comportamental
Inativo	<i>De pé parado por um longo tempo com mudança de posição limitada. O estado inativo pode estar presente quando o animal simplesmente espera a próxima fase de uma rotina estabelecida, como a ordenha, por exemplo.</i>
Cochilando	<i>Um estado estável de vigília no qual existem sinais de sono leve com movimentos da cabeça e olhos fechados. O animal está em um estado inativo em uma de diversas posições. Deitar sobre o esterno é uma postura comum de cochilo para bovinos.</i>
Descansando	<i>Tipicamente o descanso é feito em decúbito com vigília evidente. No descanso o decúbito raramente é lateral. Os membros anteriores estão flexionados abaixo do tórax e a coluna é mantida em um arco lateral no qual a cabeça pode se apoiar na lateral do corpo.</i>
Dormindo	<i>Dormir é visto como sonolência evidente frequentemente em decúbito prolongado. A postura habitual é o decúbito lateral com os membros estendidos. O sono real ocorre na forma de ambos os sonos cerebrais e paradoxais. Por último, movimentos rápidos dos olhos podem ser vistos através das pálpebras fechadas. Pequenos movimentos dos membros distais e dígitos podem estar presentes também.</i>

Fonte: Fraser e Broom (1997)

Sabendo-se então que as posturas de repouso estão relacionadas à qualidade do sono e também que as configurações da baia no confinamento podem restringir os movimentos de vacas leiteiras, conclui-se que o comportamento dos animais confinados é importante na adequação das divisórias da baia, a fim que os animais assumam posições e posturas mais confortáveis.

2.2.2 Saúde Básica e o Sistema Free Stall

A saúde também é considerada como indicado de bem-estar para vacas leiteiras confinadas. No entanto, na produção animal, a importância das doenças é frequentemente julgada pelo impacto econômico que geram, mesmo que problemas relacionados à saúde estejam também associados ao bem-estar animal, por causar sofrimento (RUSHEN et al., 2008).

Nos sistemas de confinamento utilizados na produção de leite atualmente, vários desafios potenciais ao bem-estar, como o caso da claudicação, mastite, redução da fertilidade e distúrbios metabólicos, se fazem presentes (ANÔNIMO, 2001).

No entanto a claudicação e a mastite são provavelmente os principais desafios do bem-estar dos bovinos leiteiros (ANÔNIMO, 2001; PHILLIPS, 2002), uma vez que essas afecções estão frequentemente presentes em fazendas leiteiras, e causam dor e desconforto aos animais (WHAY et al., 1997).

As perdas econômicas associadas à claudicação também são consideráveis e incluem redução na produção de leite, perda de peso, redução da fertilidade, custos de tratamento (NICOLETTI, 2004) e descarte involuntário de animais (GREEN et al., 2002; WARNICK et al., 2001; SPRECHER et al., 1997).

Estudos relacionam a configuração do *free stall* com a claudicação, sendo a configuração das baias um fator importante na determinação da incidência de enfermidades de casco (RUSHEN et al., 2008).

A fim de manter a superfície da baia mais limpa, diversas fazendas leiteiras mantêm a barra de contenção do pescoço em posição mais restritiva, porém essa configuração pode dificultar que as vacas permaneçam em estação com as quatro patas sobre a superfície de repouso da baia (RUSHEN et al., 2008). Esse comportamento por sua vez, está relacionado com o aumento do tempo que a vaca dispensa em estação com as patas dianteiras sobre a superfície de repouso da baia e os membros posteriores sobre o piso do corredor do confinamento (TUCKER, et.al., 2005; FREGONESI et al. 2009b). Neste caso, ao invés dos membros posteriores terem contato com o piso mais macio e seco da baia, estes ficam em maior contato com o piso de concreto do corredor que muitas vezes se encontra úmido por fezes e urina (SOMERS et al., 2003). Assim, fazendas leiteiras que utilizam barra do pescoço mais restritiva apresentam maior risco e incidência de claudicação (FULWIDER et al. 2007). O acesso a áreas com superfícies mais confortáveis, como o pasto (HERNANDEZ-MENDO et al., 2007) e baias com barra de contenção do pescoço numa configuração menos restritiva (BERNARDI et al. 2009) podem, no entanto, melhorar a locomoção de vacas leiteiras.

A mastite, por sua vez, é a doença mais frequentemente tratada em fazendas leiteiras (OSTERÂS et al., 2007). Tal afecção afeta o bem-estar de vacas leiteiras, por causar dor e desconforto. A mastite também está relacionada a perdas econômicas, pois resulta na redução da produção, além de morte ou descarte de animais (BLOOD, 1983).

Segundo Ruud et al. (2010) superfícies mais macias estão relacionadas com a uma maior produção de leite e baixa incidência de mastite clínica, lesões e amputação dos

teto. Adicionalmente, segundo estes autores, as superfícies como concreto ou borracha dura devem ser evitadas por estarem associadas à redução na produção de leite e aumento da incidência de mastite clínica.

Há evidências de que vacas leiteiras manejadas em baias coletivas apresentam maior risco de mastite ambiental (FREGONESI, 1999; PEELER et al., 2000; WARD et al., 2002). Entretanto, Fregonesi e Leaver, (2002) reportaram não haver diferença ou aumento na taxa de mastite entre os sistemas de baia coletiva ou *free stall* dependendo do manejo das baias de repouso.

O escore de higiene dos animais é um importante indicador de bem-estar de vacas leiteiras e está relacionado às características e condições das instalações onde esses animais são mantidos (ZDANOWICZ et al., 2004; ZURBRIGG et al., 2005; DE PALO et al., 2006). Este sistema de escore também está associada à contagem de células somáticas (RENEAU et al., 2005) e segundo Schreiner e Ruegg (2003) pode haver uma relação inversa entre limpeza dos animais e incidência de mastite ambiental.

Considerando as perdas econômicas que as altas contagens de célula somática e os altos índices de mastite podem gerar, o monitoramento da higiene de vacas utilizando-se sistema de escore de limpeza do úbere, além de promoverem um manejo eficiente das baias, ajudam a reduzir perdas e melhorar o bem-estar de vacas leiteiras confinadas em sistema *free stall*.

Um dos objetivos de estudos quanto ao bem-estar de vacas leiteiras confinadas é proporcionar um sistema adequado ao conforto dos animais, além de reduzir índices de enfermidades que comprometam o bem-estar dos mesmos, como o caso da claudicação e mastite. Na busca por alternativas para o sistema *free stall*, seria esse um dos maiores desafios enfrentado.

2.3 PRINCIPAIS SISTEMAS DE CONFINAMENTO DE GADO LEITEIRO

O leite sempre foi um produto de destaque para os brasileiros. As áreas de maior produção se formaram na década de 1950 acompanhando o processo de urbanização do país e a produção teve grande avanço nessas últimas décadas. Atualmente o Brasil se destaca pela sua produção leiteira e nos últimos anos a evolução dessa atividade foi significativa (EMBRAPA, 2011).

Em 2009 a produção brasileira de leite aumentou em 5,6% quando comparada a 2008, respondendo por 66% do volume total de leite produzido nos países do

MERCOSUL (ANUÁRIO LEITEIRO EM NÚMEROS, 2011). No ano de 2009 a FAO (2010) classificou o Brasil como o quinto maior produtor de leite no mundo. No entanto, segundo dados do IBGE (2012) o Brasil produziu 32,1 bilhões de litros de leite no ano de 2011 e é hoje o terceiro maior produtor de leite do mundo, apresentando constante crescimento na produção leiteira. Considerando-se o valor da produção, o leite está entre os produtos mais importantes da agropecuária nacional, perdendo apenas para a soja e a cana-de-açúcar (EMBRAPA, 2011).

Frente à importância do leite no cenário econômico brasileiro, além do aumento da produção nacional e a crescente inclusão de sistemas de confinamento nas propriedades leiteiras, pesquisas quanto a alternativas para esses sistemas tornam-se importantes também no cenário nacional.

A implantação de sistemas de confinamento é recente no Brasil (MARQUES, 2006), uma vez que esses sistemas foram introduzidos no país na década de 1980 (MOREIRA et al., 2009). Como os países mais desenvolvidos passaram pela transição de *tie stall* para *free stall* na década de 1960 (LEAVER, 1988), o *free stall* acabou sendo o sistema mais predominante no território brasileiro e ainda hoje parece ser o mais utilizado por grandes produtores de leite (MILKPOINT, 2013).

Atualmente 80% dos produtores brasileiros são pequenos e respondem por apenas 26% do volume produzido, enquanto 20% dos produtores são classificados como grandes e respondem por 74% da produção (EMBRAPA, 2011). À medida que a produção leiteira cresce nas grandes propriedades os sistemas de confinamento tornam-se cada vez mais presentes neste cenário.

Uma pesquisa publicada no site Milkpoint no ano de 2010, com dados baseados em 2009, mostrou que 41% dos 100 maiores produtores brasileiros utilizavam sistemas de confinamento (MILKPOINT, 2010). No entanto, o mesmo site, apontou que em 2012 essa porcentagem aumentou para 58%, sendo que 67% desses produtores utilizam do sistema *free stall* para confinamento (MILKPOINT, 2012). Portanto entre 2009 e 2012 houve um aumento de 17% na utilização de sistemas de confinamento entre os maiores produtores do país. Produtores os quais são responsáveis por grande parte da produção nacional, como citado anteriormente.

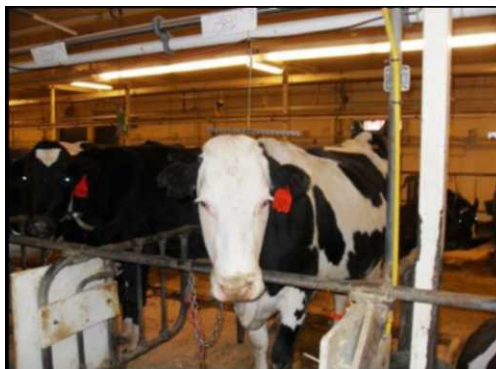
Atualmente existem diversos tipos de sistema de confinamento para gado leiteiro. A escolha do sistema a ser utilizado é muito importante para garantir um o conforto e o bem-estar de vacas leiteiras. Esse tópico traz uma breve descrição dos sistemas tradicionais

de confinamento para gado leiteiro mais utilizado na atualidade e também algumas novas opções que surgem a partir de estudos recentes.

2.3.1 Sistema de Vaca Presa à Baia Individual - Tie Stall.

No sistema *tie stall* as vacas ficam restritas a uma baia, por meio de corrente ou corda presa ao pescoço, com acesso a água, alimento e local de repouso (Figura 3). Esse sistema fornece garantia de um lugar para deitar e acesso fácil a comida e água, facilitando o balanceamento nutricional individual e também minimizando a competição por esses recursos entre os animais (RUSHEN et al., 2008).

Figura 3 – Sistema *tie stall*, mostrando vacas presas à baia individual por uma corrente



Fonte: O próprio autor.



Fonte: Foto cedida por Prof. Dr. José A. Fregonesi.

Contudo, o sistema *tie stall* limita bastante os movimentos, uma vez que os animais não conseguem se virar de forma a alcançar todas as partes do corpo (ANDERSON, 2008). Este sistema também limita interações sociais entre os animais e em casos onde a ordenhada é feita no próprio estábulo, as vacas ficam presas a baia por vários meses (RUSHEN et al., 2008).

O bem-estar dos animais mantidos no sistema *tie stall* está diretamente relacionado às configurações da baia. Por exemplo, segundo Zurbrigg et al. (2005) baias que apresentam comprimento sub-dimensionado estão associadas ao aumento do número de vacas com maior sujidade e lesões nos membros e cascos posteriores, além de que a utilização de correntes curtas está relacionada ao inchaço no jarrete de vacas leiteiras confinadas neste sistema.

A configuração *tie stall* também pode conter um treinador de vaca elétrico. Este dispositivo é fixado acima da cama e por meio de choque elétrico, faz com que a vaca dê um passo para trás ao levantar na baia para defecar ou urinar. Este dispositivo tem por objetivo manter a limpeza da superfície de repouso da baia e sua utilização, testada por Bergsten e Pettersson (1992), confirma essa hipótese. No entanto, a presença do treinador elétrico restringe o movimento e posturas naturais da vaca na baia aumentando o número de animais que apresentam lesões de jarrete (ZURBRIGG et al., 2005).

2.3.2 Sistema Livre com Baia Coletiva - Straw Yard ou Open-Pack.

O sistema de confinamento em baia coletiva (do inglês, *straw yard* ou *open pack*) não apresenta baias individuais para repouso, mas sim uma área de repouso única ou coletiva, coberta com algum substrato de cama (Figura 4), adicionado periodicamente para manter a superfície da baia seca, limpa e macia, com o intuito de fornecer maior conforto aos animais (FREGONESI, 1999).

O confinamento em baias coletivas deve fornecer espaço adequado aos animais. Sabe-se que espaços inadequados e alguns tipos de piso podem influenciar negativamente o bem-estar dos animais (SOMERS et al., 2003; TUCKER et al., 2004; VANEGAS et al., 2006; FREGONESI et al., 2009a). Estudos também mostram que vacas leiteiras preferem baias com superfícies mais confortáveis (TUCKER et al., 2003; NORRING et al., 2010) ao *free stall* e também demonstram preferência ao sistema de baia coletiva segundo Fregonesi e Leaver (2002).

Figura 4 – Sistema de confinamento com baia coletiva para vacas leiteiras



Fonte: Eveson (2013)

As recomendações de espaço por animal para o sistema de baias coletivas é variável. Segundo Sumner (1991), em um estudo que considerou o tamanho dos animais, a baia coletiva deve ter entre 7,5 - 9,0 m²/vaca e currais retangulares são preferíveis, pois fornecem mais espaço para cocho de alimentação e melhor desenho para o repouso dos animais.

A redução de espaço em sistemas como este pode aumentar a competição e agressão entre os animais uma vez que em espaços mais apertados as vacas mais submissas não têm como evitar encontros antagônicos com outras vacas dominantes (PHILLIPS, 1993).

Um fator interessante sobre este sistema é o padrão de comportamento apresentado pelos animais. Vacas alojadas em baias coletivas apresentam mais sincronização comportamental do que animais alojados em *free stall*. (FREGONESI, 1999).

2.3.3 Sistema Livre com Baia Coletiva com Compostagem Aeróbica - Compost Barn.

O estábulo com compostagem (do inglês, *compost barn*), consiste em uma baia coletiva de repouso com superfície de serragem, onde os animais podem deitar-se e movimentar-se (Figura 5). Este sistema foi idealizado em Minnesota em 2001 e desde então tem se tornado cada vez mais popular, principalmente porque fornece conforto semelhante ao sistema de baia coletiva, mas com menor risco de incidência de mastite ambiental (ENDRES, 2009).

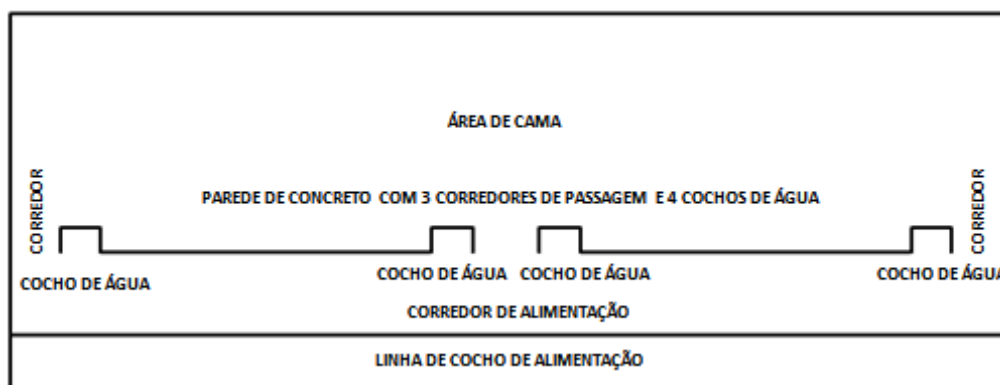
Figura 5 – Sistema de confinamento de baia coletiva com compostagem aeróbica.



Fonte: Schoper (2006)

A Figura 6 representa a configuração do estábulo de compostagem. Neste sistema é recomendada uma área de cama de aproximadamente 7.4 m²/vaca da raça Holandesa e aproximadamente 6.1 m²/vaca da raça Jersey (ENDRES, 2009).

Figura 6 – Desenho esquemático da configuração do estábulo de compostagem aeróbica traduzido de Endres (2009).



Fonte: Endres (2009).

O manejo do estábulo de compostagem para manter a serragem que serve de substrato limpa e seca através de fermentação bacteriana aeróbica. Inicialmente a baia coletiva é preenchida com 30,5 - 45,7 cm de serragem, antes da alocação dos animais no sistema e a partir de então o mesmo substrato é adicionado periodicamente segundo a necessidade, podendo variar entre 1 - 5 vezes por semana. O manejo diário consiste em revolver a área da cama duas vezes ao dia enquanto os animais estão na ordenha para que se garanta o processo de fermentação aeróbica. Esse material de cama só será retirado do curral uma vez ano e pode ser prontamente utilizado como adubação nas pastagens (ENDRES, 2009).

Desde que seguidas às recomendações para construção e manejo os benefícios deste sistema podem ser significativos. Em questões de saúde o sistema de baia coletiva com compostagem pode apresentar baixa prevalência de lesões de jarrete e de

claudicação e incidência reduzida de mastite ambiental (BARBERG et al., 2007). Segundo os autores os índices reprodutivos neste sistema melhoram devido o aumento da detecção de cio e taxa de prenhes e a produção de leite aumenta.

Segundo Endres e Barberg (2007) o sistema de baia coletiva com compostagem pode ser um sistema de confinamento adequado para vacas leiteiras.

2.3.4 Sistema de Baia Liberdade Individual – Freedom Stall.

No *freedom stall* (Figura 7) as divisórias são construídas com hastes de fibra de vidro de 40 mm de diâmetro com cobertura externa de PVC, de 2,40m de comprimento fixadas em um suporte no chão próximo ao limitador de peito de forma que a ponta final da haste fique a 1,08 m do chão (RUUD e BØE, 2011). O trabalho realizado por Ruud e Bøe (2011) parece ser o primeiro trabalho científico sobre o comportamento e uso da baia de repouso *freedom stall* por vacas leiteiras. Os autores testaram a preferência de vacas leiteiras por *freedom stall* ou *free stall* tradicional e concluíram não haver diferenças entre os dois sistemas de baias no tempo de repouso de vacas leiteiras e também na limpeza da superfície das baias. Contudo em teste preferência, as vacas preferiram as partições flexíveis do *freedom stall*, sugerindo que o tipo de partição também é importante para vacas leiteiras.

Figura 7 – Sistema *freedom stall*.



Fonte: O próprio autor.

Mesmo sendo um sistema que parece proporcionar maior conforto aos animais ele pode afetar o comportamento dos animais dependendo de sua configuração. Como as divisórias são flexíveis e pouco restritivas a configuração desse sistema manteve a barra do pescoço, presente em outros sistemas como o *free stall*, a fim de garantir maior limpeza da cama e dos animais. No entanto a criação de sistemas como esse, visando melhorias no bem-estar de vacas leiteiras, demonstra a crescente preocupação em se adaptar o confinamento a fim de garantir condições mais adequadas aos animais.

2.3.5 Sistema de Baia Individual Livre - Free Stall ou Cubicle.

O *free stall* é provavelmente o sistema de confinamento mais predominante nos diversos países que se destacam na pecuária leiteira (RUSHEN et al., 2008). Na presente revisão bibliográfica maior enfoque será dado a este sistema devido sua representatividade na produção mundial de leite e também pela importância em se garantir que um ambiente adequado seja oferecido aos animais confinados em *free stall* (RUSHEN et al., 2008).

2.3.5.1 Configuração do sistema de confinamento free stall

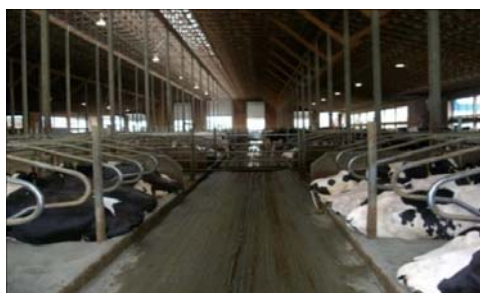
O *free stall* é basicamente constituído por uma área de repouso com baias individuais configuradas em uma, duas ou até três fileiras, adjacentes ou não uma a outra e corredores que formam áreas de circulação e de alimentação separada (Figura 8). O estábulo pode ser dividido em vários currais de *free stall*, onde os animais podem se movimentar livremente entre as áreas de alimentação e repouso (RUSHEN et al., 2008). Este sistema foi projetado para restringir o espaço da baia utilizado pela vaca a fim de manter a cama mais limpa e reduzir a mão de obra com a limpeza da mesma (CAMPOS et al., 2006).

A configuração deste sistema tem sido objeto de inúmeros estudos (TUCKER et al., 2004; TUCKER et al., 2006; VEISSIER et al., 2004; COOK et al., 2005; TUCKER et al., 2005; FREGONESI et al., 2009b; BERNARDI et al., 2009) e a procura por partições que garantam o conforto dos animais mas também que sejam adequadas ao manejo é um dos grandes desafios para no estudo do bem-estar de vacas leiteiras confinadas (RUSHEN et al., 2008).

Figura 8 – Sistema *free stall*.



Fonte: O próprio autor.



Fonte: Foto cedida por Prof. Dr. José A. Fregonesi.

A qualidade do design de baias do *free stall* pode ser avaliada segundo o comportamento de vacas leiteiras confinadas. Quando pobremente planejadas os animais apresentam respostas como deitar no corredor para evitar usar as baias, deitar com meio corpo no corredor ou deitar de ré para, desse modo, evitar a obstrução dos movimentos normais para se levantar. Esses comportamentos quando observados em um confinamento demonstram a necessidade melhorias na configuração das baias (COOK; NORDLUND, 2004).

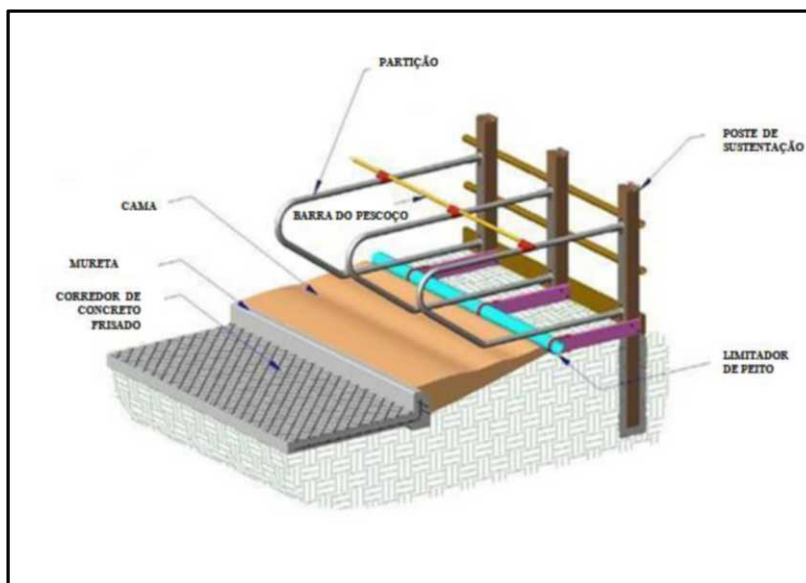
Nordlund e Cook (2003) desenvolveram um fluxograma bastante efetivo para avaliação do conforto de vacas leiteiras manejadas no *free stall* (APÊNDICE A). O fluxograma é baseado em quatro pontos que refletem o movimento de uma vaca ao se deitar e levantar que são os seguintes: abrasividade da superfície de repouso; espaço adequado para repouso; espaço para os movimentos de vai-vem da cabeça; e espaço para se levantar sem tocar a barra do pescoço. Os autores configuraram o fluxograma de forma que, através de perguntas com respostas sim ou não, os produtores possam avaliar a configuração do sistema de confinamento. O fluxograma também mostra quais seriam as possíveis soluções para problemas de configuração encontrados no sistema.

Todos os fatores desse fluxograma devem ser considerados juntamente, pois as baias normalmente apresentam diversas deficiências e a correção de uma única falha não resolve o problema de utilização da baia. A correção dessas deficiências pode aumentar o tempo de repouso e a limpeza, tanto das baias quanto dos animais, além de apresentar efeito positivo no conforto, saúde, longevidade e produtividade de vacas leiteiras confinadas (NORDLUND; COOK, 2003).

A criação de um fluxograma como este se deve a grande variedade de configurações e particularidades das baias no *free stall* (NORDLUND; COOK, 2003) diretamente relacionadas ao nível de conforto e bem-estar das vacas (RUSHEN et al., 2008). Contudo, atualmente, um *free stall* bem configurado e manejado pode fornecer um espaço de repouso ideal para vacas leiteiras confinadas, segundo Cook e Nordlund (2004).

A seguir serão discutidas as principais estruturas do *free stall* (Figura 9).

Figura 9 – Divisórias da baia em sistema *free stall*.



Fonte: Graves et al. (2010)

2.3.5.2 Barra de contenção do pescoço

A finalidade da barra de contenção do pescoço (Figura 9) é controlar a posição e comportamento da vaca em pé na baia *free stall* (RUSHEN et al., 2008) e tem sido objeto de diversos estudos (VEISSIER et al., 2004; COOK et al., 2005; TUCKER et al., 2005; FREGONESI et al., 2009b; BERNARDI et al., 2009) devido a ampla variedade de recomendações quanto seu posicionamento.

Vacas leiteiras confinadas passam aproximadamente 8-16 h/d deitadas (TUCKER; WEARY, 2004; HALEY et al. 2001), e 0,5 - 3 h/d em pé na baia (STEFANOSWKA et al., 2001). Porém o tempo gasto na baia pode mudar conforme a posição da barra de contenção do pescoço. Os resultados encontrados por Bernardi et al. (2009) indicam que vacas reduzem de 30 min/d para perto de 0 min/d o tempo gasto em pé com quatro patas na cama quando a barra do pescoço está em posição restritiva. Por outro lado, o tempo gasto com as duas patas dianteiras na cama aumenta nessas condições e este comportamento está associado a problemas de casco (GALINDO; BROOM, 2000; BERNARDI et al., 2009).

O posicionamento da barra de contenção do pescoço é importante tanto quanto a distância em relação à mureta de contenção da areia na entrada da baia, como a altura em relação à superfície de repouso da baia. Segundo Tucker et al. (2005) quando

posicionada mais baixa ou próximo a mureta, a barra do pescoço pode impedir que os animais a fiquem em pé com quatro patas na baia, principalmente vacas de grande porte.

O limitador ou barra de contenção do pescoço também tem a finalidade de diminuir o risco de fezes e urina caírem sobre a superfície da baia, através da restrição dos animais de ficarem em pé com quatro patas na baia. Porém, a presença dessa partição não resolve inteiramente o problema de limpeza da cama, uma vez que 69% das defecações ocorrem quando as vacas estão deitadas, segundo Tucker et al. (2005).

Segundo Nodlund e Cook (2003) baias adequadas devem proporcionar espaço suficiente para que o animal levante sem bater na barra de contenção do pescoço. Quando ambas, barra de contenção do peito e barra de contenção do pescoço, estiverem presentes o ideal é que a barra de contenção do pescoço esteja posicionada logo acima da barra de contenção do peito ou um pouco a sua frente (NORDLUND; COOK, 2003)

2.3.5.3 Limitador de peito

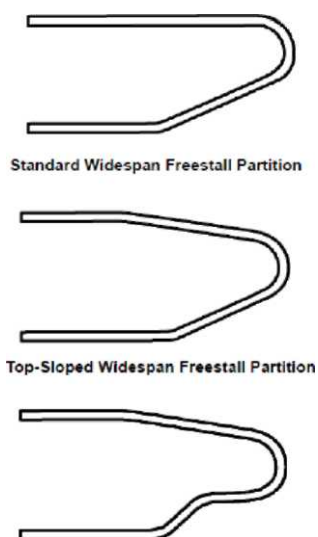
A barra ou limitador de contenção de peito (Figura 9) é uma barreira na frente da baia, que tem por objetivo controlar a posição e comportamento da vaca em repouso, além de limitar o animal de forma a não defecar na cama enquanto deitado (RUSHEN et al., 2008). No entanto essa barreira não parece ser confortável aos animais, uma vez que vacas preferem deitar em baias sem esse dispositivo e diminuem o tempo deitada quando manejadas em baias que apresentam a barra de contenção do peito (TUCKER et al., 2006; GRAVES et al., 2009).

O material preferível para essa estrutura é plástico rígido com bordas arredondadas (NORDLUND; COOK, 2003) e quanto ao seu posicionamento, a barra de contenção do peito não deve estar mais que 10 cm acima da cama. Barras muito altas restringem o movimento de deitar com as patas dianteiras estendidas para frente, o movimento de levantar com a pata direita a frente (NORDLUND; COOK, 2003), e estimulam as vacas a deitarem na diagonal na baia, que é indesejado visto que vacas deitadas na diagonal tendem a defecar nas áreas laterais da superfície de repouso (COOK; NORDLUND, 2004).

2.3.5.4 Partições da baia

As divisórias do *free stall* (Figura 9) têm por objetivo guiar a vaca ao entrar e sair da baia, ajudar no posicionamento do animal além de providenciar "proteção" das vacas nas baias adjacentes. Atualmente existem diversos designs de partições sendo utilizados (Figura 10). As mais modernas, porém, ficam suspensas em um poste na frente das baias (Figura 9) contrário às mais tradicionais que apresentam um poste na mureta atrás da baia (GRAVES et al., 2009).

Figura 10 – Diferentes configurações de divisórias utilizadas em sistema free stall



Fonte: Graves et al. (2009).

A distância ente as partições é um fator importante. Já foi reconhecido, por exemplo, que vacas leiteiras preferem mais largas (TUCKER et al., 2004). Segundo os autores os animais passaram mais tempo deitadas em baias com 126 cm de largura que nas baias com 106 cm entre partições. Segundo Nodlund e Cook (2003) se as partições estiverem posicionadas de forma a restringir os animais eles podem deitar no corredor de concreto ao invés de deita na baia, com maior frequência.

2.3.5.5 Superfície de repouso (Cama)

A qualidade da superfície de repouso é um componente muito importante em um sistema de confinamento e pode afetar diretamente o comportamento, conforto e bem-estar de vacas leiteiras. Sabe-se que o tipo (TUCKER et al., 2003), quantidade (DRISSLER et

al., 2005) e teor de umidade (%MS, matéria seca; FREGONESI et al., 2007b) do substrato utilizado na baía podem afetar principalmente o tempo que os animais passam deitados. Fregonesi et al. (2007b) encontraram forte preferência por baias com serragem seca (85% de MS) quando comparado com serragem úmida (25% de MS), e ainda as vacas reduziram em média 5h/d o tempo de repouso quando manejadas nas camas úmidas.

Diversos tipos de material estão disponíveis para utilização como cama, dentre eles palha de diversas culturas, areia, cepilho, colchões e até mesmo esterco reciclado seco (TUCKER et al., 2003; HUSFELDT et al., 2012). Materiais inorgânicos como areia, calcário moído e gipsita também são aceitáveis, porém os três últimos apresentam a desvantagem de compactar e a superfície ficar menos macia com o aumento da umidade. Materiais orgânicos como o caso da casca de semente de girassol, jornal picado, palha longa, dentre outros, também podem ser satisfatórios em termos de conforto, porém podem aumentar o risco mastite ambiental caso a umidade esteja presente. (NORDLUND; COOK, 2003).

Sabe-se que vacas leiteiras preferem superfícies de repouso mais macias, tanto areia ou cepilho, quando comparado com colchões e que a severidade e incidência de lesões nas patas reduzem em animais mantidos em tais superfícies (TUCKER et al., 2003). Segundo Potterton et al. (2011) a abrasividade da superfície de repouso da baía pode ser fator de risco comum tanto para perda de pêlo como inchaço das articulações.

Embora não seja possível afirmar qual material é preferível, Tucker et al. (2009) concluíram que a adição de palha ou de cepilho, em baias de *tie stall*, melhorou o conforto enquanto a vaca está deitada.

Instalar colchão ou tapetes de borracha macia na baía de concreto pode diminuir a necessidade de grande quantidade de substrato e os efeitos adversos da perda de substrato ao longo do tempo no comportamento de repouso de vacas leiteiras. Os tempos de repouso no colchão indicaram que eles são tão confortáveis para as vacas quanto às baias com bases de concreto e areia. Aparentemente quando uma pequena quantidade de palha está disponível as vacas deitam mais no colchão de borracha macio (NORRING et al., 2010)

A areia, no entanto, pode ser considerada material ideal para baias de repouso de vacas leiteiras, pois ela beneficia o conforto dos animais e tem melhor aderência e maciez (COOK; NORDLUND, 2004). Embora Norring et al. (2008) tenham observado que as vacas preferem o cepilho em relação a areia, os autores concluíram que a limpeza dos animais e as lesões de casco nesse estudo foram reduzidas na areia, sugerindo que esse substrato apresenta vantagens no bem-estar dos animais.

A conformação da superfície da área de repouso da baia também pode afetar o conforto de vacas leiteiras. Um exemplo é a profundidade da areia em *free stalls* com cama profunda de areia, isto é, sem base concretada, que declina ao longo do tempo após a adição da areia. Vacas leiteiras respondem a essa redução do nível de areia com redução do tempo deitada por dia e intervalos mais curtos de repouso, indicando comprometimento do conforto de vacas em baias cuja quantidade de substrato não é repostada adequadamente. O estudo recomenda que a superfície da área de repouso da baia seja mantida ao nível mais alto da mureta de contenção da baia (DRISSLER et al., 2005).

Conclui-se, portanto que superfície de repouso adequada garante maior conforto aos animais. A escolha do material mais adequado é importante, porém o manejo da dessa superfície é essencial para melhorias no bem-estar de vacas confinadas

2.3.5.6 Mureta da baia

A altura da mureta (Figura 9) da entrada da baia também deve ser levada em consideração. Muretas muito altas podem estar associadas a maiores riscos de claudicação, porém são usadas a fim de evitar que o esterco presente no corredor não invada a superfície de repouso da baia durante a limpeza manual ou automática dos corredores de circulação do estábulo (GRAVES et al., 2009; NORDLUND; COOK, 2003).

O posicionamento da mureta vai definir o comprimento da baia que deve ser suficiente para garantir espaço de descanso apropriado para a vaca se acomodar mais o espaço o movimento feito com a cabeça ao levantar. Baias que não oferecem esse espaço "adicional" podem fazer com que a vaca levante mais peso com suas patas traseiras o que, por sua vez, pode contribuir para maior perda de substrato da baia e, possivelmente, lesionar o animal (NORDLUND; COOK, 2003).

2.3.5.7 Taxa de lotação

A superlotação em sistemas de confinamento do tipo *free stall* é definida como um curral cuja relação animal por baia é maior do que 100% e (ou) menor espaço linear de cocho por vaca que o recomendado (0,6m/vaca) (GRANT; ALBRIGHT, 2001). Esse tipo de manejo de currais *free stall* é comum em fazendas que querem aumentar o número de animais no rebanho, porém, sem aumentar as instalações (BEWLEY et al., 2001). Os efeitos da superlotação a curto e longo prazo são contraditórios e não muito claros na literatura

científica. Wagner-Storch et al. (2002), por exemplo, sugeriram que algum aumento na lotação de confinamentos pode ser possível sem afetar o comportamento natural. Porém, Krawczel et al. (2012) afirmaram que ao aumentar a lotação acima de 100% para 113% há um aumento na proporção de vacas em pé no corredor, que compromete a habilidade de acesso às baias quando a motivação para deitar é maior.

Segundo Fregonesi et al. (2007a) taxas de lotação de 109, 120, 133 e 150% resultaram em redução linear do tempo de repouso em relação a lotação de 100%. Nesse mesmo estudo as vacas passaram 13 h/d deitadas quando a lotação era de 100% e esse tempo foi reduzido em aproximadamente 2 h quando a taxa de lotação aumentou para 150%. O número de interações antagônicas por unidade de tempo entre os animais também aumentou com o aumento da lotação animal.

Embora seja bastante variável a relação entre a taxa de lotação e a lotação no cocho, e ela dependa muito do design do curral e da severidade da lotação, essas duas variáveis têm correlação positiva. Sabe-se que vacas leiteiras podem demorar mais para chegarem ao cocho logo após a oferta de comida fresca e o deslocamento no cocho pode aumentar em situações de superlotação (HUZZEY et al. 2012). Portanto aumentos na taxa de lotação podem alterar não só o comportamento de descanso, mas também o comportamento dos animais ao se alimentar.

Existem evidências que, em situação de confinamento, a barra de contenção do pescoço é usada por vacas submissas para evitar encontros antagônicos com companheiras do grupo no topo da hierarquia social. Porém em casos de superlotação as interações antagônicas entre os animais no *free stall* podem se tornar mais freqüentes (FREGONESI et al., 2007a). O acesso a uma área fora do confinamento, no entanto, pode reduzir esse tipo de comportamento (MENKE et al., 2000).

2.4 TESTE DE PREFERÊNCIA

Além de descrever os comportamentos, quando desenvolvemos novos ambientes para animais ou almejamos melhorá-los é muito importante saber as preferências dos animais. Atualmente os testes de preferência têm sido bastante utilizados a fim de melhorar os sistemas de confinamento (YARRI, 2005).

Nos testes de preferência é dado aos animais a liberdade para que eles próprios escolham entre dois ou mais recursos ou situações que lhes oferecemos. Assume-se que suas escolhas estejam relacionadas aos seus melhores interesses e bem-estar. Porém,

alguns cuidados devem ser seguidos para se evitar erros, confundimentos e falsas interpretações ao se proceder testes de preferência com animais (YARRI, 2005).

É importante que a pesquisa com preferência animal seja muito bem delineada e controlada a fim de garantir dados confiáveis. Por exemplo, os animais precisam ter experiência prévia com todas as opções fornecidas. Animais quase sempre escolhem maximizar o bem-estar momentâneo ao invés do bem-estar a longo prazo. Idade, força, hora do dia e outras condições ambientais podem também influenciar a preferência mostrada pelos animais (JENSEN, 2009)

A experiência prévia é fator decisivo para um bom teste de preferência, pois os animais podem simplesmente refletir o que eles estão acostumados e, portanto a opção menos preferida pode ainda ser importante para eles (MELLOR et al, 2009)

Os testes de preferência parecem ter maior utilidade prática como uma primeira fase na identificação de características dos sistemas de confinamento que são mais importantes para os animais e assim permitir uma melhor compreensão de como os animais percebem os vários aspectos do seu ambiente e como eles classificam as várias opções fornecidas (RUSHEN et al., 2008), além de abordar as particularidades de um determinado recurso que faz parte do ambiente em que manejamos os animais. Por exemplo, Tucker et al. (2003) observaram que as vacas leiteiras preferem superfícies mais macias, e especificamente mostraram maior preferência por baias com superfície de repouso preenchida com cepilho ou areia do que colchões industriais. Em uma abordagem similar Ruud e B0e, (2011), por sua vez testaram a preferência de vacas leiteiras por baias configuradas por divisórias tubulares rígidas (metálica) ou flexíveis (fibra de vidro) e sugeriram que os animais são capazes de distinguir o material da divisória, já que as partições fixas não foram preferidas neste estudo.

Outra abordagem é testar a preferência dos animais por diferentes recursos presentes em diferentes ambientes ao longo de um período. Por exemplo, Falk et al. (2012) observaram que vacas leiteiras mostram preferência parcial por pastagem durante a noite e para o free stall (com acesso a dieta total) durante o dia. A preferência pelo pasto foi também influenciada pela temperatura ambiente e precipitação de chuva. A disponibilidade de baias no confinamento free stall não afetou o tempo que os animais despenderam no pasto, sugerindo que para vacas leiteiras o confinamento parece ser preferível mais como um local para se alimentar do que um local para repousar.

Fregonesi e Leaver (2002) observaram que vacas leiteiras preferem o sistema de baias coletivas que o sistema free stall manejados com palha de trigo como substrato das baias. A preferência nesse estudo foi aparente em ambas, alta e baixa

disponibilidade de espaço e não houve interferência da experiência e dominância na escolha feita pelos animais. Um estudo semelhante (FREGONESI et al., 2009b) testou a preferência de vacas leiteiras por free stall ou baia coletiva tendo areia como substrato e os animais novamente mostraram pelo sistema de baia coletiva.

Os testes de preferência se mostram uma ferramenta importante no desenvolvimento de ambientes para vacas leiteiras confinadas, uma vez que demonstram através da perspectiva do próprio animal o que é importante dentro de um sistema (YARI, 2005). Como a configuração do *free stall* pode comprometer o bem-estar de vacas leiteiras (NORDLUND; COOK, 2003), a utilização destes testes torna-se importante na criação de alternativas para que se garanta maior conforto no *free stall*. Dentro desse contexto a criação de partições menos restritivas seria uma abordagem a ser testada. Vacas leiteiras demonstram preferência por sistemas menos restritivos (FREGONESI et al., 2009b; FREGONESI; LEAVER, 2002) e perante a hipótese de que partições menores ao nível da superfície de repouso garantiriam maior conforto aos animais o objetivo do presente trabalho foi testar a preferência de vacas leiteiras quanto ao sistema *free stall* e uma partição menos restritiva, denominada baia plana, construída com as mesmas dimensões do free stall, através da remoção das divisórias entre as baias e a instalação de partições de madeira (80 cm) encaixadas na barra de contenção do peito de forma que 8 cm ficaria acima desta estrutura.

3 REFERÊNCIAS

ANDERSON, N. **Dairy Cow Comfort: Cow Behaviour to Judge Free-stall and Tie-stall Barns.** 2008. Disponível em: <http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/animalwelfare/info_cowbehave.pdf>. Acesso em: 15 de fevereiro 2013.

ANÔNIMO. Scientists' Assessment of the Impact of Housing and Management on Animal Welfare. **Journal of Applied Animal Welfare Science**, v.4(1), p.3-52, 2001.

ANUÁRIO LEITEIRO EM NÚMEROS. **Publicação leite e negócios consultoria.** Ano 3, Ceará: Leite & Negócios, 2011.

BARBERG, A. E.; ENDRES, M. I.; SALFER, J. A.; RENEAU J. K. Performance and welfare of dairy cows in an alternative housing system in Minnesota. **Journal of Dairy Science**, v.90, p. 1575-1583, 2007.

BERGSTEN, C.; PETTERSSON, B. The cleanliness of cows tied in stalls and the health of their hooves as influenced by the use of electric trainers. **Preventive Veterinary Medicine**, v.13, p.229-238, 1992.

BERNARDI, F.; FREGONESI, J. A.; WINCKLER, C.; VEIRA, D. M.; VON KEYSERLINGK, M. A. G.; WEARY, D. M. The stall design paradox: Neck rails increase lameness but improve udder and stall hygiene. **Journal of Dairy Science**, v.92, p.3074- 3080, 2009.

BEWLEY, J.; PALMER, R. W; JACKSON-SMITH, D. B. An overview of experiences of Wisconsin dairy farmers who modernized their operations. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.717-729, 2001.

BLOOD, D. C. **Clínica Veterinária.** 5.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1983.

BRAMBELL, F. W. R. Report of the **Technical Committee to Enquire into the Welfare of Animals kept under intensive Livestock Husbandry System.** Command Paper 2836, London: HSMO, 1965.

BRAMLEY, M. Kow Kubicles. **Farm Buildings Association**, v. 169, p.69-73, 1962.

CAMPOS, A. T.; KLOSOWSKI, E. S.; CAMPOS, A. T. **Construções para gado de leite: Instalações para novilhas.** 2006. Disponível em: <<http://www.infobibos.com/artigos/zootecnia/constleite/index.htm>>. Acesso em: 24 dez. 2012.

CEBALLOS, A.; SANDERSON, D.; RUSHEN, J; WEARY, D. M. Improving stall design: use of 3-D kinematics to measure space use by dairy cows when lying down. **Journal of Dairy Science**, v.87, p.2042-2050, 2004.

COOK, N.; NORDLUND, K. **An Update on Dairy Cow Freestall Design.** In: Preconvention Seminar 7: Dairy Herd Problem Investigation Strategies, n.37, 2004, Fort Worth, Texas: American Association of Bovine Practitioners. 2004.

COOK, N. B.; BENNETT, T. B.; NORDLUND, K. V.. Monitoring Indices of Cow Comfort in Free-Stall-Housed Dairy Herds. **Journal of Dairy Science**, v.88, p.3876-3885, 2005.

- DE PALO, P.; TATEO, A.; ZEZZA, F.; CORRENTE, M.; CENTODUCATI, P. Influence of free-stall flooring on comfort and hygiene of dairy cows during warm climatic conditions. **Journal of Dairy Science**, v.89, p.4583-4595, 2006.
- DRISLER, M.; GAWORSKI, M.; TUCKER, C. B.; WEARY, D. M. Freestall maintenance: Effects on lying behavior of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.88, p.2381-2387, 2005.
- EMBRAPA. **Competitividade do Agronegócio Brasileiro**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica., 2011. 326p.
- ENDRES, M. I.; BARBERG, A. E. Behavior of dairy cows in an alternative bedded packhousing system. **Journal of Dairy Science**, v.90, p.4192-4200, 2007.
- ENDRES, M. Compost Bedded Pack Barns - Can They Work For You? **WCDS Advances in Dairy Technology**, V. 21, p. 271-279, 2009.
- EVESON, J. **Agefotostock**. 2013. Disponível em: <<http://www.agefotostock.com/en/Stock-Images/Rights-Managed/FHR-10226-00241-821>>. Acesso em: 2 mar. 2013
- FALK, A. C.; WEARY, D. M.; WINCKLER, C.; VON KEYSERLINGK, M. A. G. Preference for pasture versus freestall housing by dairy cattle when stall availability indoors is reduced. **Journal of Dairy Science**, v.95, p.6409-6415, 2012.
- FAO. **Faostat database**. 2010. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/home/index.html>>. Acesso em: 3 fev. 2013.
- FAWC. **Farm Animal Welfare Council**. Disponível em: <<http://www.fawc.org.uk/freedoms.htm>>. 2009. Acesso em: 15 de fevereiro 2013.
- FAWC. **Farm Animal Welfare Council**. Disponível em: <<http://www.fawc.org.uk/pdf/fivefreedoms1979.pdf>>. 1979. Acesso em: 15 de fevereiro 2013.
- FRASER, D.; BROOM, D. M. **Farm Animal Behaviour and Welfare**.3.ed. Reino Unido: CABI, 1997. 437p.
- FRASER, D. **Compreendendo o Bem-Estar Animal - A ciência no seu contexto cultural**. tradução de Fregonesi, J.A. - Londrina: Eduel, 2012., 436 p.
- FREGONESI, J. A. **Production and Behavior of Dairy Cattle in Different Housing Systems**. 1999. P. 276. Tese de Doutorado. Departament of Agriculture and Horticulture, Wye College: University of London, Londres. 1999.
- FREGONESI, J. A.; LEAVER, J. D. Preferência de vacas leiteiras em lactação por sistemas de confinamentos com ou sem baias em duas disponibilidades de espaço. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 23, p. 45-55, 2002.
- FREGONESI, J. A.; TUCKER, C. B.; WEARY, D. M. Overstocking reduces lying time in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.90, p.3349-3354, 2007a.
- FREGONESI, J. A.; VEIRA, D. M.; VON KEYSERLINGK, M. A. G.; WEARY, D. M. Effects of bedding quality on lying behavior of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.90, p.5468-5472, 2007b

- FREGONESI, J. A.; VON KEYSERLINGK, M. A. G.; TUCKER, C. B.; VEIRA, D. M.; WEARY, D. M. Neck-rail position in the free stall affects standing behavior and udder and stall cleanliness. **Journal of Dairy Science**, v.92, p.1979-1985, 2009a
- FREGONESI, J. A.; VON KEYSERLINGK, M. A. G.; WEARY, D. M. Cow preference and usage of free stalls compared with an open pack area. **Journal of Dairy Science**, v. 92, p. 5497-5502, 2009b
- FULWIDER W. K.; GRANDIN, T., GARRICK, D.J.; ENGLE, T.E.; LAMM, W. D.; DALSTED D. L.; ROLLIN, B. E. Influence of free-stall base on tarsal joint lesions and hygiene in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.90, p. 3559-3566, 2007.
- GALINDO, F.; BROOM, D. M. The relationships between social behaviour of dairy cows and the occurrence of lameness in three herds. **Research in Veterinary Science**, v.69, p.75-79, 2000.
- GRAVES, R. E.; MCFARLAND, D. F.; TYSON, J. T. **Designing and Building Dairy Cattle Freestalls**. 2009. Disponível em: <<http://pubs.cas.psu.edu/freepubs/pdfs/g76.pdf>> . Acesso em: 02 jan. 2013.
- GRAVES, R.; MCFARLAND, D.; TYSON, J.; WILSON, T. **Extension**. 2010. Disponível em: <<http://www.extension.org/pages/11015/design-considerationsfor-dairy-cattle-freestalls>>. Acesso em: 4 abr. 2013.
- GRANT, R. J.; ALBRIGHT, J. L. Effect of animal grouping on feeding behavior and intake of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.84(ESuppl.), p. E156-E163, 2001.
- GREEN, L.E., HEDGES V. J., SCHUKKEN Y. H. The impact of clinical lameness on the milk yield of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 85, n.9, p.2250-2256, 2002.
- HARRISON, R. **Animal Machines. The new factory farming industry**. Reino Unido: Vincent Stuart Publishers. 1964.
- HALEY, D. B.; DE PASSILLE, A. M.; RUSHEN, J. Assessing cow comfort: Effect of two types and two tie stall designs on the behavior of lactating dairy cows. **Applied Animal Behaviour Science**, v.71, p.105-117, 2001.
- HERNANDEZ-MENDO, O.; VON KEYSERLINGK, M. A. G.; VEIRA, D. M.; WEARY, D. M. Effects of pasture on lameness in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.90, p.1209-1214, 2007.
- HUSFELDT, A. W.; ENDRES, M. I.; SALFER, J. A.; JANNI, K. A. Management and characteristics of recycled manure solids used for bedding in Midwest freestall dairy herds. **Journal of Dairy Science**, v.95, p.2195-2203, 2012.
- HUZZEY, J. M.; NYDAM, D. V.; GRANT, R. J.; OVERTON, T. R. The effects of overstocking Holstein dairy cattle during the dry period on cortisol secretion and energy metabolism. **Journal of Dairy Science**, v.95, p.4421-4433, 2012.
- IBGE. **Produção da Pecuária Municipal 2011**. Rio de Janeiro: IBGE, v. 39, p.1-63, 2012.

JENSEN, P. **The ethology of domestic animals: An introductory text**. 2.ed. Reino Unido: CAB International, 2002. 218p.

KRAWCZEL, P. D.; MOONEY, C. S.; DANN, H. M.; CARTER, M. P.R.; BUTZLER, E.; BALLARD, C. S.; GRANT, R. J. Effect of alternative models for increasing stocking density on the short-term behavior and hygiene of Holstein dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.95, p.2467-2475, 2012.

LEAVER, J. D. Dairy Cattle. In: WEBSTER, J. **Management and welfare of farm animals**. 2ed. Reino Unido: UFAW, 1988.

LIDFORS L. The use of getting up and lying down movements in the evaluation of cattle environments. **Veterinary Research Communications**, v.13, p.307-324, 1989.

MARQUES, D. C. **Criação de Bovinos**. Belo Horizonte: CVP, 2006.

MELLOR, D.; PATTERSON-KANE, E.; STAFFORD, K. **The Science of Animal Welfare**. Reino Unido: UFAW, 2009. 224p.

MILKPOINT. **Levantamento TOP 100 2010**. 2009. Disponível em: <<http://www.milkpoint.com.br/top100/final/2010/>>. Acesso em: 10 jan 2013

MILKPOINT. **Levantamento TOP 100 2013**. 2012. Disponível em: <<http://www.milkpoint.com.br/top100-milkpoint-2013-lp/>>. Acesso em: 10 jan 2013

MOREIRA, S. A; THOMÉ, K. M; FERREIRA, P. DA S; BOTELHO FILHO, F. B. Análise econômica da terminação de gado de corte em confinamento dentro da dinâmica de uma propriedade agrícola. **Custos e Agronegócio Online**. v. 5, n. 3, p.132-152, 2009.

MUNKSGAARD, L.; JENSEN, M. B.; PEDERSEN, L. J.; HANSEN, S. T.; MATTHEWS, L. Quantifying behavioural priorities - Effects of time constraints on behaviour of dairy cows, *Bos taurus*. **Applied Animal Behavior Science**. v.92, p.3 -14, 2005.

NICOLETTI, J. L. M. Manual de Podologia Bovina. Barueri: Ed. Manole Ltda, 2004. 126 p.

NORDLUND, K.; COOK, N.A Flowchart For Evaluating Dairy Cow Freestalls. **Bovine Practitioner**, v. 37, p. 89-96, 2003.

NORRING, M.; MANNINEN, E.; DE PASSILLE, A. M.; RUSHEN, J.; MUNKSGAARD, L.; SALONIEMI, H. Effects of sand and straw bedding on the lying behavior, cleanliness, and hoof and hock injuries of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.91, p.570-576, 2008.

NORRING, M.; MANNINEN, E. DE PASSILLE, A. M.; RUSHEN, J.; Saloniemi, h. Preferences of dairy cows for three stall surface materials with small amounts of bedding. **Journal of Dairy Science**, v.93, p.70-74, 2010.

OSTERÅS, O.; SOLBU, H.; REFSDAL, A. O.; ROALKVAM, T.; FILSETH, O.; MINSAAAS, A. Results and evaluation of thirty years of health recordings in the Norwegian dairy cattle population. **Journal of Dairy Science**, v.90, p.4483-4497, 2007.

PEELER, E. J.; GREEN, M. J.; FITZPATRICK, J. L.; MORGAN, K. L.; GREEN, L. E. Risk factors associated with clinical mastitis in low somatic cell count British dairy herds. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.2464-2472, 2000

PHILLIPS, C. J. **Cattle Behavior**. Reino Unido: Farming Press Books, 1993. PHILLIPS, C. **Cattle Behaviour and Welfare**. 2ed. Reino Unido: Blackwell Science Ltd. 2002.

POTTERTON, S. L.; GREEN, M. J., HARRIS, J.; MILLAR, K. M.; WHAY, H. R.; HUXLEY, J. N. Risk factors associated with hair loss, ulceration, and swelling at the hock in freestall-housed UK dairy herds. **Journal of Dairy Science**, v.94, p.:2952-2963, 2011.

RENEAU, J. K.; SEYKORA, A. J.; HEINS, B. H.; ENDRES, M. I.; FARNSWORTH, R. J. Association between hygiene scores and somatic cell scores in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 277, p. 1297-1301, 2005.

RUSHEN, J.; DE PASSILE, A. M.; VON KEYSERLINGK, M. A. G.; WEARY, D. M. **The welfare of cattle**. Holanda: Springer, 2008. 2008.

RUUD, L. E.; BØE, K. E.; ØSTERÅS, O. Associations of soft flooring materials in free stalls with milk yield, clinical mastitis, teat lesions, and removal of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.93, p.1578-1586, 2010.

RUUD, L. E.; BØE, K. E. Flexible and fixed partitions in freestalls —Effects on lying behavior and cow preference. **Journal of Dairy Science**, v.94, p.4856-4862, 2011.

SCHOPER, W. 2006. Disponível em: <<http://www1.extension.umn.edu/dairy/facilities/compost-barns-winter/>>. Acesso em 11 mai. 2013.

SCHREINER, D. A., RUEGG, P. L. Relationship between udder and leg hygiene scores and subclinical mastitis. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.3460-3465, 2003.

SOMERS, J. G. C. J.; FRANKENA, K.; NOORDHUIZEN-STASSEN, E. N.; METZ J. H. M. Prevalence of Claw disorders in dutch dairy cows exposed to several floor systems. **Journal of Dairy Science**, v.86, p. 2082-2093, 2003.

SPRECHER, D.J.; HOSTETLER, D. E.; KANEENE, J. B. A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. **Theriogenology**, v.47, p.1179-1167, 1997.

STEFANOWSKA, J.; SWIERSTRA, D.; BRAAM, C. R.; HENDRIKS, M. M. W. B. Cow behaviour on a new grooved floor in comparison with a slatted floor, taking claw health and floor properties into account. **Applied Animal Behavior Science**, v.71, p.87-103, 2001.

SUMNER, J. Design of dairy cow housing systems in the United Kingdom. **Dairy, Food and Environmental Sanitation**, v.2, p.650-653, 1991.

TUCKER, C. B.; WEARY, D. M.; FRASER, D. Effects of three types of free stall surfaces on preferences and stall usage by dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.521-529, 2003.

TUCKER, C. B.; WEARY, D. M.; FRASER, D. Free-Stall Dimensions: Effects on Preference and Stall Usage. **Journal of Dairy Science**, v.87, p.1208-1216, 2004.

- TUCKER, C. B.; WEARY, D. M. Bedding on geotextile mattresses: How much is needed to improve cow comfort? **Journal of Dairy Science**, v.87, p.2889-2895, 2004.
- TUCKER, C. B., WEARY, D. M.; FRASER, D. Influence of neck-rail placement on free-stall preference, use, and cleanliness. **Journal of Dairy Science**, v.88, p.2730-2737, 2005.
- TUCKER, C. B.; ZDANOWICZ, G.; WEARY, D. M. Brisket boards reduce freestall use. **Journal of Dairy Science**, v.89, p.2603-2607, 2006.
- TUCKER, C. B.; WEARY, D. M.; VON KEYSERLINGK, M. A. G.; BEAUCHEMIN, K. A. Cow comfort in tie-stalls: Increased depth of shavings or straw bedding increases lying time. **Journal of Dairy Science**, v.92, p.2684-2690, 2009.
- VEISSIER, I.; CAPDEVILLE J.; DELVAL E. Cubicle housing systems for cattle: Comfort of dairy cows depends on cubicle. **Journal of Animal Science**, v.82, p.3321-3337, 2004.
- VANEGAS, J.; OVERTON, M.; BERRY, S. L.; SISCHO, W. M. Effect of Rubber Flooring on Claw Health in Lactating Dairy Cows Housed in Free-Stall Barns. **Journal of Dairy Science**, v.89, p.4251-4258, 2006.
- WAGNER-STORCH, A. M.; PALMER, W. Day and night seasonal temperature differences for a naturally ventilated freestall barn with different stocking densities. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.3534-3538, 2002.
- WARD, W. R.; HUGHES, J. W.; FAULL, W. B.; SUTHERLAND, P. J.; SUTHERST, J. E. Observational study of temperature, moisture, pH and bacteria in straw bedding, and faecal consistency, cleanliness and mastitis in cows in four dairy herds. **Veterinary Records**, v.151, p.199-206, 2002.
- WARNICK, L. D.; JANSSEN, D.; GUARD, C. L.; GROHN, Y. T. The effect of lameness on milk production in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.1988-1997, 2001.
- WEBSTER, A. J. F. Review: Farm Animal Welfare: the Five Freedoms and the Free Market. **The Veterinary Journal**, v.161, p.229-237, 2001.
- WHAY, H.R.; WATERMAN, A.E.; WEBSTER, A.J. Associations between locomotion, claw lesions and nociceptive threshold in dairy heifers during the peri-partum period. **Veterinary Journal**, v.154, n.2, p 155-61, 1997.
- YARRI, D. **The Ethics of Animal Experimentation: A Critical Analyses and Constructive Christian Proposal**. Reino Unido: OKFORD University Express, 2005. 220p.
- ZDANOWICZ, M.; SHELFORD, J. A.; TUCKER, C. B.; WEARY, D. M.; VON KEYSERLINGK, M. A. G. Sand and sawdust bedding affect bacterial populations on teat ends of dairy cows housed in freestalls. **Journal of Dairy Science**, v.87, p.1694-1701, 2004.
- ZURBRIGG, K.; KELTON, D.; ANDERSON, N.; MILLMAN, S. Tie-stall design and its relationship to lameness, injury, and cleanliness on 317 Ontario dairy farms. **Journal of Dairy Science**, v.88, p.3201-3210, 2005.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

- O objetivo com essa pesquisa foi comparar o sistema de confinamento alternativo de baia plana, criado com divisórias de madeira ao nível da superfície da baia, com o sistema *free stall* quanto à utilização e preferência de vacas leiteiras.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Monitorar o comportamento de vacas leiteiras nos sistema baia plana e *free stall* convencional.
- Avaliar a limpeza da superfície da baia de repouso e do úbere das vacas manejadas nos sistemas de confinamento baia plana e *free stall*
- Medir o tempo despendido para limpeza da superfície das baias de repouso nos sistemas de confinamento baia plana e *free stall*.
- Correlacionar o tamanho dos animais e a preferência dos mesmos.

5 ARTIGO

5.1 INTERPRETIVE SUMMARY

Reinventing the free stall: dairy cow preference and usage of plain stalls. *By Abade et al., page 000.* The aim of this study was to test cows' preference and usage of less restrictive stall, the plain stall. The new stall partition consisted in a wooden board partition fixed under the deep-bedded sand lying area but leaving a slightly protrusion from the lying surface. A preference testing was carried out. When both options were available cows spent more time lying in the free stall; probably due to familiarity with the conventional stalls. When restricted there was no difference in the time spent lying down or perching in the bedded area. Cows and stalls were dirtier in the plain stall.

PREFERENCE AND USAGE OF PLAIN STALL COMPARED TO FREE STALL

Reinventing the free stall: Dairy cow preference and usage of plain stalls.

C. C. Abade,¹ J. A. Fregonesi,² | M. A. G. von Keyserlingk,¹ and D. M. Weary,^{1,3}

5.2 ABSTRACT: Housing dairy cows in free stalls allows for better control of lying behavior in stalls, reduce labor, saves bedding material and promote stall cleanliness. However, problems in stall configuration may affect cows' behavior and stall usage. The aim of this study was to test dairy cows' preference and usage for an alternative stall configuration, named as plain stall, that consisted of a slightly (8 cm) protrusion above the lying surface, designed to index lying position within the stall. Forty-eight cows were used to perform a preference test carried out in two phases. For the no-choice the animals were randomly assigned to groups (n=8) which were alternately allocated to either conventional free stalls or the plain stall, these groups were observed for 7 d, then were switched treatments, in adjacent pens, and observed for another 7 d period. For the choice phase, when cows had access to both treatments (with enough stalls for all the animals in each treatment), groups (n=4) in adjacent pens were merged and followed during 7 d. Cows were housed in free stall prior to the study. Behavior (time lying and standing with 2 or 4 hooves in the stall) was recorded in the last 3 d of both

¹ Animal Welfare Program, Faculty of Land and Food Systems, University of British Columbia, 2357 Main Mall, Vancouver, British Columbia, V6T 1Z4, Canada

² C.A.R.E. - Cuidado Animal e Responsabilidade Ética, Universidade Estadual de Londrina, Paraná, CEP-86057-970, Brazil;

³ Corresponding author: Dan M. Weary, Email: dan.weary@ubc.ca Animal Welfare Program, Faculty of Land and Food Systems, University of British Columbia, 2357 Main Mall, Vancouver, British Columbia, V6T 1Z4, Canada, Tel 604-82229 1219, Fax 604-822-6394,

phases. The time to lie down and stand up, cleanliness scores (udder and bedding) and time to clean the stalls were measured in the last 3 days of each no-choice phase. When provided free choice cows spent more time lying in the conventional free stall than in plain stall (9.4 ± 0.8 h/d vs. 4.1 ± 0.8 h/d). When restricted to a single option there were no differences in times spent lying down in free stall or plain stall (13.2 ± 0.4 h/d vs. 12.9 ± 0.4 h/d respectively) and in times perching with their front hooves in the bedded area (1.3 ± 0.1 h/d vs. 1.2 ± 0.1 h/d respectively). Plain stalls were dirtier than free stalls (4.2 ± 0.3 vs. 0.2 ± 0.3 dirty squares/stall) and cows kept in the plain stall had dirtier udder scores than cows kept in the free stall system (1.6 ± 0.1 vs. 1.4 ± 0.1). In summary, the plain stall system seem as not aversive for the animals since there was no effect of treatments in the time they spent lying when were restricted to the systems, though as animals were housed in free stall previously to the study, their previous experience may have influenced their answers

Keywords: Cow comfort. Preference test. Free stall design. Stall hygiene.

5.3 INTRODUCTION

Some features of the free stall are designed to restrict where cows lie and stand in the stalls in order to reduce labor required to keep stalls clean and save costs with bedding materials. Besides these benefits, stalls may also restrict stall usage by dairy cows, changing their behavior and compromising animals' comfort and health (Schreiner e Ruegg, 2003; Fregonesi et al. 2009a; Potterton et al., 2011). When housed indoors dairy cows usually spend approximately 8 - 16 h /d lying down (Tucker and Weary, 2004) and 0,5-3 h/d standing in the stall (Stefanoswka et al., 2001), however these values can vary depending on stall's design and configuration. For example, when the neck-rail are placed in more restrictive positions cows spend less time standing with four hooves in the stall (from 30 min/d to near 0 min/d) and more time with two hooves in the stall, a behavior that has been linked to lameness (Bernardi et al., 2009).

Several experiments have tested how free stall partitions can influence the behavior of dairy cows and it seems that stall usage decreases with more restrictive partitions (Tucker et al., 2004; Tucker et al. 2005; Tucker et al., 2006; Bernardi et al. 2009; Fregonesi et al., 2009a). Standing position is restrained when the neck-rail is a restrictive position (Fregonesi et al., 2009a) and animals spend more time lying and less time perching with 2 feet in the bedded area when the stalls are wider (Tucker et al., 2004). The presence of the brisket board also can affect stall usage, as cows spend less time lying down when provided a 20-cm-high brisket board (Tucker et al., 2006).

Dairy cows seem to avoid partitions that they can touch easily while moving in the stall (Tucker et al., 2004). Ruud and B0e, (2011) observed that cows' prefer flexible vs.

fixed partitions. When comparing open pack system with the free stall cows preferred the open pack, which has no partitions (Fregonesi et al., 2009b). These findings suggest that the type and presence of partitions are important resources for housed dairy cows.

The conditions of the facilities are closely related to the hygiene score (Zdanowicz et al., 2004; Zurbrigg et al., 2005) which in turn is related to somatic cells count (Reneau et al., 2005). The free stall is a very effective housing system in keeping bed and cows clean. However, less restrictive stalls tend to demand greater time to maintain it clean (Tucker et al. 2005; Bernardi et al., 2009; Fregonesi et al., 2009a). Cow's udder also tends to be dirtier in these stalls (Bernardi et al., 2009) and studies show a positive relationship between animal cleanliness and incidence of sub-clinical mastitis (Schreiner e Ruegg, 2003; Reneau et al., 2005; De Palo et al., 2006).

As the free stall is the most prevalent housing system in several countries (Rushen et al., 2008) although this system can present restrictive features (Tucker et al., 2004;2006, Fregonesi et al., 2009a), it is important to test alternatives for the conventional system (Aland et al., 2009; Ruud and B0e, 2011), so that dairy cows' comfort and health can be improved. As cows showed preference for more permissive systems as open pack and straw yard in previous studies (Fregonesi e al. 2009b; Fregonesi and Leaver, 2002), we predicted that reducing partitions to the level of the lying surface would index lying position within the stall and also provide more comfortable lying area, besides favoring standing behavior. This way, the aim of this study was to test dairy cows' behavior and preference for free stall and plain stall housing system.

5.4 MATERIAL AND METHODS

5.4.1 Animals Housing and Feeding

Forty-eight mid-lactation Holstein cows were used in this study, all housed in a free stall barn located at The University of British Columbia's Dairy Education and Research Centre (Agassiz, British Columbia, Canada). These animals were assigned to 1 of 8 groups, of 6 animals each, balanced for (mean + SD) parity (3 + 1.6 lactations), DIM (165 + 43 d), body weight (700 + 85 Kg), body height (149 + 4.1 cm) (measured at the third thoracic vertebra), body length (201 + 10 cm) (measured between the first cervical and the most caudal vertebra at the base of the tail), and BCS (3 + 0.3score). Before the experiment, cows were

gait scored following Flower and Weary (2006). All cows with gait score >3.0 were excluded and the groups were balanced to have equal number of cows with gait score 2.0, 2.5 and 3.0.

Animals were given *ad libitum* access to a TMR containing 22.25% of grass silage, 16.64% of corn silage, 49.38% of mash and 11.72% of alfalfa hay, provided twice daily (6:00 and 15:00 h) and pushed up 3 times a day.

5.4.2 Experimental Treatments and Management

Two systems were tested in this study, the free stall and the plain stall. In the free stall, the lying area had a bed length of 2.4 m and were 1.2 m wide from centre to centre. The neck-rail was positioned 1.1 m above the stall surface and 1.70 m from the inside of the rear curb, as measured on the horizontal axis. The brisket board (height = 0.13 m) was positioned 1.80 m from the inside of the curb (height = 0.20 m). The plain stall was created by removing all hardware partition, except the brisket board, the posts holding the free stall partitions and the metal bar dividing the stalls faced one another. Small wood boards were placed in the same position as the free stall partitions so that the size of the stalls was the same in both systems.

The wood boards (length = 80 cm, height = 29 and width = 5 cm) were fitted to the brisket board and fixed in 2 rebars dug in the sand and were placed so that 8 cm was above to the brisket board.

Pens had a total of 7 m of accessible feed-alley space and 12 stalls filled with 30 cm of washed river sand. In each pen stalls were configured in 3 rows: 2 rows faced one another and the back row faced a cement wall.

The bedding surface was raked and cleaned during every morning and afternoon milking. Fresh sand was added once a week, leveled to the brisket board with same height both systems. Flooring in the alleys was grooved concrete. The crossover alleys were cleaned twice daily during milking and all the other alleys were cleaned 6 times/day with automatic scrapers.

Water was freely available and cows were milked twice daily (at 6:00 and 16:00 h) in a double-12 parallel milking parlor.

5.4.3 Experimental Design

The experiment was conducted from February to June 2012 in Agassiz, British Columbia, Canada. Four pens were used during the study and were assigned alternately to the 2 treatments, free stall or plain stall, and switched to the alternate treatment between replicates. The experiment consisted of two replicates with 24 animals each.

A preference test was conducted in two phases a no-choice phase when animals were restricted to each treatment for the same period and a choice phase when both systems were available. Cows were kept in groups of 12 for 2 days before the beginning of the experimental period and for the no-choice phase subgroups of 6 cows (n=8) were alternately allocated to either conventional free stalls or the plain stall systems. After 4d of acclimatization they were monitored for 3 consecutive days. Groups were then switched to the alternate treatment, in the adjacent pens, allowing the same time for acclimatization and then monitored for 3 more consecutive days.

For the choice phase (n=4) the gate of these adjacent pens were opened, allowing cows to have free access to both housing systems with enough stalls in both of them. Behavior was recorded for the last 3 d of each choice period.

5.4.4 Measurements

5.4.5 Behavioral Measures.

Behavior was recorded 24 h/d throughout the experiment using cameras (Panasonic WV CW 5045 Color CCTV Camera) positioned 8 m above each experimental pens and the Geovision Digital Recording System - 1480 was used to monitor behavior..

One red light (Noma Red food light bulb - 100W) was hung 6,2 m above each experimental pen to facilitate video recording at night. Cows were marked with unique symbols using hair dye to allow individual identification.

Instantaneous scan sampling at 5 min intervals was used to identify cows' positions in the stalls (lying, standing with 4 or 2 feet in the stall or standing outside the bedded area) during both, no-choice and choice phases

One hour after each milking the videos were scanned continuously for 3 hours in order to monitor cows' lying/standing bouts during the 3 last days of the no-choice phase, following Lidfors (1989).

For the choice phase the 5 min scan sampling was used to identify positions, the total time lying and standing with 2 or 4 feet in the stall were assessed. The preference was defined by the time cows spent lying in the stall.

The relationship between preference and cow measures was also evaluated for the choice phase.

5.4.6 Stall Cleanliness Measures

Stall cleanliness was scored twice a day at morning and afternoon milking before the stalls were raked during the last 3d of the no-choice phase. A grid measuring 100x160 cm containing 160 equal-sized (10x10 cm) squares was placed over the bedding in each stall. Cleanliness score was obtained by counting the number of squares that contained fecal matter.

5.4.7 Udder Cleanliness Measures.

Udder cleanliness was scored, at morning and afternoon milking during the last 3d of the no-choice phase, following Cook et al. (2004). The udder was observed from the rear and the side and assigned a score from 1 to 4: 1= no manure present, 2= minor splashing manure near the teats, 3= distinct plaques of manure on the lower half of the udder, and 4= confluent plaques of manure encrusted on and around the teats.

5.4.8 Time to Clean the Stalls Measures.

An individual unaware of experimental treatments leveled the stalls with a rake and removed fecal matter at morning and afternoon milking during the last day of each no-choice phase. The time required to clean all the stalls in each treatment pen was monitored using video recordings starting from the moment the rake came into contact with the first stall until it was lifted from the last stall in the pen.

5.4.9 Statistical Analysis

For the no-choice phase animal behavior was analyzed by using a mixed model, with group (n=8) as the observational. The total duration for each activity per cow per

day (3 days in each phase) were averaged to form a mean value per group for each treatment condition.

For the choice phase these values were averaged per group ($n=4$) and treatment (free stall or plain stall). The effect of housing on these data was tested using mixed model, with group specified as random effect, (3df) and the effect of housing (1df) tested against the residual error (3df) (SAS, version 9.1.3; SAS Institute Inc., Cary, NC).

The udder and stall cleanliness scores and time to clean the stall, lie down and stand up were also analyzed by using mixed model (SAS, version 9.1.3; SAS Institute Inc., Cary, NC).

We predicted that larger cows would be more affected by stall partitions. To test the effect of cow size we subtracted choice phase treatment means. The differences were then correlated (Pearson correlation; SAS, version 9.1.3; SAS Institute Inc., Cary, NC) with measures of cow height and length. 208

5.5 RESULTS

5.5.1 No- Choice Phase

There was no difference in time lying down (mean \pm SE) between free stall or plain stall (13.2 ± 0.4 versus 12.9 ± 0.4 h/d, respectively; $F_u = 1.35$; $P > 0.283$) (Figura 11a). However, cows spent more time standing with all 4 hooves in the plain stall than in the free stall (0.60 ± 0.06 versus 0.05 ± 0.06 respectively; $F_u = 42.02$, $P = 0.0003$) (Figura 11c). In contrast, there was no difference in the time that cows spent standing with just the front 2 hooves in the bedded area between treatments (1.3 ± 0.1 h/d vs. 1.2 ± 0.1 h/d; $F_u = 0.77$, $P < 0.409$) (Figura 11b). There was also no difference in the time spent standing in the alleys (9.3 ± 0.3 for both systems; $F_u = 0.01$; $P < 0.911$).

Cows tended to stand up faster in the plain stall; time was 5.06 ± 0.23 seconds in the plain stall vs. 5.83 ± 0.23 in the free stall ($F_u = 5.81$; $P > 0.09$). There was no difference for the time to lie down (6.33 ± 0.23 seconds in the free stall and 5.85 ± 0.23 seconds in the plain stall; $F_{1,3} = 2.5.10$; $P < 0.243$).

Cows in the plain stall had dirtier udders (score 1.6 ± 0.1 vs. 1.4 ± 0.1 ; $P < 0.002$) and consequently the stall surface had more fecal contamination (4.2 ± 0.3 vs. 0.2 ± 0.3 dirty squares/stall; $P < 0.0001$) in this system. However there was no difference in the time

to clean the stalls for both systems (0.06 ± 0.007 h in the plain stall vs. 0.04 ± 0.007 h in the free stall; $P < 0.069$).

5.5.2 Choice Phase

When provided free choice cows spent more time lying in the conventional free stall than in plain stall (Figura 12a). During this phase cows spent 9.4 ± 0.8 h/d lying in the free stall and 4.1 ± 0.8 h/d lying in the plain stall area ($F_u = 24.89$; $P < 0.016$). Cows spent more time standing with 4 hooves in the bedded area in the plain stall than in the free stall (0.24 ± 0.03 vs. 0.02 ± 0.03 ; $P < 0.009$) (Figura 12c). In contrast time spent with 2 hooves was greater for the free stall when compared to the plain stall in the choice phase (0.7 ± 0.1 vs. 0.2 ± 0.1 ; $P < 0.0576$, respectively) (Figura 12b).

In this experiment there was no interaction between cow size and treatment for any variable.

5.6 DISCUSSION

5.6.1 No-choice Phase

The time cows spend lying and standing is an appropriated method to evaluate if features of a housing system are suitable for dairy cows (Rushen et al., 2008). When housed in more comfortable housing systems cows tend to lie down for longer and also change positions more often (Haley et al., 2000). In our study there wasn't a significant effect on lying time when providing cows with less restrictive partitions: 13.2 ± 0.4 h/d in the free stall compared to 12.9 ± 0.4 h/d in the plain stall (Figura 11a), and lying times were within the range of previous reports for this herd (Fregonesi et al., 2007; Bernardi et al., 2009), suggesting that both systems were suitable for the animals.

Cows may stand in the stall to avoid the available standing surface in the alley, which is relatively uncomfortable (Stefanowska et al., 2001), moreover contact with more comfortable surface can improve gait (Hernandez-Mendo et al., 2007). In systems, as the free stall, the presence and position of the neck-rail can affect standing behavior (Fregonesi et al., 2009a). Tucker et al., (2005), for example, found that when the neck-rail is positioned lower and closer to the rear of the stall cows were prevented from standing fully in

the stall. When the neck-rail position is restrictive the time perching with 2 feet in the stall increase (Bernardi et al., 2009).

In this study there was no difference in time spent with only 2 hooves in the stall when they were restricted to the treatments (Figura 11b). Normally cow spends lesser time standing with 2 front hooves in the free stalls when more room is provided (Fregonesi et al., 2009b; Tucker et al., 2004), but in the present study more space allowance had no effect on this behavior and the time with 2 hooves in the stall for the plain stall was greater than the time found by other authors when less restrictive options were offered (Tucker et al., 2005, Bernardi et al., 2009, Fregonesi et a., 2009b). We suggest that these results may be due probably to previous experience since the animals were housed in free stalls for long periods. The previous experience is known as an effect that can influence behavior of housed dairy cows (Rushen et al., 2008).

As the partitions of the plain stall proposed were only 8cm up to lying surface and the neck-rail was not present in this system, cows had more room to stand fully in the bedded area, it possibly made the stalls more comfortable for the animals. Indeed cows spent more time standing with 4 hooves in the bedded area of the plain stall (Figura 11c).

In this study cows tended to stand up faster ($P=0.09$) when housed in the plain stall. This tendency could be possibly related to the lack of partitions present in this system. If cows don't have enough room in the stall, the movements to lie down and stand up can be restrained and it can lead the animal to injuries (Rushen et al., 2008).

Nordlund and Cook (2003) recommends that neck-rail should be positioned forward at a distance equal to the body resting length or more and suitable stalls should provide cows room enough to rise without hitting the neck-rail.'

Less restrictive neck rail position, however, is associated to more soiled bedding surface because cows are more likely to urinate and defecate while standing in the stall Fregonesi et al. (2009a). In this study stalls from the plain stall were dirtier, probably because of partitions configuration.

Dirtier stalls are also related to dirtier udders (Bernardi et al.; 2009) what explains the dirtier udder observed in the plain stall than in the free stall. However there was no difference in the time required for maintenance ($P<0.069$). Opposite to the results found by Fregonesi et al. (2009a) when testing the open pack for preference of dairy cows.

Lying behavior was not affected when cows were housed in the plain stall, and standing behavior was probably influenced by the experience. Our findings suggest that the system tested in the current study seem to provide a suitable lying surface for housed dairy

cows when compared to the conventional free stall, however further studies are important for a fully understanding about the effect of the previous experience in the behavior of housed dairy cows.

5.6.2 Choice Phase

Spatial constraints are an important factor to influence behaviour and preference. For example, cows tend to choose wider stalls (Tucker et al., 2004) and also flexible partitions over fixed ones (Ruud and B0e, 2011). The animals also tend to choose less restrictive system, without partitions, as the open pack (Fregonesi et al., 2009b) or the straw yard (Fregonesi and Leaver, 2002).

We hypothesized that reducing partitions to the level of the lying surface would index lying position within the stall and also provide more comfortable lying area, besides favoring standing behavior. The plain stall tested seems to offer a suitable surface for lying, since the lack of partitions reduces spatial constraints. Nevertheless in the present study, the time spent lying down was greater in the free stall than the in the plain stall during the choice phase (Figura 12a).

When testing features of housing systems preference tests are very useful to identify what is important for dairy cows and how they classify the options given (Rushen et al., 2008). However the previous experience, either as long-term or short-term exposures to the various options given, can affect preference results (Mellor et al, 2009).

Indeed, as the lying behavior was not affected by the plain stall in the no-choice phase, we suggest that, as the cows were managed in the free stall for long periods, the previous experience may have influenced preference.

Stall configuration may be another factor that contributed to animals' preference in this experiment. The neck-rail was placed 1.7m from the inside of the rear curb and 1.1 above from lying surface. This position is considered permissive according to studies (Tucker et al., 2005; Fregonesi et al., 2009a) and is within the recommendation (Nordlund and Cook, 2003). Probably if a more restrictive neck-rail position was used there would be an effect in stall usage and preference.

We also suggested that cow size could also affect preference, since different hardware placements may influence behaviour. If stalls are configured in a more restrictive placement, for example, cow size can have an effect on preference (Tucker et al., 2004). However there was no evidence that cow size had any influence on preference in our study.

Our results are consistent with the findings of Fregonesi et al., (2009b), suggesting that contact with the stall partitions was not important to define preference in these conditions.

Normally when more room is provided, cows tend to perch with the 2 front hooves in the bedded area for shorter period (Bernardi et al., 2009, Tucker et al., 2005). In this study the time perching was greater in the free stall than in the plain stall for the choice phase (Figura 12b). But even providing more room this behaviour was still present in the plain stall area. These findings agree with the ones of Fregonesi et al (2009b). They found a reduction on time perching on the open pack, however this behaviour was still present in this system. Cows might learn to perch when first introduced to free stalls and get used to this behavior, however no work to date tested this hypothesis (Fregonesi et al., 2009b) and further studies are necessary to understand the interaction of experience and preference.

In contrast cows clearly have chosen the bedding area offering more room to stand fully in the stall in this experiment (Figura 12c). The plain stall configuration may have contributed for this result since spatial constraints are reduced in this system. the time spend with 4 hooves in the bedded area tend to increase as the options given are more permissive (Bernardi et al., 2009, Fregonesi et al., 2009b) what suggests that it's important for the animals to perform this behavior.

The present study was designed in order to test a new option for stall partitions. Providing more room for cows can have a positive effect on welfare, therefore further studies are necessary to define partitions that contribute with dairy cows' welfare and are compatible with better management.

5.7 CONCLUSION

The plain stall presented dirtier lying surface and consequently cows housed in this system also presented dirtier udders. Cows showed stronger preference for the free stall, however we suggest that previous experience may have influenced preference since perching behavior was still present when cows were housed in the plain stall and no effect of this system was observed in dairy cows behavior when they were restricted to both treatments. In summary, the plain stall seems to provide a suitable lying surface for housed dairy cows, however further studies are necessary to define partitions that are suitable for animal welfare and farm management.

5.8 ACKNOWLEDGMENTS

The authors thank all the students and staff of the University of British Columbia's Animal Welfare Program (Vancouver, BC, Canada) and Dairy Education and Research Centre (Agassiz, BC, Canada)

5.9 REFERENCES

- Aland, A., L. Lidfors, and I. Ekesbo. 2009. Impact of elastic stall partitions on tied dairy cows' behaviour and stall cleanliness. *Prev. Vet. Med.* 92:154-157.
- Bernardi, F., J. Fregonesi, C. Winckler, D. M. Veira, M. A. G. Von Keyserlingk, and D. M. Weary. 2009. The stall-design paradox: Neck rails increase lameness but improve udder and stall hygiene. *J. Dairy Sci.* 92:3074-3080.
- Cook, N. B., T. B. Bennett, and K. V. Nordlund. 2004. Effect of free stall surface on daily activity patterns in dairy cows with relevance to lameness prevalence. *J. Dairy Sci.* 87:2912-2922.
- De Palo, P., A. Tateo, F. Zezza, M. Corrente, and P. Centoducati. 2006. Influence of free-stall flooring on comfort and hygiene of dairy cows during warm climatic conditions. *J. Dairy Sci.* 89:4583-4595.
- Flower, F. C., and D. M. Weary. 2006. Effect of hoof pathologies on subjective assessments of dairy cow gait. *J. Dairy Sci.* 89:139-146.
- Fregonesi, J. A., and J. D. Leaver. 2002. Preference of lactating dairy cows for strawyard or cubicle housing systems at two space allowances. *Semina: Ciências Agrárias.* 23:45-55. 384
- Fregonesi, J. A., D. M. Veira, M. A. G. Von Keyserlingk, D. M. Weary. 2007. Effects of bedding quality on lying behavior of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 90:5468-5472
- Fregonesi, J. A., M. A. G. von Keyserlingk, C. B. Tucker, D. M. Veira, and D. M. Weary. 2009a. Neck-rail position in the free stall affects standing behavior and udder and stall cleanliness. *J. Dairy Sci.* 92:1979-1985.
- Fregonesi J. A., von Keyserlingk M. A. G., Weary D. M. 2009b. Cow preference and usage of free stalls compared with an open pack area. *J. Dairy Sci.* 92:5497-5502.
- Haley, D. B., J. Rushen, A. M. de Passile. 2000. Behavioural indicators of cow comfort: Activity and resting behavior of dairy cows in two types of housing. *Can. J. of Anim. Sci.* 80, 257-263.
- Hernandez-Mendo, O., M. A. G. Von Keyserlingk, D. M. Veira, D. M. Weary. 2007. Effects of pasture on lameness in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 90:1209-1214.
- Lidfors L. 1989. The use of getting up and lying down movements in the evaluation of cattle environments. *Vet. Res. Com.* 13: 307-324

Mellor D., E. Patterson-Kane, K. Stafford. 2009. *The Science of Animal Welfare*. UFAW, United Kingdom.

Nordlund, K., N. Cook. 2003. A Flowchart For Evaluating Dairy Cow Free stalls. *Bovine Practitioner*. 37:89-96.

Potterton S. L, M. J.Green, J.Harris, K. M.Millar, H. R.Whay, J. N. Huxley. 2011. Risk factors associated with hair loss, ulceration, and swelling at the hock in freestall-housed UK dairy herds. *J. Dairy Sci*. 94:2952-2963.

Reneau, J. K., A. J. Seykora, B. H. Heins, M. I. Endres, R. J. Farnsworth, and R. F. Bey. 2005. Association between hygiene scores and somatic cell scores in dairy cattle. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 227:1297-1301.

Rushen, J.; A. M De Passile, M. A. G. Von Keyserlingk, D. M. Weary. 2008. *The welfare of cattle*. Springer, The Netherlands.

Ruud L. E., B0e K. E. 2011. Flexible and fixed partitions in freestalls: Effects on lying behavior and cow preference. *J. Dairy Sci*. 94:4856-4862.

Schreiner, D. A., and P. L. Ruegg. 2003. Relationship between udder and leg hygiene scores and subclinical mastitis. *J. Dairy Sci*. 86:3460-3465.

Stefanowska, J., D. Swierstra, C. R. Braam, and M. M. W. B. Hendriks. 2001. Cow behaviour on a new grooved floor in comparison with a slatted floor, taking claw health and floor properties into account. *Appl. Anim. Behav. Sci*. 71:87-103.

Tucker, C. B., and D. M. Weary. 2004. Bedding on geotextile mattresses: How much is needed to improve cow comfort? *J. Dairy Sci*. 87:2889-2895.

Tucker, C. B., D. M. Weary, and D. Fraser. 2004. Free-stall dimensions: Effects on preference and stall usage. *J. Dairy Sci*. 87:1208-1216.

Tucker, C. B., D. M. Weary, and D. Fraser. 2005. Influence of neck-rail placement on free-stall preference, use, and cleanliness. *J. Dairy Sci*. 88:2730-2737.

Tucker, C. B., G. Zdanowicz, and D. M. Weary. 2006. Brisket boards reduce freestall use. *J. Dairy Sci*. 89:2603-2607.

Zdanowicz, M., J. A. Shelford, C. B. Tucker, D. M. Weary, and M. A. G. von Keyserlingk. 2004. Sand and sawdust bedding affect bacterial populations on teat ends of dairy cows housed in freestalls. *J.Dairy Sci*. 87:1694-1701.

Zurbrigg, K., D. Kelton, N. Anderson, and S. Millman. 2005. Tie-stall design and its relationship to lameness, injury, and cleanliness on 317 Ontario dairy farms. *J. Dairy Sci*. 88:3201-3210

Figura 11 – Results from the no-choice phase. Least square means (+SE) time (h/d) that dairy cows spent lying down (a) and on the bedding surface with 2 (b) or 4 (c) hooves in the plain stall or the free stall

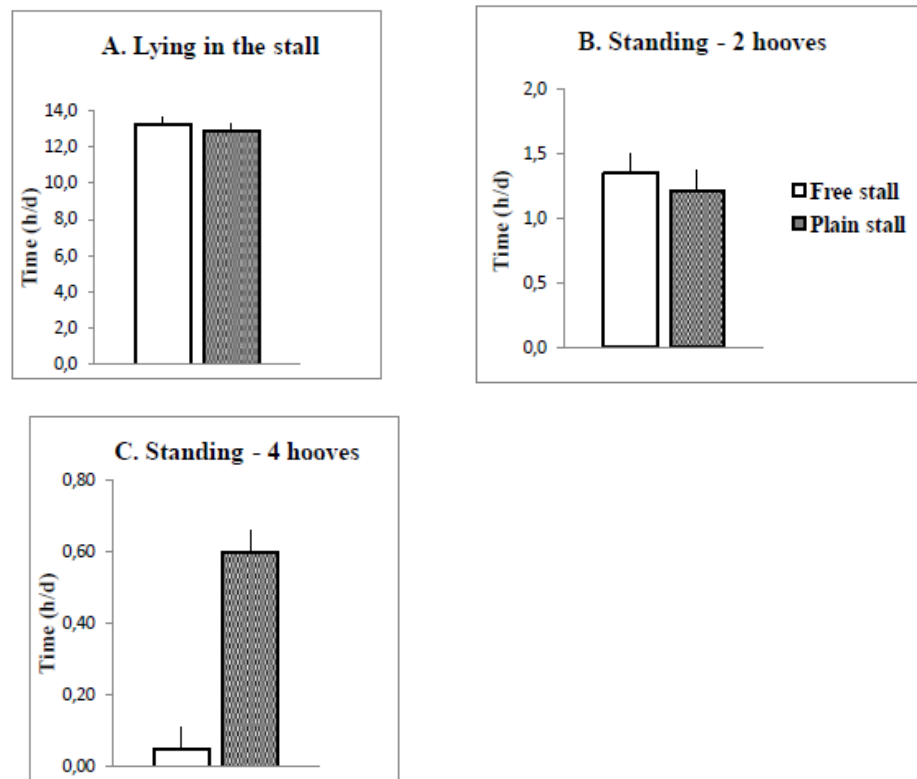
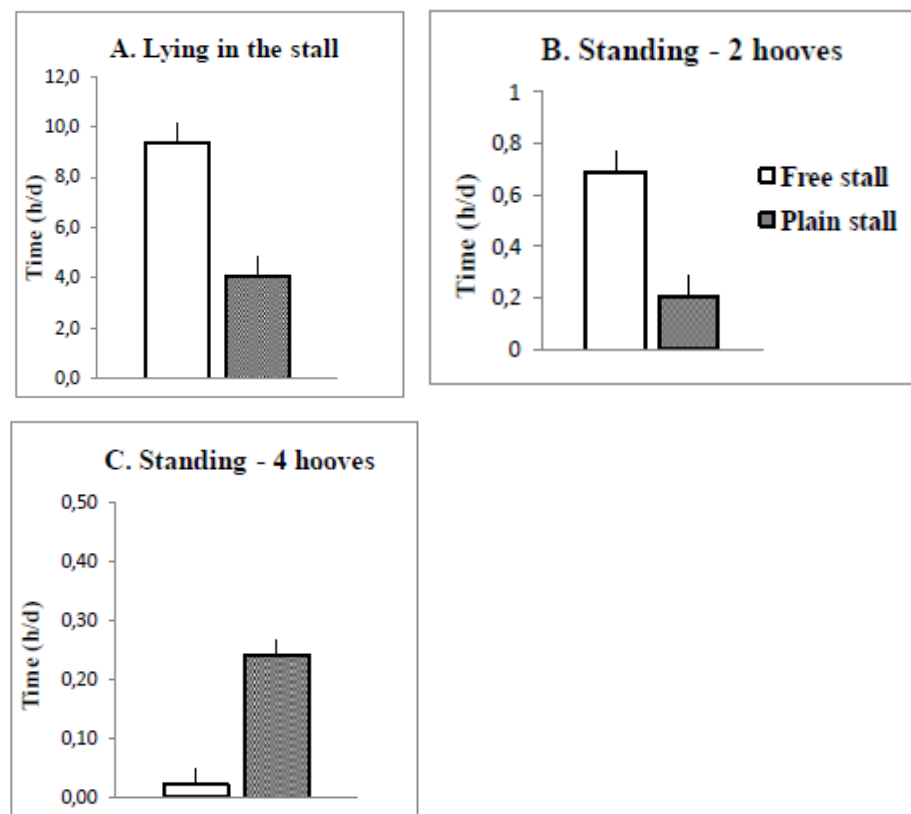


Figura 12 – Results from the choice phase. Least square means (+SE) time (h/d) that dairy cows spent lying down (a) and on the bedding surface with 4 (b) or 2 (c) hooves in the plain stall or the free stall.

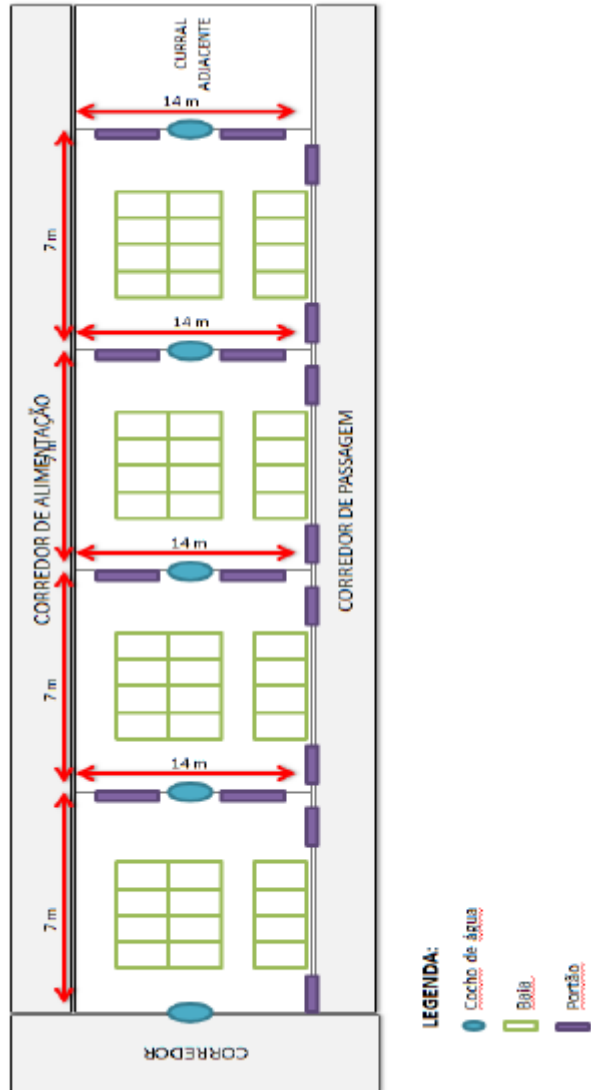


APÊNDICES

APÊNDICE A

Croqui esquemático da área experimental

Figura 13 – Croqui da área experimental



APÊNDICE B

Configuração dos sistemas testados

Figura 14 – Foto da configuração dos sistemas testados.

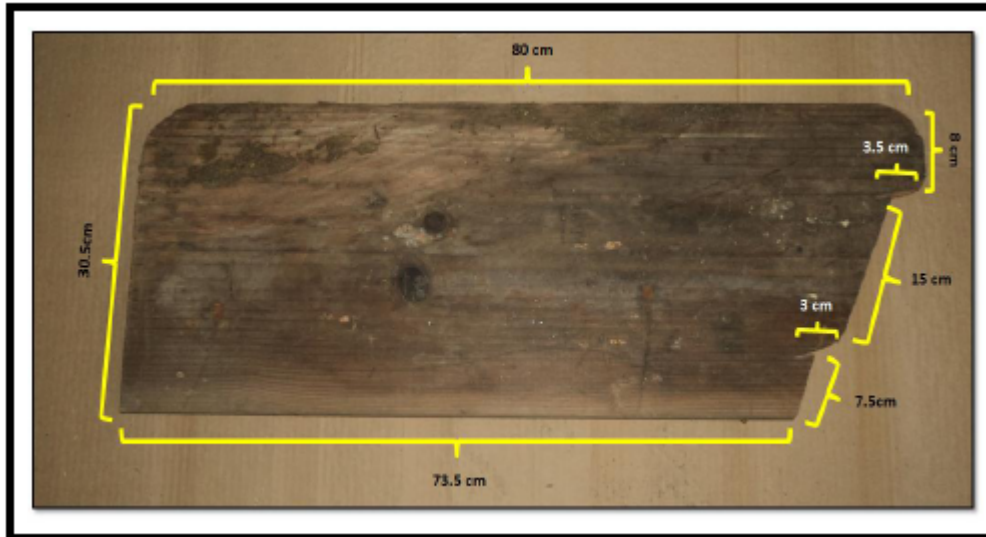


Fonte: O próprio autor.

APÊNDICE C

Medidas tábuas de madeira utilizadas

Figura 15 – Medida das tábuas de madeira utilizadas para construção do plain stall.



Fonte: O próprio autor.

APÊNDICE D

Grid utilizado para o escore de limpeza da cama

Figura 16 – Grid utilizado para o escore de limpeza da cama posicionado em uma baia.



Fonte: O próprio autor.

APÊNDICE E

Escore de limpeza do úbere

Figura 17 –Escore de limpeza do úbere.

Fonte: O próprio autor.

APÊNDICE F

Vacas em pé no sistema de baia plana

Figura 18 – Vacas em pé no sistema de baia plana.



Fonte: O próprio autor.

APÊNDICE G

Vacas deitadas no sistema de baia plana

Figura 19 – Vacas deitadas no sistema de baia plana.



Fonte: O próprio autor.

APÊNDICE H

Fase de escolha

Figura 20 – Fase de escolha.



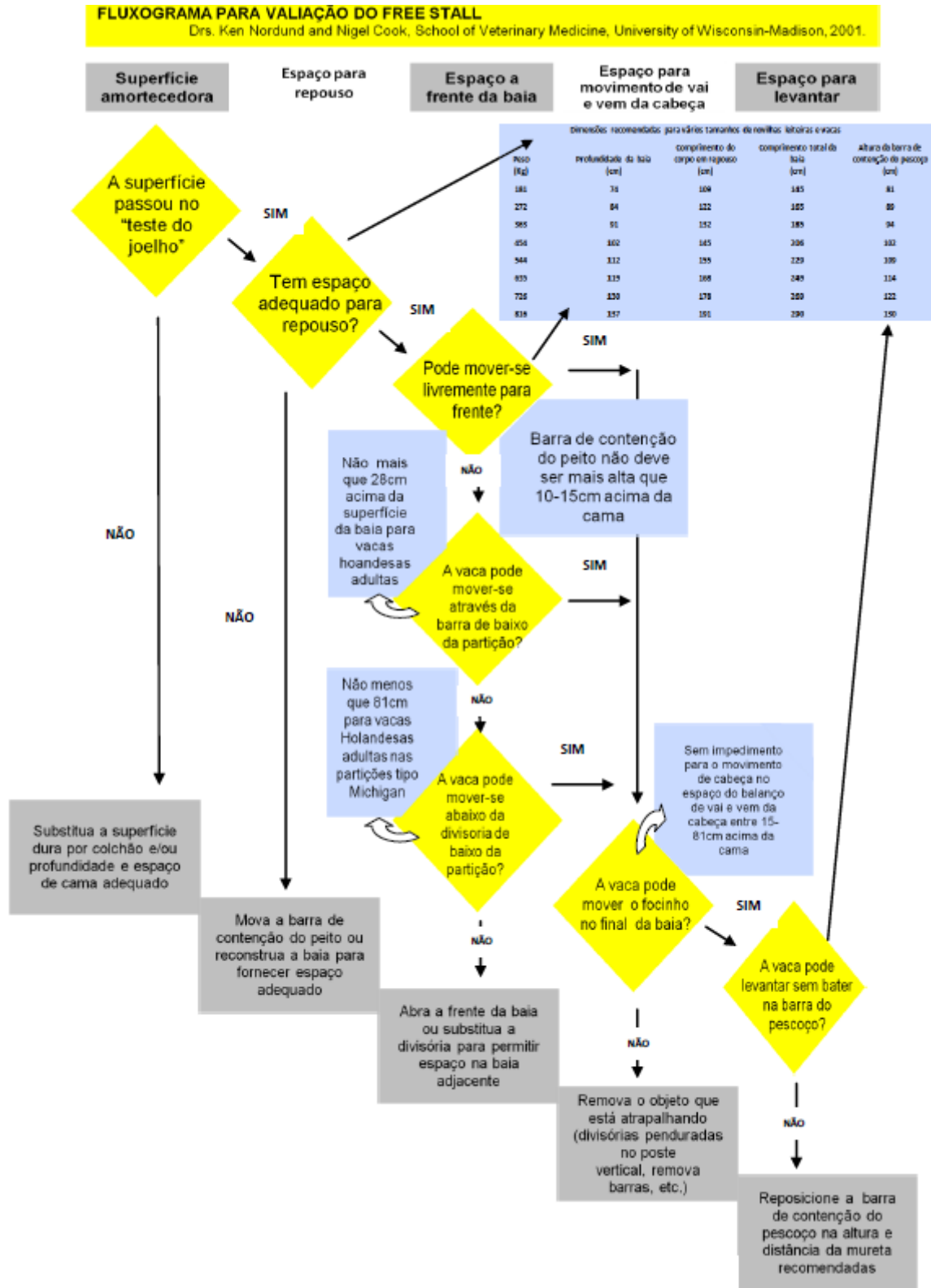
Fonte: O próprio autor.

ANEXOS

ANEXO A

Fluxograma para avaliação de *free stall* traduzido de Nordlund e Cook (2003)

Figura 21 – Fluxograma para avaliação de *free stall* por Nordlund e Cook (2003) traduzido.



ANEXO B

Normas para publicação no Journal of Dairy Science



J. Dairy Sci. 95:Instructions 1–17
© American Dairy Science Association®, 2012.

Journal of Dairy Science® Instructions to Authors¹

Editorial Policies and Procedures

The American Dairy Science Association® (ADSA®) invites scientists from the global community to submit papers for consideration to the *Journal of Dairy Science*. Authors need not be members of ADSA. These instructions detail the form and style required by the *Journal of Dairy Science* (JDS) for papers submitted for publication. Papers that do not follow the form and style of the journal may be rejected without review. It is recommended that authors refer to these instructions when preparing manuscripts, when incorporating requested changes into revisions after review, and when checking author proofs.

Contact Information for Journal Staff

For information on the scientific content of the journal, contact the editor-in-chief, Dr. Roger D. Shanks, Department of Animal Sciences, University of Illinois, 308 Animal Science Lab, 1207 West Gregory Drive, Urbana, IL 61801; phone: (217) 344-7512; e-mail: rdshanks@illinois.edu. For assistance with Manuscript Central, Manuscript Submission/Copyright forms, and page charge/offprint orders contact Jennifer Gavel, Editorial Assistant, Headquarters Office, 1800 S. Oak St., Suite 100, Champaign, IL 61820; FAX (217) 378-4083; jennig@assoqh.org. For other information or to submit a paper, contact Susan Pollock, Managing Editor, Headquarters Office, American Dairy Science Association, 1800 S. Oak St., Suite 100, Champaign, IL 61820; phone (217) 356-7641; FAX (217) 378-4083; journals@assoqh.org.

Care and Use of Animals

All research animals should be acquired, retained, and used in compliance with federal, state, and local laws and regulations. The authors should state explicitly that IACUC (or equivalent) approval was obtained before commencement of the study. Authors should make it clear that experiments were conducted in a manner that avoided unnecessary discomfort to the animals by the use of proper management and laboratory techniques. Experiments should be conducted in accordance with the principles and specific guidelines presented in *Guidelines for the Care and Use of Agricultural Animals in Research and Teaching*, 3rd ed. (available from Federation of Animal Science Societies, 1800 S. Oak St., Suite 100, Champaign, IL 61820; <http://www.fass.org/>). Methods of killing experimental animals must be described in the text. When describing surgical procedures, the type and dosage of the anesthetic agent must be specified.

Types of Articles

Full-Length Research Papers. The majority of papers published in JDS are full length research articles. The journal emphasizes the importance of good scientific writing and clarity in presentation of the concepts and methods, and sufficient background information that would be required for thorough understanding by scientists in other disciplines. The results of experiments published in the journal must be replicated, either by replicating treatments within experiments or by repeating

experiments. In addition to full-length research papers, the following types of articles appear in the journal:

Our Industry Today. The Our Industry Today section includes interpretive applied summaries and recommendations from research that are useful to the dairy industry. Syntheses and applications from technical reports that contribute to solutions of problems in the dairy industry especially are solicited. Authors of reports for extension education of the nonscientist are encouraged to share their contributions with colleagues and to achieve larger circulation of their conclusions and recommendations through this section. In addition, papers that report on advances in teaching and outreach techniques are suitable for this section. The organization of papers for Our Industry Today may vary but should be logical and effective; an abstract is required. All other style and form instructions apply.

Hot Topics. Papers submitted for this section must report on a completed experiment testing a timely, original hypothesis of importance to an area of dairy science. The work may be preliminary in nature, but with sufficient data so that the hypothesis is clearly tested. Results may point to avenues for fruitful, indepth analyses. Reports must contain an explicitly stated hypothesis and objectives, with sufficient detail in methodology for repetition of the work, as well as a results section, a brief discussion, and references. Total page limits for text, tables, figures, and references must be no more than 4 journal pages (approximately 10 typewritten pages minus space for tables and figures). The manuscript should contain a title and short abstract but not separate sections. The total number of tables and figures should be no more than 3; references should be minimal. The first page must have HOT TOPICS in capital letters on the header line. These papers will be given priority for publication. An effort will be

made to notify authors of a decision within 1 mo of the date of receipt. Once accepted, the paper should be published within 3 mo.

Short Communications. Short communications are reports of limited experiments that test a timely, original hypothesis of importance to some area of dairy science. The manuscript should be no more than 4 journal pages in length (approximately 10 typewritten pages minus space for tables and figures); "*Short communication:*" should precede the title on the title page of the manuscript. Short communications should not contain main headings (e.g., Introduction, Materials and Methods) but may include subheadings for clarity. The manuscript may report negative results. Reports must contain a hypothesis, objectives, sufficient detail in methodology for repetition of the work, results with brief discussion, and references.

Technical Notes. Papers in this section should report a method that is useful to some aspect of dairy science. Submissions should include a brief justification for the technique, be it new or an improvement on a previously published technique. The report should state a hypothesis, include a full description of procedures that can be repeated by researchers, and include explicit controls to indicate sensitivity, precision, and accuracy of the technique. Technical notes should not contain main headings (e.g., Introduction, Materials and Methods) but may include subheadings for clarity. If the technique is an improvement on an existing technique, sufficient comparison of the previous technique should be included, and mean and dispersion information must be included. The page limit is 4 printed pages (approximately 10 typewritten pages minus space for tables and figures). Use of tables, figures, and references should be minimized. Requests for longer technical notes may be made to the senior editor

and editor-in-chief, but justification for a longer report will be required.

Invited Reviews. The mechanism for consideration of invited reviews is to encourage additional publication (~10 to 12 per year) of invited reviews in all sections of the journal. Section editors will advise the editor-in-chief on suggested reviewers and justification for the review. The editor-in-chief will make the invitation and the invited reviews editor will ensure the quality of the review. The first 10 printed pages of an invited review are published at no cost to the author. Authors of symposium papers and invited papers presented at the joint annual meeting of ADSA/American Society of Animal Science may be selected to contribute invited review papers.

Letters to the Editor. Short (300 words) letters to the editor on topics of concern to readers, including comment on publications with rebuttals from authors if needed, may be submitted to the editor-in-chief or to any of the editors. The letters should be titled, and the title and running head should include "Letter to the editor." Letters will be published at the discretion of the editor-in-chief. Authors of letters are subject to the same copyright release requirements as other authors. Letters are published at no charge to the author(s).

Biographical Sketches. Occasionally, retiring or past scientists and educators should be subjects of biographical essays, both as a small honor to them and as an example and history for other readers. This section brings a sense of maturity and completeness to our field. Individuals who wish to submit biographical sketches should contact the editor-in-chief or one of the editors for additional instructions.

SUBMISSION OF MANUSCRIPTS

Authors should submit their papers online at Manuscript Central (<http://mc.manuscriptcentral.com/jds>).

Detailed instructions for submitting electronically are provided online (<http://mc.manuscriptcentral.com/jds>).

Authors who are unable to submit online should mail one copy of the manuscript and a disk with all manuscript materials (text, figures, and tables; preferably saved as a Microsoft Word file) to Jennifer Gavel, Editorial Assistant, American Dairy Science Association, 1800 S. Oak St., Suite 100, Champaign, IL 61820. Staff at ADSA headquarters will post manuscripts by proxy, but authors who submit by mail should be aware that delays might occur in the review process.

Copyright Agreement

Data (including graphs, figures, tables, and illustrations) must not have appeared in print elsewhere except as abstracts, local or regional field day reports, extension letters, or non-peer-reviewed, noncopyrighted proceedings of conferences. Material submitted to JDS should not be submitted for publication to popular magazines, company advertisements, or organizational proceedings until the author has received notification of acceptance of the manuscript. Before manuscripts are submitted, authors should have them read critically by others well versed in English to facilitate review, and reviewers when submitting the manuscript to streamline the review process and may list reviewers whom they consider unacceptable because of potential bias. These recommendations will be considered by the editor when assigning reviewers. Authors should read the statement on publication ethics, *Journal of Dairy Science* 68:3124. A reviewed paper returned to authors for revision must be returned to the editor within 6 wk. If not, the paper may be treated as a new submission. Under unusual circumstances, editors may extend the revision deadline beyond 6 wk.

PRODUCTION OF PROOFS

Accepted manuscripts are forwarded by the section editors to the editorial office for technical editing and typesetting. At this point the technical editor may contact the authors for missing information or figure revisions. The manuscript is then typeset, figures reproduced, and author proofs prepared.

Proofs

Author proofs will be sent by e-mail (in PDF format) to the corresponding author. Although the proof appears in a 2-column page format, it should be considered a galley proof; page layout may change when the article is paginated into an issue. Author proofs should be read carefully and checked against the typed manuscript, because responsibility for proofreading lies with the authors. Corrections may be returned by fax, mail, or e-mail. The Comments feature in Adobe Acrobat or Adobe Reader may be used to insert changes and comments within the proof PDF. For faxed or mailed corrections, changes to the proof should be made neatly and clearly in the margins of the proof. If extensive editing is required, corrections should be provided on a separate sheet of paper with a symbol indicating location on the proof. Changes sent by e-mail to the technical editor must indicate page, column, and line numbers for each correction to be made on the proof. Author queries should be answered on the galley proofs; failure to do so may delay publication. Proof corrections should be made and returned to the technical editor within 3 days of receipt. Publication cannot proceed until proofs are returned. Contact a technical editor at journals@assochq.org if you have questions about the proof correction process.

Publication Costs

The *Journal of Dairy Science*® offers two options for publication of articles: Standard Page Charges and Open Access.

Standard Page Charges: The current charge for publication is \$85 per printed page in the journal for articles if at least one author is a professional member of ADSA. If no authors are ADSA members, the publication charge is \$140 per journal page. The cost to publish a color figure is \$995 (per figure) plus an offprint surcharge. There is charge for all offprints and reprints. An offprint order form will be sent to the corresponding author with the author proof.

Open Access: Under the new open access (OA) policy, authors may choose to pay the OA fee **in lieu of standard page charges** when author proofs are returned so that their paper becomes freely available upon publication in an online issue. The OA fee is \$1750 if at least one author is a professional member of ADSA or \$3500 if no authors are ADSA members. Open access articles will be freely accessible through the journal's web site (<http://www.journalofdairyscience.org/>) at the time of publication. All other (non-OA) articles become freely available without a subscription 12 months after publication.

Articles for Deposit: Author(s) publishing articles under open access shall bear sole responsibility for meeting the specific posting requirements of their funders. Upon payment of the OA fee, authors may deposit the accepted (peer-reviewed pre-typeset only) manuscript in a repository. The embargo period before deposit in a repository is 12 months (or as specified by the funder) after publication in a journal issue.

By signing the Manuscript Submission and Copyright Release Form at the time of submission, the authors agree to bear responsibility for payment of publication charges. Invoices for

publication charges will be issued at the time an issue goes to press (approximately 2 weeks before being posted online). Payment is due within 30 days of receipt of the invoice. The preferred method of payment is by credit card, with credit card details submitted on the page charge form sent out with the author's proof. Payment may be made by check, drawn on a US bank. For payments by wire transfer, contact Vicki Paden at vickip@assochq.org. **Manuscripts will be withheld from publication for authors (and their co-authors) with past-due page charge invoice(s) until all prior payment obligations have been met.**

Page Charge Waivers

Authors who must use personal funds to pay for page charges and for whom such charges would entail hardship can request of the editor-in-chief that these charges be waived, under the following conditions: 1) the request must be made in writing **at the time the manuscript is submitted**; 2) the request should be accompanied by a statement from a financial officer or other official from the institution with which the author is affiliated, indicating the reasons why page charges cannot be paid; and 3) if the waiver is granted, the author is expected to become a professional member of ADSA. Only one waiver will be granted per institution per twelve-month period. Authors who request waivers cannot order offprints. Full or partial waivers will be granted at the discretion of the editor-in-chief. Offprints may be ordered at an additional charge. Offprints will be shipped approximately 1 month after publication of the issue. Invoices for offprints will be sent to the author or institution shown on the page charge and offprint order form. There is a charge for all offprints.

MANUSCRIPT PREPARATION: STYLE AND FORM

General

Papers must be written in English. The text and all supporting materials must use American spelling and usage as given in *Merriam Webster's Collegiate Dictionary, 11th ed.*, *Webster's Third International Dictionary*, or the *Oxford American English Dictionary*. Authors should follow the style and form recommended in *Scientific Style and Format. The CSE Manual for Authors, Editors, and Publishers*, 7th ed., published by the Council of Science Editors in cooperation with The Rockefeller University Press. Authors should prepare their manuscripts in Microsoft Word (.doc or .docx format) and upload them using the fewest files possible to facilitate the review and editing processes.

Preparing the Manuscript File

Manuscripts should be typed double-spaced (in Microsoft Word) with lines and pages numbered consecutively, using Times New Roman font at 12 points. Special characters (e.g., Greek, math, symbols) should be inserted using the symbols palette available in this font. Complex math should be entered using MathType from Design Science (www.dessci.com). Note that equations created using the Equation Builder in Microsoft Word 2007 (and later versions) may not be compatible with earlier versions of Word or other software used in our composition system. Tables and figures should be placed in separate sections at the end of the manuscript (not placed within the text). Failure to follow these instructions may result in immediate rejection of

Interpretive Summary

All authors of JDS papers should provide an interpretive summary (IS) of 100 words or less that has been written for nonspecialist readers. That summary should consist of a title, the first author's last name, and a summary, which must include a sentence or two to summarize the project's expected importance, or its economic, environmental, and/or social impact (similar to the CRIS Progress Report Statement for those who must complete that form). Common abbreviations are permitted (those from the JDS Unrestricted list). The summary should appear on top of the first page of the manuscript, before the running head and title. Interpretive summaries will be peer reviewed. At publication, interpretive summaries will appear in a section at the beginning of the journal. The summaries are intended for an audience who may not be familiar with work in the author's area of expertise and for government or media researchers, and they will provide JDS readers with a brief overview of the research presented in each issue. Authors must make the summary readable by the general public. The goal is to make JDS research more visible to a wider audience and to emphasize its impact.

Headings

Major Headings. Major headings are centered

(except ABSTRACT), all capitals, boldface, and consist of ABSTRACT, INTRODUCTION, MATERIALS AND METHODS, RESULTS, DISCUSSION (or RESULTS AND DISCUSSION), CONCLUSIONS (optional), APPENDIX (optional), and REFERENCES.

First Subheadings. First subheadings are placed on a separate line, begin at the left margin, the first letter of all important words is capitalized, and the headings are boldface and italic. The heading is not

followed by punctuation. Text that follows a first subheading should be in a new paragraph.

Second Subheadings. Second subheadings begin the first line of a paragraph. They are indented, boldface, italic, and followed by a period. The first letter of each important word should be capitalized. The text follows immediately after the final period of the subheading.

Title Page

Across the top of the title page (first page), indicate a running head (abbreviated title) of 45 characters or less. The running head is centered and all uppercase. Our Industry Today and Hot Topic serve as the running heads for those respective article types. Short Communications, Technical Notes, Invited Reviews, and Letters to the Editor use a running head beginning with the appropriate designation (i.e., SHORT COMMUNICATION:) followed by a short title. The title should be in boldface; the first letter of the article title and proper names are capitalized and the remainder of the title is lowercase. The title should contain words or phrases used for indexing the article. Under the title, names of authors should be typed upper and lowercase (e.g., T. E. Smith) and in boldface. Institutional addresses are displayed below the author names; footnotes referring from author names to displayed addresses should be symbols in the following order: *, †, ‡, §, #, ||, and ¶. The full name, mailing address, phone number, fax number, and e-mail address of the corresponding author should appear directly below the affiliation lines on the title page. The corresponding author will be identified by a numbered footnote and e-mail address below the accepted line on the first page of the published article (e.g., 1Corresponding author: my.name@university.edu). Note that no period follows the corresponding author's

e-mail address. Supplementary address information may be given in footnotes to the first page; use numerals for these footnotes. Acronyms (except USDA) for affiliations are discouraged unless the acronym is the official name. State or provincial postal code abbreviation is not included between city and zip code if the state or province is previously mentioned in the address (see example). Acceptable format is shown below:

J. E. Smith,* R. A. Jones,† and A. T. Peters‡ *Department of Animal Science, and

†Department of Dairy Science, University of Wisconsin, Madison 53706

‡Department of Animal Science, Utah State University, Logan 84321

Abstract. Abstracts should be limited to 2,500 keystrokes (i.e., characters plus spaces). The abstract should review important objectives, materials, results, conclusions, and applications as concisely as possible. The abstract disseminates scientific information through abstracting journals and is a convenience for readers. Open the abstract with objectives and make the abstract intelligible without reference to the manuscript. Use complete sentences and standard terms. Limit the use of abbreviations in the Abstract. Refer to the list on the inside front cover of JDS or Appendices 1 and 2 of this document for those terms that should be defined in the abstract. If a term is used less than 3 times in the abstract, it should be spelled out at each use. Minimize the amount of data in the abstract and exclude statements of statistical probability (e.g., $P < \text{manuscript. } 0.05$). Exclude references to other work because the abstracts will appear online and in indexing services without the reference list.

Key Words. After the abstract, list 2 to 4 key words or phrases; they should be typed in lowercase letters and separated by commas. Key words should be singular (e.g., “dairy cow” not “dairy cows”).

Abbreviation Key

An abbreviation key will no longer appear in JDS articles. Author-derived abbreviations should be defined at first use in the abstract and again in the body of the manuscript. The abbreviation will be shown in bold type at first use in the body of the manuscript. Refer to the Miscellaneous Usage Notes for more information on abbreviations.

Body of the Paper

The body of the paper should contain an introduction to the problem (questions, objectives, reasons for research, and related literature); materials, methods, experimental design, and procedures; and results, discussion, conclusions, and applications. Results and discussion may be combined into a single section. If not, the results section should not contain discussion of previously published work. Results and references to tables and figures already described in the results section should not be repeated in the discussion section. The conclusions section (optional) should consist of one brief paragraph summarizing the main findings of the study.

Appendix

A technical appendix, if desired, shall follow the References section. The appendix may contain supplementary material, explanations, and elaborations that are not essential to other major sections but are helpful to the reader. Novel computer programs or mathematical computations would be appropriate. The appendix will not be a repository for raw data.

References

List only pertinent references. No more than 3 references should be needed to

support a specific concept. Research papers and reviews should cite a reasonable number of references. Abstracts and articles from nonpeer-reviewed magazines and proceedings should be cited sparingly. Citation of abstracts published more than 3 yr ago is strongly discouraged.

Citations in Text. In the body of the manuscript, refer to authors as follows: Smith and Jones (1992) or Smith and Jones (1990, 1992). If the sentence structure requires that the authors' names be included in parentheses, the proper format is (Smith and Jones, 1982; Jones, 1988a,b; Jones et al., 1993) with citations listed chronologically and then alphabetically within a year. Where there are more than 2 authors of one article, the first author's name is followed by the abbreviation et al. Work that has not been accepted for publication shall be listed in the text as: "J. E. Jones (institution, city, and state, personal communication)." The author's own unpublished work should be listed in the text as "(J. Smith, unpublished data)." Personal communications and unpublished data (including papers under review) must not be included in the references section.

References Section. To be listed in the references section, papers must be published or accepted for publication. Manuscripts submitted for publication can be cited as "unpublished data" in the text. In the references section, references shall first be listed alphabetically by author(s)' last name(s), and then chronologically. The year of publication follows the authors' names. As with text citations, two or more publications by the same author or set of authors in the same year shall be differentiated by adding lowercase letters after the date. The dates for papers with the same first author that would be abbreviated in the text as et al., even though the second and subsequent authors differ, shall also be differentiated by letters. All authors' names must appear in

the reference section. Journals shall be abbreviated according to the conventional ISO abbreviations used by PubMed (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?db=journals>).

A short list of journal title abbreviations is provided in Appendix 3 of this document. Oneword titles are spelled out. Inclusive page numbers must be provided and digital object identifiers (doi) should be provided whenever possible. Sample references are given below.

Journals

Lane, M. A., R. L. Baldwin, and B. W. Jesse. 1995. Sheep rumen metabolic development in response to different dietary treatments. *J. Dairy Sci.* 78(Suppl. 1):310. (Abstr.)

Tyrrell, H. F., and P. W. Moe. 1975. Effect of intake on digestive efficiency. *J. Dairy Sci.* 58:1151–1163.

Huntington, G. B., D. L. Harmon, N. B. Kristensen, K. C. Hanson, and J. W. Spears. 2006. Effects of a slow-release urea source on absorption of ammonia and endogenous production of urea by cattle. *Anim. Feed Sci. Technol.* doi:10.1016/j.anifeedsci.2006.01.012

Books

AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*. Vol. I (or Vol. II). 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA. Goering, H. K., and P. J. Van Soest. 1970. *Forage Fiber Analyses (Apparatus, Reagents, Procedures, and Some Applications)*. Agric. Handbook No. 379. ARS-USDA, Washington, DC.

Table 1. Effect of garlic oil, diallyl disulfide, allyl mercaptan, monensin, and lovastatin on a 17-h in vitro batch culture rumen microbial fermentation trial

Item	Treatment ¹						SEM ²
	Control	GAR300	DAD300	ALM300	MON	LOV	
pH	6.6	6.7	6.7	6.6	6.6	6.6	0.01
Apparent disappearance of DM, %	61.0 ^a	50.7 ^b	51.2 ^b	60.4 ^a	53.9 ^b	62.4 ^a	1.11
Fiber digestibility							
NDF, %	56.8 ^a	44.3 ^b	41.4 ^b	55.9 ^a	39.3 ^b	60.0 ^a	1.73
ADF, %	53.7 ^a	36.8 ^b	34.9 ^b	52.5 ^a	30.7 ^b	57.0 ^a	2.03
Gas, μmol	4,674.8 ^a	3,756.9 ^{cd}	3,359.7 ^d	4,388.2 ^{ab}	4,009.6 ^{bc}	4,673.1 ^a	123.34
CH ₄ , μmol	417.3 ^a	110.1 ^d	131.3 ^d	335.9 ^b	241.7 ^c	396.3 ^a	21.56
Total VFA, mM	49.3 ^a	39.7 ^c	38.8 ^c	45.4 ^b	45.7 ^{ab}	48.4 ^{ab}	1.17
Individual, mol/100 mol							
Acetate	61.2 ^a	54.3 ^d	53.9 ^d	58.3 ^b	56.4 ^c	61.1 ^a	0.53
Propionate	22.6 ^d	25.8 ^c	28.3 ^b	22.8 ^d	34.2 ^a	22.8 ^d	0.78
Butyrate	12.5 ^e	16.5 ^a	14.0 ^{bc}	15.0 ^{ab}	6.6 ^f	12.4 ^c	0.60
Branched-chain VFA	2.0 ^a	1.7 ^b	1.7 ^b	2.0 ^a	1.4 ^c	2.0 ^a	0.10
C2:C3	2.7 ^a	2.1 ^b	1.9 ^c	2.5 ^a	1.6 ^d	2.7 ^a	0.07
CH ₄ (μmol):VFA (μmol)	0.20 ^a	0.05 ^d	0.07 ^{cd}	0.15 ^{ab}	0.10 ^{bcd}	0.17 ^{ab}	0.00
N-NH ₃ , mg/100 mL	16.7 ^{ab}	16.6 ^{bc}	19.0 ^a	17.2 ^{ab}	14.4 ^c	16.4 ^{bc}	1.10

^{a-d}Means within a row with different superscripts differ ($P < 0.05$).

¹Treatments: GAR300 = 300 mg/L *Allium sativa* (garlic oil); DAD300 = 300 mg/L diallyl disulfide; ALM300 = 300 mg/L allyl mercaptan; MON = 12.5 mg/L monensin; LOV = 5 mg/L lovastatin.

²SEM = standard error of the mean.

Lengemann, F. W., R. A. Wentworth, and C. L. Comar. 1974. Physiological and biochemical aspects of the accumulation of contaminant radionuclides in milk. Pages 159–170 in *Lactation: A Comprehensive Treatise. Nutrition and Biochemistry of Milk/Maintenance*. Vol. 3. B. L. Larson and V. R. Smith, ed. Academic Press, London, UK.

National Research Council. 1989. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 6th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.

Conferences

Barbano, D. M. 1996. Mozzarella cheese yield: Factors to consider. Page 29 in *Proc. Wisconsin Cheese Makers Mtg. Ctr. Dairy Res., Univ. Wisconsin, Madison*.

National Mastitis Council. 1995. *Summary of peer-reviewed publications on efficacy of premilking and postmilking teat disinfections published since 1980*. Pages 82–92 in *Natl. Mastitis Council. Reg. Mtg. Proc., Harrisburg, PA. Natl. Mastitis Council, Inc., Madison, WI*.

Other

Biernoth, G., and W. Merk, inventors. 1985. Fractionation of milk fat using a liquified gas or a gas in the supercritical

state. Unilever NV-PLC, assignee. US Pat. No. 4,504,503.

FASS. 2010. *Guide for the Care and Use of Agricultural Animals in Research and Teaching*. 3rd ed. Federation of Animal Science Societies, Champaign, IL.

Interbull. 2005. Genetic evaluation. Direct longevity. Accessed Dec.20, 2005. http://www.interbull.slu.se/longevity/frame_sida-long.htm.

Kelly, M. G. 1977. Genetic parameters of growth in purebred and crossbred dairy cattle. MS Thesis. North Carolina State Univ., Raleigh. Department of Agriculture, Plant and Animal Health Inspection Service. 2004. Blood and tissue collection at slaughtering and rendering establishments, final rule. 9CFR part 71. Fed. Regist.69:10137–10151.

Tables

The use of tables should be minimized. When used, tables should be self-explanatory and may be the most effective way to organize extensive data. Refer to *Scientific Style and Format: The CSE Manual for Authors, Editors, and Publishers* for more information on effective use of tables. Table 1 in this document may be used as an example.

Tables must be prepared using the table feature in Microsoft Word; tables prepared in other programs (e.g., Excel) or by using spaces, tabs, and hard returns will not convert accurately and errors can result. When possible, tables should be organized to fit across the page without running broadside. Be aware of the dimensions of the printed page when planning tables (use of more than 15 columns will create layout problems).

Place table number and title on the same line above the table (as shown in sample table). The table title does not require an ending period. Do not use vertical lines and use few horizontal lines. Bold and italic typefaces should not be used in tables. When it is necessary to do so, such use must be defined in a footnote. Limit the data field to the minimum needed for meaningful comparison within the accuracy of the methods. For each table, spell out the first use of abbreviations in parentheses or in numbered footnotes. Abbreviations should conform to journal style and be consistent with those used in the text. Avoid reference to other tables, figures, or text. Footnotes to tables should be numerals. Each footnote should begin a new line (see sample table). For differences among means within a row or column, superscript letters should be used as appropriate sequentially (e.g., a, ab, b, c, cd) consistently from largest to smallest means. Probability may be indicated thus: † $P < 0.10$, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$.

Figures

To facilitate review, figures should be placed at the end of the manuscript (separated by section breaks). Each figure should be placed on a separate page, and identified by the last name of the first author and figure number. Figure captions should be typed (doublespaced) on a separate page.

- **Figure size.** Prepare figures at final size for publication. Figures should be prepared to fit one column (8.9 cm wide), 2 columns (14 cm wide), or full-page width (19 cm wide).

- **Font size.** Ensure that all type within the figure and axis labels are readable at final publication size. A minimum type size of 8 points (after reduction) should be used.

- **Fonts.** Use Helvetica, Times New Roman, Arial, and the symbols palette within those fonts only.

- **Line weight.** For line graphs, use a minimum stroke weight of 1 point for all lines. If multiple lines are to be distinguished, use solid, long-dash, short dash, and dotted lines. Avoid the use of gray or shaded lines, as these will not reproduce well. Lines with different symbols for the data points may also be used to distinguish curves.

- **Axis labels.** Each axis should have a description and a unit. Units may be separated from the descriptor by a comma or parentheses.

- **Shading and fill patterns.** For bar charts, use different fill patterns if needed; e.g., black, white, gray, diagonal stripes. Avoid the use of multiple shades of gray, as they will not be easily distinguishable in print. Remove unnecessary backgrounds and gridlines from graphs.

- **Symbols.** Identify curves and data points using the following symbols only: o, n, s, d, m, ., n, ., w, q, e, r, +, or ×. Symbols should be defined in the figure caption or in a key on the figure (but not both).

- **File formats.** Figures can be submitted in Word, PDF, EPS, TIFF, and JPEG formats.

- **Grayscale figures.** If figures are to be reproduced in grayscale (black and white), submit in grayscale. Often color will mask contrast problems that are apparent only when the figure is reproduced in grayscale.

- **Color figures.** If figures are to appear in color in the print journal, files must be submitted in CMYK color (not RGB).

- **Resolution.** Minimum resolution is 300 dpi for grayscale and color figures, and 600 dpi for line art.

- **Photomicrographs.** Photomicrographs must have their unmagnified size designated, either in the caption or with a scale bar on the figure. Reduction for publication can make a magnification power designation (e.g., 100×) inappropriate.

- **Captions.** The caption should provide sufficient information that the figure can be understood without excessive reference to the text. All author-derived abbreviations and symbols used in the figure should be defined in the caption.

- **General tips.** Avoid the use of three-dimensional bar charts, unless essential to the presentation of the data. Use the simplest shading scheme possible to present the data clearly. Ensure that data, symbols, axis labels, lines, and key are clear and easily readable at final publication size.

Color Charge. The cost to publish each color figure in the print journal is \$995; a surcharge for off prints will also be assessed. At the time of submission on Manuscript Central, authors will be asked to approve color charges for figures that they wish to have published in color in the print journal. Color versions of figures will be included in the online PDF and full-text article at no charge.

Online-Only Data Supplements. Authors are now able to present material online that cannot physically be displayed in the print journal (e.g., Excel files, video), or that might be cost-prohibitive (e.g., extra tables or large data sets), or that is too detailed for publication in the print issue. A note will appear in the print version that more material can be found online. A small charge may be levied for preparing data supplements; contact journal headquarters (journals@aschoq.org) for more information. Material posted online only must go through the review process, and consequently should be in an

application or format easily accessible by most reviewers and readers.

Statistical Analysis

Biology should be emphasized, but the use of incorrect or inadequate statistical methods to analyze and interpret biological data is not acceptable. Consultation with a statistician is recommended. Statistical methods commonly used in the animal sciences need not be described in detail, but adequate references should be provided. The statistical model, classes, blocks, and experimental unit must be designated. Any restrictions used in estimating parameters should be defined. Reference to a statistical package without reporting the sources of variation (classes) and other salient features of the analysis, such as covariance or orthogonal contrasts, is not sufficient. A statement of the results of statistical analysis should justify the interpretation and conclusions. When possible, results of similar experiments should be pooled statistically. Do not report a number of similar experiments separately.

The experimental unit is the smallest unit to which an individual treatment is imposed. For group-fed animals, the group of animals in the pen or the paddock is the experimental unit; therefore, groups must be replicated. Repeated chemical analyses of the same sample usually do not constitute independent experimental units. Measurements on the same experimental unit over time also are not independent and must not be considered as independent experimental units. For analysis of time effects, use time-sequence analysis. Usual assumptions are that errors in the statistical models are normally and independently distributed with constant variance. Most standard methods are robust to deviations from these assumptions, but occasionally data

transformations or other techniques are helpful. Most statistical procedures are based on the assumption that experimental units have been assigned to treatments at random. If animals are stratified by ancestry or weight or if some other initial measurements should be accounted for, the model should include a blocking factor, or the initial measurement should be included as a covariate. A parameter [mean (μ), variance (s^2)], which defines or describes a population, is estimated by a statistic (\bar{x} , s^2). The term *parameter* is not appropriate to describe a variable, observation, trait, characteristic, or measurement taken in an experiment.

Standard designs are adequately described by name and size (e.g., "a randomized complete block design with 6 treatments in 5 blocks"). For a factorial set of treatments, an adequate description might be as follows: "Tryptophan at 0.05 or 0.10% of the diet and niacin at 5, 10, or 20 mg/kg of diet were used in a 2×3 factorial arrangement in 5 randomized complete blocks, each block consisting of littermates." Note that a factorial arrangement is not a design; the term "design" refers to the method of grouping experimental units into homogeneous groups or blocks (i.e., the way in which the randomization is restricted).

Standard deviation refers to the variability in a sample or a population. The standard error (calculated from error variance) is the estimated sampling error of a statistic such as the sample mean. When a standard deviation or standard error is given, the number of degrees of freedom on which it rests should be specified. When any statistical value (as mean or difference of 2 means) is mentioned, its standard error or confidence limit should be given. The fact that differences are not "statistically significant" is no reason for omitting standard errors. They are of value when results from several experiments are combined in the future. They also are useful to the reader as measures of

efficiency of experimental techniques. A value attached by " \pm " to a number implies that the second value is its standard error (not its standard deviation). Adequate reporting may require only 1) the number of observations, 2) arithmetic treatment means, and 3) an estimate of experimental error. The pooled standard error of the mean is the preferred estimate of experimental error. Standard errors need not be presented separately for each mean unless the means are based on different numbers of observations or the heterogeneity of the error variance is to be emphasized. Presenting individual standard errors clutters the presentation and can mislead readers.

For more complex experiments, tables of subclass means and tables of analyses of variance or covariance may be included. When the analysis of variance contains several error terms, such as in split-plot and repeated measures designs, the text should indicate clearly which mean square was used for the denominator of each F statistic. Unbalanced factorial data can present special problems. Accordingly, it is well to state how the computing was done and how the parameters were estimated. Approximations should be accompanied by cautions concerning possible biases. Contrasts (preferably orthogonal) are used to answer specific questions for which the experiment was designed; they should form the basis for comparing treatment means. Nonorthogonal contrasts may be evaluated by Bonferroni t statistics. The exact contrasts tested should be described for the reader. Multiple range tests are not appropriate when treatments are orthogonally arranged. Fixed-range, pair wise, multiple comparison tests should be used only to compare means of treatments that are unstructured or not related. In factorial treatment arrangements, means for main effects should be presented when important interactions are not present. Means for

individual treatment combinations also should be provided in table or text so that future researchers may combine data from several experiments to detect important interactions. An interaction may not be detected in a given experiment because of a limitation in the number of observations. The terms *significant* and *highly significant* traditionally have been reserved for $P < 0.05$ and $P < 0.01$, respectively; however, reporting the P -value is preferred to the use of these terms. For example, use “. . . there was a difference ($P < 0.05$) between control and treated samples” rather than “. . . there was a significant ($P < 0.05$) difference between control and treated samples.”

When available, the observed significance level (e.g., $P = 0.027$) should be presented rather than merely $P < 0.05$ or $P < 0.01$, thereby allowing the reader to decide what to reject. Other probability (alpha) levels may be discussed if properly qualified so that the reader is not misled. Do not report P -values to more than 3 places after the decimal. Regardless of the probability level used, failure to reject a hypothesis should be based on the relative consequences of Type I and II errors. A “nonsignificant” relationship should not be interpreted to suggest the absence of a relationship. An inadequate number of experimental units or insufficient control of variation limits the power to detect relationships. Avoid the ambiguous use of $P > 0.05$ to declare nonsignificance, such as indicating that a difference is not significant at $P > 0.05$ and subsequently declaring another difference significant (or a tendency) at $P < 0.09$. In addition, readers may incorrectly interpret the use of $P > 0.05$ as the probability of a beta error, not an alpha error. Present only meaningful digits. A practical rule is to round values so that the change caused by rounding is less than one-tenth of the standard error. Such rounding increases the variance of the reported value by less than 1%, so that less than 1% of the

relevant information contained in the data is sacrificed. In most cases, 2 or 3 significant digits (not decimal places) are sufficient.

Sensory Data

Sensory data should comply with the “Statement of Policy in the Report of the Committee on Sensory Data to the Journal Management Committee of the American Dairy Science Association, 1986,” *Journal of Dairy Science* 69:298.

Nomenclature

Genes and Proteins. The journal recommends using internationally accepted symbols for genes and proteins; such symbols may be used without definition. Symbols for specific genes and proteins can be obtained by querying the gene database of PubMed (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>). Nomenclature rules for humans, nonhuman primates, and livestock are available at <http://www.genenames.org>, and rules for mice and rats are at <http://www.informatics.jax.org/mgihome/nomen/strains.shtml>. Gene symbols should be shown in italics (e.g., *SERPINA14*) and proteins in roman text (e.g., SERPINA14). Gene symbols are generally shown in all uppercase letters (e.g., *LHB*), except in mice and rats, where only the first letter is capitalized (e.g., *Lhb*).

Single Nucleotide Polymorphisms. The increasing number of SNP association studies and the improvement in bovine genome annotation require a standardized SNP nomenclature for unequivocal and correct SNP identification. Additionally, information regarding the SNP investigated should be easily accessible in a publicly available database. Therefore, all relevant SNP included in a study should be listed with their unique RefSNP (rs) or submitted SNP (ss)

number (if rs number is not yet available) as indicated in the public domain NCBI dbSNP database (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/snp>). If the SNP investigated do not yet have an entry in the NCBI dbSNP database, the authors of the manuscript are responsible for submitting all the required information to NCBI (see <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/projects/SNP/>) for depositing the SNP into the database and obtaining a unique number for the SNP. In the text of the manuscript, use the rs/ss number of the SNP or an alternative standardized nomenclature.

Microorganisms. All microorganisms must be named by genus and species. The name of the genus must appear in full the first time that the microorganism is cited in the abstract, in the body of the paper, and in each table and figure legend. Thereafter, the genus can be abbreviated by its first initial unless it will be confused with other microorganisms cited in the paper, in which case each genus should be abbreviated to use enough letters to avoid confusion (e.g., *Strep.* vs. *Staph.*). The formal, binomial names of all microorganisms should be in italics. Specific strain designation and numbers should be used when appropriate. Authorities are not required. For microorganisms that are genetic variants of a parent strain, the genotypic and phenotypic properties should be cited according to the procedures described by Demerec et al. (1966) in *Genetics* 54:61–76. Phenotypes should be identified by 3 letters; the first is capitalized. Genotypes should be identified by 3 lowercase italic letters. Superscript plus (+) signs are used to refer to a wild-type. The serial isolation number is placed after the locus symbol for mutations. The delta symbol is used to indicate deletions. Nomenclature for bacterial plasmids should be cited according to Novick et al. (1976) in *Bacteriological Reviews* 40:168–189.

Enzymes. Mention of an enzyme should include the EC number.

In Vitro Antimicrobial Susceptibility Tests

Please refer to the JDS policy in Appendix 4 of this document.

Miscellaneous Usage Notes

Abbreviations. Abbreviations should not be used in the title, key words, or to begin sentences, except when they are widely known throughout science (e.g., DNA, RNA) or are terms better known by their abbreviation (e.g., IgG, CD). Abbreviations may be used in heads within the paper if they have been first defined within the text. The inside front cover of every issue of the journal lists abbreviations that can be used without definition. The list is subject to revision at any time, so authors should always consult the most recent issue of the journal (or the updated list at <http://www.journalofdairyscience.org>) for relevant information. Abbreviations are allowed when they help the flow of the manuscript; however, excessive use of abbreviations can confuse the reader. The suitability of abbreviations will be evaluated by the reviewers and editors during the review process and by the technical editor during editing. As a rule, author-derived abbreviations should be in all capital letters. Terms used fewer than 3 times after first use must be spelled out in full rather than abbreviated. Do not use abbreviations that replace single words, or single-letter abbreviations that could be confused with chemical elements (e.g., P, C, S). All terms are to be spelled out in full with the abbreviation following in bold type in parentheses the first time they are mentioned in the main body of the text. Abbreviations shall be used consistently thereafter. The abstract, text, each table, and each figure must be

understood independently of each other. Therefore, abbreviations shall be defined within each of these units of the manuscript. Plural abbreviations do not require “s.” Chemical symbols and 1-letter and 3-letter abbreviations for amino acids do not need definition. Units of measure, except those in the standard JDS abbreviation list, should be abbreviated according to standard SI usage and do not need to be defined. See Appendix 2 for a list of commonly used terms.

International Words and Phrases. Non-English words in common usage (i.e., given in recent editions of standard dictionaries) will not appear in italics (e.g., *in vitro*, *in vivo*, *ad libitum*, *in situ*, *a priori*). However, genus and species of plants, animals, or bacteria and viruses should be italicized. Authors must indicate accent marks and other diacriticals on international names and institutions. German nouns shall begin with capital letters.

Capitalization. Breed and variety names are to be capitalized (e.g., Holstein, Danish Red). Trademarked or registered names should be capitalized, but no TM or ® symbols should be used. Proper nouns should be capitalized.

Numbers and Units. The *Journal of Dairy Science* uses the Council of Science Editors’ number style given in the seventh edition of *Scientific Style and Format*.

Numbers less than 1 shall be written with preceding zeros (e.g., 0.75). All numbers shall be written as digits; a comma separator must be used in numbers greater than 999. Measures must be in the metric (SI) system; however, US equivalents may be given in parentheses. Units of measure not associated with a numeric value must be written out rather than abbreviated (e.g., lysine content was measured in milligrams per kilogram of diet) unless used parenthetically. Measures of variation must be defined in the Abstract and in the body of the paper at first use.

General Usage. Note that “and/or” is not permitted; choose the more appropriate meaning or use “x or y or both.” Use the slant line only when it means “per” with numbered units of measure or “divided by” in equations. Use only one slant line in a given expression: e.g., g/cow per day. The slant line may not be used to indicate ratios or mixtures.

Use “to” instead of a hyphen to indicate a range of values in text; an en-dash may be used to indicate range in parenthetical text or tables. Insert spaces around all signs (except slant lines) of operation (=, −, +, ×, >, or <) when these signs occur between 2 items. Items in a series should be separated by commas: e.g., a, b, and c. Restrict the use of “while” and “since” to meanings related to time. Appropriate substitutes include “and,” “but,” or “whereas” for “while” and “because” or “although” for “since.”

Commercial Products. The use of names of commercial products should be minimized. When a commercial product is being tested as part of the experiment, the manufacturer and location should be given parenthetically at first mention in text, tables, and figures, but, when possible, the generic name should be used thereafter. Only generic names should be used in article titles. Trademark symbols and registration marks should not be used and will be removed. Avoid describing a method as “per manufacturer’s instructions.” If the product goes out of production, the method will be lost to readers. Many products come with literature references; try to use references that can be found by other researchers to describe a method being used.

Supplemental Information

The following information is available online and updated regularly. Please refer to these pages when preparing a manuscript for submission.

Journal Title Abbreviations. A list of standard abbreviations for common journal titles and words used in citations is available in Appendix 3.

SI Units. The following site (National Institute of Standards and Technology)

provides a comprehensive guide to SI units and usage: <http://physics.nist.gov/cuu/Units/index.html>.

Figure and Table Preparation Guidelines. Current information on

ABBREVIATIONS

Revised January 2012

The following abbreviations may be used without definition in the *Journal of Dairy Science*. In addition, abbreviations of all chemical elements, common combinations of chemical elements, SI units of measure used with a value, and common amino acids (3-letter and 1-letter abbreviations) should be used without definition. Abbreviations are generally not permitted in the title, running head, and key words. Plural abbreviations do not require “s”

Use

AA = amino acid
 ACTH = adrenocorticotropin
 AMP = adenosine monophosphate
 ANOVA = analysis of variance
 ATP = adenosine triphosphate
 ATPase = adenosine triphosphatase
 BLUP = best linear unbiased predictor
 BSA = bovine serum albumin
 cDNA = complementary deoxyribonucleic acid
 cRNA = complementary ribonucleic acid
 DEAE = diethyl amino ethyl
 DNA = deoxyribonucleic acid
 DNase = deoxyribonuclease
 EDTA = ethylenediaminetetraacetate
 ELISA = enzyme-linked immunosorbent assay
 FSH = follicle-stimulating hormone
 GAPDH = glyceraldehyde 3-phosphate dehydrogenase
 GnRH = gonadotropin-releasing hormone
 HEPES = *N*-2-hydroxyethyl piperazine-*N'*-ethanesulfonic acid
 HPLC = high performance (pressure) liquid chromatography
 IFN = interferon
 Ig = immunoglobulin
 IL = interleukin
 LH = luteinizing hormone
 mAb = monoclonal antibody
 bST = bovine somatotropin
 BTA = *Bos taurus* autosome
 BUN = blood urea nitrogen
 BW = body weight
 CI = confidence interval*
 CN = casein
 CNS = coagulase-negative staphylococci
 CoA = coenzyme A
 CP = crude protein
 CV = coefficient(s) of variation*
 DCAD = dietary cation-anion difference
 df = degrees of freedom*
 DHI(A) = Dairy Herd Improvement (Association)
 DIM = days in milk
 DM = dry matter
 DMI = dry matter intake
 EBV = estimated breeding value
 ECM = energy-corrected milk
 ETA = estimated transmitting ability
 FA = fatty acid
 FCM = fat-corrected milk

mRNA = messenger ribonucleic acid
 NAD = nicotinamide adenine dinucleotide
 NADP = nicotinamide adenine dinucleotide phosphate
 NADPH₂ = reduced nicotinamide adenine dinucleotide phosphate
 PAGE = polyacrylamide gel electrophoresis
 PCR = polymerase chain reaction
 PGF_{2α} = prostaglandin F_{2α}
 REML = restricted maximum likelihood
 RFLP = restriction fragment length polymorphism
 RIA = radioimmunoassay
 RNA = ribonucleic acid
 RNase = ribonuclease
 rRNA = ribosomal ribonucleic acid
 Tris = tris(hydroxymethyl)aminomethane
 UHT = ultra-high temperature
 UV = ultraviolet

Define in Abstract; Unrestricted Use Elsewhere

ADF = acid detergent fiber
 ADG = average daily gain
 ADL = acid detergent lignin
 ADIN = acid detergent insoluble nitrogen
 ADP = adenosine diphosphate
 AI = artificial insemination
 BCS = body condition score
 BHBA = β-hydroxybutyrate
 LSD = least significant difference*
 LSM = least squares means*
 ME = metabolizable energy
 MIC = minimum inhibitory concentration
 MP = metabolizable protein
 MS = mean square*
 MUFA = monounsaturated fatty acids
 MUN = milk urea nitrogen
 n = number of samples*
 NAN = nonammonia nitrogen
 NDF = neutral detergent fiber
 NDIN = neutral detergent insoluble N
 NDM = nonfat dry milk
 NEFA = nonesterified fatty acids
 NEG = net energy for gain
 NEL = net energy for lactation
 NEM = net energy for maintenance
 NFC = nonfiber carbohydrates
 NPN = nonprotein nitrogen
 NRC = National Research Council
 NS = nonsignificant*

FFA = free fatty acids
GC-MS = gas chromatography-mass spectrometry
GLC = gas-liquid chromatography
 h^2 = heritability*
HTST = high temperature, short time
IGF = insulin-like growth factor
IMI = intramammary infection
LA = lactalbumin
LG = lactoglobulin
LPS = lipopolysaccharide
RUP = rumen-undegradable protein
SARA = subacute ruminal acidosis
SCC = somatic cell count
SCM = solids-corrected milk
SCS = somatic cell score
SD = standard deviation*
SDS = sodium dodecyl sulfate
SE = standard error*
SEM = standard error of the mean*
SFA = saturated fatty acids

NSC = nonstructural carbohydrates
OM = organic matter
PBS = phosphate-buffered saline
PMNL = polymorphonuclear neutrophilic leukocyte
PTA = predicted transmitting ability
PUFA = polyunsaturated fatty acids
 r = correlation coefficient*
 R^2 = coefficient of determination*
QTL = quantitative trait loci
RDP = rumen-degradable protein
SNF = solids-not-fat
SNP = single nucleotide polymorphism
SPC = standard plate count
SS = sums of squares*
TCA = trichloroacetic acid
TDN = total digestible nutrients
TMR = total mixed ration(s)
TS = total solids
UF = ultrafiltration, ultrafiltered
VFA = volatile fatty acids

Appendix 2

Selected Units and Terms

The following abbreviations and terms can be used without definition in the Journal of Dairy Science.

afternoon- p.m.	millimolar (concentration) - mM
atomic mass unit - amu	millimole (mass) - mmol
atmosphere - atm	minute(s) - min
base pair - bp	molar (concentration) -M
calorie (gram) - cal	molar (mass) - mol
celsius (with number) - °C	mole (number, mass) - mol
centimeter- cm	month(s) - mo
centimeter, square - cm ²	morning- a.m.
circa - ca.	nano - n (prefix)
centimorgan - cM	Newton - N
centipoise- cP	normal (concentration) -N
central processing unit - CPU	nanogram- ng
colony-forming unit - cfu	osmolality use - mmol/kg
counts per minute - cpm	outside diameter - o. d.
counts per second- cps	parts per billion - µg/kg
crossed with, times - ×	parts per million - mg/kg
cubic- cu	pascal- Pa
cubic centimeter - cc, cm ³	pico- p (prefix)
cubic millimeter - mm ³	picogram- pg
curie - Ci	plaque-forming unit - pfu
cycles per second (hertz) - Hz	probability- P
day(s) - d	rennet activity unit - RU
Dalton - Da	revolutions per minute - rpm
deci- d (prefix)	second(s) - s
deciliter - dL	Siemens - S
equivalents - Eq	Species - spp.
foot-candle use - lx	Subcutaneous - s.c.
gram - g	subspecies- ssp.
gravity -g	Unit - U
hectare- ha	Volt - V
hour(s) - h	Volume - vol
inside diameter - i. d.	volume/volume - vol/vol (use parenthetically)
international unit - IU	watt - W
intramuscularly- i.m.	week(s) - wk
intraperitoneally- i.p.	weight/volume - wt/vol (use parenthetically)
intravenously - i.v.	year(s) – yr
joule - J	
kilo - k (prefix)	<i>Amino Acids</i>
kilobase - kb	alanine- Ala
kilobyte- KB	arginine- Arg
kilocalorie- kcal	asparagines - Asn
kilogram- kg	aspartic acid - Asp
Klett units - KU	citrulline- Cit
kiloelectron volts - keV	cysteine- Cys
kilopascal - kPa	glutamic acid - Glu
liter - L	glutamine - Gln
logarithm (natural) - ln	glycine Gly
logarithm (base 10) - log ₁₀	histidine His
lux - lx	isoleucine- Ile
mega - M (prefix)	leucine - Leu
meter - m	lysine - Lys
metric tone - tonne/t	methionine - Met
micro - µ (prefix)	ornithine- Orn
microcurie -µCi	phenylalanine- Phe
micro-einstein -µE	proline - Pro
microfarads -µF	serine- Ser
microgram - µg	threonine- Thr
microliter - µL	tryptophan - Trp
milli - m (prefix)	tyrosine- Tyr
milliliter - mL	valine- Val
millimeters of mercury - mm Hg	

Appendix 3

Abbreviations of Frequently Cited Journals

- Acta Agric. Scand. A Anim. Sci.
 Acta Endocrinol.
 Acta Theriol.
 Adv. Carbohydr. Chem. Biochem. (since 1968)
 Adv. Exp. Med. Biol.
 Adv. Genet.
 Adv. Protein Chem.
 Adv. Vet. Sci. Comp. Med. (since 1969)
 Agric. Biol. Chem.
 Am. J. Anat.
 Am. J. Clin. Nutr.
 Am. J. Clin. Pathol.
 Am. J. Obstet. Gynecol.
 Am. J. Ophthalmol.
 Am. J. Pathol.
 Am. J. Physiol.
 Am. J. Vet. Res.
 Anal. Biochem.
 Anal. Chem.
 Anat. Rec.
 Anim. Behav.
 Anim. Breed. Abstr.
 Anim. Feed Sci. Technol.
 Anim. Prod.
 Anim. Reprod. Sci.
 Ann. Biol.
 Anim. Biochim. Biophys.
 Ann. New York Acad. Sci.
 Ann. Rech. Vet.
 Ann. Zootech. (Paris)
 Annu. Rev. Biochem.
 Annu. Rev. Pharmacol. Toxicol. Antibiot. Chemother.
 Appl. Anim. Ethol.
 Appl. Environ. Microbiol. (since 1976)
 Arch. Biochem. Biophys.
 Arch. Gefluegelkd.
 Arch. Tierernahr.
 Arch. Tierz.
 Asian-australas. J. Anim. Sci.
 Aust. J. Agric. Res.
 Aust. J. Biol. Sci.
 Aust. J. Dairy Technol.
 Aust. J. Exp. Biol. Med. Sci.
 Aust. Vet. J.
 Bacteriol. Rev.
 Behav. Processes
 Biochemistry
 Biochem. J.
 Biochem. Biophys. Res. Commun.
 Biochimie
 Biochim. Biophys. Acta
 Biol. Reprod.
 Biol. Technol.
 Biometrics
 Bioscience
 Bio/Technology (New York)
 Biotechnol. Bioeng. Biotechnol. Lett.
 Br. J. Nutr.
 Br. Vet. J.
 Cancer Res.
 Can. Inst. Food Sci. Technol. J.
 Can. J. Anim. Sci.
 Can. J. Comp. Med.
 Can. J. Genet. Cytol.
 Can. J. Physiol. Pharmacol.
 Can. J. Zool.
 Can. Med. Assoc. J.
 Carbohydr. Res.
 Cell. Tissue Res.
 Cheese Rep.
 Chem. Ind. (Lond.)
 Clin. Chem.
 Clin. Chim. Acta
 Clin. Endocrinol.
 Clin. Toxicol. Comp. Biochem. Physiol. (now in series: (A Comp. Physiol., B Comp. Biochem., C Comp. Pharmacol., or C Comp. Pharmacol. Toxicol.)
 Compend. Contin. Educ. Proc. Vet.
 Cornell Vet.
 CRC Crit. Rev. Biochem.
 Cult. Dairy Prod. J.
 Curr. Opin. Biotechnol. Dairy Field
 Dairy Ind. Int.
 Dairy Sci. Abstr.
 Dev. Biol.
 DNA Cell Biol. (since 1989)
 DNA (New York); changed in 1989 to DNA Cell Biol.
 Domest. Anim. Endocrinol.
 Dtsch. Tierarztl. Wochenschr.; continued in 1972 by DTW Dtsch. Tierarztl. Wochenschr.
 Electrophoresis
 Endocrinology
 Eur. J. Biochem.
 FASEB J.
 FEBS Lett.
 Fed. Proc. (now FASEB J.)
 FEMS Microbiol. Immunol.
 Fertil. Steril.
 Food Eng. (New York)
 Food Res.
 Food Technol.
 Gastroenterology
 Gen. Comp. Endocrinol.
 Gene (Amst.)
 Genet. Sel. Evol.
 Genetics
 Horm. Behav.
 Immunol. Today
 Indian J. Dairy Sci.
 Infect. Immun.
 Int. Dairy J.
 Int. J. Food Microbiol.
 Jpn. Agric. Res. Q.
 J. Agric. Food Chem.
 J. Agric. Sci. [(Camb.) if published in England (before 1991)]
 J. Am. Oil Chem. Soc.
 J. Am. Vet. Med. Assoc.
 J. Anim. Sci.
 J. Appl. Physiol.
 J. AOAC; continued in 1992 by J. AOAC Int.
 J. Bacteriol.
 J. Biol. Chem.
 J. Br. Grassl. Soc.
 J. Cell Biol.
 J. Cell Physiol.
 J. Chromatogr.; continued in 1994 by J. Chromatogr. A and B
 J. Clin. Endocrinol. Metab.
 J. Clin. Invest.

- J. Clin. Pathol. (Lond.)
 J. Comp. Pathol.
 J. Cult. Dairy Prod.
 J. Dairy Res.
 J. Dairy Sci.
 J. Endocrinol.
 J. Environ. Pathol. Toxicol. Oncol.
 J. Exp. Anal. Behav.
 J. Exp. Biol.
 J. Exp. Med.
 J. Food Sci.
 J. Food Prot.
 J. Gen. Microbiol.
 J. Gen. Physiol.
 J. Hered.
 J. Immunol.
 J. Immunol. Methods
 J. Infect. Dis.
 J. Lab. Clin. Med.
 J. Lipid Res.
 J. Mol. Biol.
 J. Morphol.
 J. Nutr.
 J. Pharmacol. Exp. Ther.
 J. Physiol. (Lond.) [or (Paris)]
 J. Range Manage.
 J. Reprod. Fertil.
 J. Sci. Food Agric.
 J. Soc. Dairy Technol.
 J. Texture Stud.
 J. Toxicol. Environ. Health
 J. Ultrastruct. Res.
 J. Ultrastruct. Mol. Struct. Res.
 J. Vet. Med. Ser. A or B
 J. Vet. Res. J. Zool. (Lond.)
 Jpn. J. Zootech. Sci.
 Lab. Anim.
 Lait
 J. Leukocyte Biol.
- Lipids
 Livest. Prod. Sci.; continued in 2006 by Livest. Sci.
 Milchwissenschaft
 Mol. Cell. Endocrinol.
 Mol. Gen. Genet. Nature (Lond.)
 Neuroendocrinology
 New Engl. J. Med.
 Neth. J. Agric. Sci.
 Neth. Milk Dairy J.
 Nutr. Res.
 Rev. N.Z. J. Dairy Sci. Technol.
 Obstet. Gynecol.
 Onderstepoort J. Vet. Res.
 Pharmacol. Rev.
 Physiol. Rev.
 Physiol. Zool.
 Poult. Sci.
 Proc. Natl. Acad. Sci. USA
 Proc. Soc. Exp. Biol. Med.
 Process Biochem.
 Protein Expr. Purif.
 Recent Prog. Lipid Res.
 Reprod. Fertil. Dev.
 Res. Vet. Sci.
 Science
 Sci. Tecn. Latt. Cas.
 Theor. Appl. Genet.
 Theriogenology
 Toxicol. Appl. Pharmacol.
 Transgenic Res.
 Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.
 Vet. Immunol. Immunopathol.
 Vet. Rec.
 Vet. Res. Commun.
 Z. Tierz. Zuchtungsbiol.; continued in 1985 by
 J. Anim. Breed. Genet.
 Zentralbl. Veterinarmed. A, B, or C; continued in 2000
 by J. Vet. Med. Ser. A or B
 Z. Lebensm. Unters. Forsch.

Appendix 4

Journal of Dairy Science Policy on In Vitro Antimicrobial Susceptibility Tests

Authors should avoid the use of the term “antibiotic” when referring to a specific agent unless that agent is naturally occurring and unmodified (e.g., penicillin). The broader term “antimicrobial agent” is preferred because it includes naturally produced agents, semi synthetic agents, and totally synthetic agents. The term “susceptibility” should be used instead of “sensitivity”. Authors unfamiliar with antimicrobial susceptibility testing should obtain CLSI (formerly NCCLS) document M31 (Clinical Laboratory Standards Institute, 940 W. Valley Rd., Suite 1400, Wayne, PA 19087-1898) for specific information regarding antimicrobial susceptibility testing of veterinary pathogens. CLSI or NCCLS equivalent methods for antimicrobial susceptibility testing available outside the US are also acceptable. A list of these methods is available at http://www.oie.int/eng/normes/mmanual/a_00021.htm. Two methods are generally used to generate antimicrobial susceptibility data: the agar disk diffusion (**ADD**) method and the minimum inhibitory concentration (**MIC**) method. The use of the term “Kirby-Bauer” to refer to the ADD method is incorrect and should be avoided. The correct citation for this method is the “disk diffusion method of Bauer et al”. The ADD method is a qualitative method and results should be reported as susceptible, intermediate, or resistant (**SIR**). If zone of inhibition diameters are reported, these should be reported in millimeters.

The MIC method is quantitative and results should be reported in micrograms per milliliter ($\mu\text{g/mL}$). The minimum summary statistics for reporting MIC results from multiple strains of an organism are the MIC50, the MIC90, and the range. The MIC50 and MIC90 represent the concentrations required to inhibit 50 and 90% of the strains, respectively. The MIC50 and MIC90 reported should be the actual concentrations tested, not values calculated from the actual data obtained. When <10 isolates of a species are tested, tabulate only the MIC range of each antimicrobial agent tested. If more than a single drug is studied, insert a column labeled “test agent” between the columns listing the organisms and the columns containing the numerical data, and record data for each agent in the same isolate order. In addition, the percentage of strains categorized as susceptible, intermediate, or resistant may be reported. If only one of these categories is to be reported, the percent susceptible value is preferred. The percentage of resistant isolates is to be reported for an agent, it should include isolates categorized as intermediate.

The percentage of strains susceptible or resistant to an antibiotic at its breakpoint concentration may be given only if an appropriate breakpoint has been approved, as by CLSI. Given the paucity of approved breakpoints for mastitis pathogens, authors may use breakpoints from other species (e.g., human breakpoints for ampicillin or canine breakpoints for enrofloxacin). However, authors must clearly state that the breakpoints are not approved for mastitis pathogens. Moreover, authors cannot assign breakpoints or use breakpoints from related antibiotics (except for class testing purposes) or breakpoints developed for other methods.

Authors must indicate that the appropriate quality control tests were performed. Information regarding the frequency of testing and the specific strains tested should be provided. The frequency of quality control testing and organisms tested should conform to the recommendations in the CLSI standard (document M31) or equivalent. A single statement in the manuscript indicating that the results obtained for the quality control documents were within published ranges is acceptable. However, authors may be requested to provide the quality control information during the manuscript review cycle.