

Abanico Veterinario. Janeiro-Dezembro 2020; 10:1-10. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2020.28>
Artigo Original. Recebido: 18/05/2020. Aceito: 20/08/2020. Publicado: 26/10/2020. Chave:2020-36.

Contribuição para o bem-estar animal na criação de bezerras de substituição: alojados em par

Contribution to animal welfare of dairy calves: housing in pairs

Alejos-de la Fuente Isidro¹ ID, Almaráz-Buendía Isaac² ID, Peralta-Ortiz Jesús² ID,
Meza-Nieto Martín² ID, Torres-Cardona Guadalupe^{*2} ID

¹Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Zootecnia, km 38.5 carr. México - Texcoco, CP 56230, Chapingo, Texcoco, Estado de México, México. ²Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Agropecuarias, Área Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Tulancingo, Hidalgo, CP 43600. *Autor en correspondencia: María Guadalupe Torres Cardona: maria_torres7599@uaeh.edu.mx, Rancho Universitario Ex-Hda. de Aquetzalpa, Av. Universidad km 1, Hidalgo, México A.P. 32 CP.43600. 017717172000 ext. 2455. jalejosd@chapingo.mx; isaac_almaraz9974@uaeh.edu.mx; peralta@uaeh.edu.mx; martin_meza3292@uaeh.edu.mx; maria_torres7599@uaeh.edu.mx

RESUMO

Para avaliar a resposta produtiva e comportamental de bezerras Holstein em lactação alojados em pares, 30 bezerras duma semana de idade ao desmame (8 semanas de idade) foram utilizadas e distribuídas aleatoriamente em dois tratamentos: tratamento 1 bezerras alojadas em pares (T1, n = 10); tratamento 2 bezerras alojadas individualmente (T2, n = 10). Nenhuma diferença significativa ($p > 0,05$) foi encontrada entre os tratamentos no peso inicial (PI, T1 = 38,18 vs T2 = 39,58, que mostra grupos homogêneos) ou no consumo total de matéria seca (CTMS, T1 = 56,84 vs T2 = 56,85, kg). No entanto, bezerras alojadas em pares (T1) apresentaram resultados significativamente melhores no peso final (T1 = 75,28 vs T2 = 65,74, kg), no ganho de peso total GPT, T1 = 37,10 vs T2 = 26,16, kg), ganho de peso diário (GPD, T1 = 0,66 vs T2 = 0,46, kg) e na conversão alimentar (CA, T1 = 1,53 vs T2 = 2,17), em relação as bezerras que foram alojadas individualmente. Conclui-se que as bezerras alojadas aos pares apresentaram maior resposta produtiva e menor frequência de comportamentos indicativos de estresse em relação aos alojados individualmente.

Palavras-chave: bem-estar animal, habitação, produtividade, comportamento, bezerras da raça Holstein.

ABSTRACT

To evaluate the productive and behavioral response of pair-housed nursing Holstein calves, 30 calves from one week of age until weaning (8 weeks of age) were used and randomly distributed in two treatments: treatment 1 pair-housed calf (T1, n=10); treatment 2 single-housed calves (T2, n=10). No significant difference ($p > 0.05$) was found between treatments in initial weight (IW, T1=38.18 vs. T2=39.58, evidencing homogeneous groups) and total dry matter consumption (TDMC, T1=56.84 vs. T2=56.85, kg). However, calves housed in pairs (T1) showed significantly better results in final weight (FW, T1=75.28 vs. T2=65.74, kg), total weight gain TWG, T1=37.10 vs. T2=26.16, kg), daily weight gain (DWG, T1=0.66 vs. T2=0.46, kg) and feed conversion (FC, T1=1.53 vs. T2=2.17), compared to individually housed calves. We concluded that paired calves showed greater productive response and lower frequency of stress-indicative behaviors compared with individually housed calves.

Keywords: animal welfare, housing, productivity, behavior, Holstein calves.

INTRODUÇÃO

O bem-estar animal refere-se ao estado interno de um animal quando se depara com o ambiente que o cerca, portanto inclui seu estado de saúde, sua percepção do ambiente e seus estados mentais (Greiveldinger, 2007). Tem sido definido como o estado em que o animal tem suas necessidades fisiológicas, sanitárias e comportamentais básicas satisfeitas, frente às mudanças em seu ambiente (Broom, 1986). Por esse motivo, é cada vez mais percebido como um elemento integrante da qualidade global dos alimentos, com implicações importantes para a saúde animal e segurança alimentar, entre outras.

Porém, pelo exposto, os sistemas intensivos de produção têm sido pensados para obter produções cada vez maiores a custos cada vez menores, adotando em muitas ocasiões manejos inadequados que causam estresse agudo ou crônico, deixando de lado as necessidades comportamentais dos animais, o que compromete o seu bem-estar; a criação de bezerras não escapa dessa situação. Atualmente, na maioria das unidades de produção leiteira, o bezerro recém-nascido é criado em um esquema que inclui várias situações geradoras de estresse, uma das mais comuns é alojá-lo em currais ou gaiolas individuais como medida de controle sanitário, para evitar sucção e alimentação excessivas, comportamentos; embora na maioria das vezes as gaiolas sejam tão pequenas que restringem e até suprimem padrões de comportamento individual e social, não permitindo que o animal se vire ou alise as costas do corpo, entre outros (Flower e Weary, 2003; Galindo e Orihuela, 2004). O isolamento de bezerras tem vários efeitos adversos no seu bem-estar: aumenta a frequência de vocalização e a apresentação de comportamentos anormais, aumentando também a resposta fisiológica ao estresse (frequência cardíaca e níveis de cortisol plasmático), afetando o uso de nutrientes, e conseqüentemente, a produtividade dos animais. Também pode impedir a aprendizagem de habilidades sociais essenciais necessárias para lidar com o ambiente de grupo a que todos os bovinos leiteiros estão sujeitos mais tarde em sua vida adulta (Duve e Jansen, 2011; Horvat e Miller-Cushon, 2019).

Num estudo anterior, o alojamento em pares na fase de lactação resultou em animais mais relaxados, mas as evidências de melhora nos indicadores produtivos não foram conclusivas (Chua *et al.*, 2002). Um dos principais objetivos da ciência do bem-estar animal é oferecer estratégias de manejo que reduzam o sofrimento animal, aumentando assim o seu estado de bem-estar.

Portanto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a resposta produtiva e comportamental de bezerras Holstein em lactação alojados aos pares, em comparação com bezerras alojadas individualmente.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização

Esta pesquisa foi realizada nas instalações da Fazenda Universitária do Instituto de Ciências Agrárias (ICAP) da Universidade Autônoma do Estado de Hidalgo, localizada no município de Tulancingo de Bravo, Hidalgo, México. O clima de Tulancingo de Bravo é temperado-frio, com uma temperatura média anual de 14 °C e uma pluviosidade que oscila entre 500 e 553 mm por ano e situa-se a 2.580 m.s.n.m. (García, 2017). Tulancingo é um vale fértil cuja bacia leiteira produz aproximadamente 40.000 L de leite por dia, contribuindo com uma quantidade significativa para a produção total do estado, contribuindo assim para o estado de Hidalgo ocupar o 10º lugar na produção nacional de leite de vaca (SIAP, 2018).

Animais experimentais e gestão

Foram utilizados 30 bezerras Holstein com uma semana de idade. Antes do experimento, do dia 0 ao 7 pós-nascimento, todas as bezerras receberam o mesmo manejo, que consistia principalmente em separá-las de sua mãe e alojá-las em um cercado individual, onde foram oferecidos dois ingestões de colostro de 2 L, cada uma com um intervalo de 6 h durante o primeiro dia de nascimento. A partir do segundo dia após o nascimento, elas foram alimentadas com 4 L de leite por dia, dois pela manhã e dois pela tarde (sem rejeição), e desde a primeira semana de idade foi oferecido concentrado inicial comercial e água de livre acesso.

Tratamentos

Os animais foram alojados durante 8 semanas do teste em dois tratamentos:

a) *Tratamento 1*: bezerras alojadas em pares. Com uma semana de idade, 20 bezerras foram alojadas aos pares, em 10 baias de 2,40 x 1,25 metros, delineadas com uma área externa e outra coberta, contendo dez unidades experimentais.

b) *Tratamento 2*: bezerras alojadas individualmente. Com uma semana de idade, 10 bezerras foram alojadas individualmente em baias de 1,20m x 1,25m, projetadas com uma área externa e outra coberta, possuindo dez unidades experimentais.

Variáveis de resposta

a) *Produtivas*:

- I) **Peso inicial (PI), Peso final (PF), Ganho de peso diário (GPD) e Ganho de peso total (GPT)**. As bezerras foram pesadas no início do experimento e depois a cada 15 dias. O PI das bezerras foi considerado como uma covariável para confirmar a homogeneidade entre os tratamentos nesta variável e para obter o PF, o GPD e o GPT.
- II) **Consumo total de matéria seca (CTMS)**. O concentrado inicial foi oferecido gratuitamente, e o consumo foi obtido pela diferença entre o

que era oferecido e o que era rejeitado diariamente. Para obtenção do teor de matéria seca do concentrado inicial e do leite, foi utilizada uma estufa de ar forçado até que as amostras atingissem peso constante.

- III) **Conversão alimentar (CA).** Para calcular a quantidade de ração necessária para aumentar um kg de peso vivo em cada bezerro, a quantidade de quilos de matéria seca consumida (CTMS) foi dividida pelo ganho de peso total (GPT).

b) Comportamental:

Dois dias por semana o catálogo do comportamento de cada bezerro era registrado, observando-se três horas por dia durante oito semanas. Uma amostra de varredura foi usada em combinação com um registro em intervalos de cinco minutos para os estados e uma amostra comportamental para os eventos (Martin, 2007); obtendo um total de 576 varreduras para cada bezerro durante o experimento.

As variáveis comportamentais consideradas no catálogo comportamental foram:

- Estados: em pé, deitado, andando, correndo, comendo, bebendo e lambendo.
- Eventos: vocalizando, urinando e defecando.

A porcentagem final de varreduras registradas em cada comportamento foi calculada para os estados e a frequência para os eventos.

Análise estatística

Um delineamento experimental inteiramente casualizado foi usado; as variáveis comportamentais foram analisadas por meio de um modelo completamente randomizado em medidas repetidas; enquanto as variáveis produtivas foram analisadas usando um modelo completamente aleatório; em ambos utilizando o procedimento PROC GLM do SAS (SAS, 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra as médias das variáveis produtivas por tratamento, não encontrando diferença significativa ($p > 0,05$) no PI (T1=38,18 vs T2=39,58, kg), confirmando assim a homogeneidade das unidades experimentais entre os tratamentos em relação a este variável. O tipo de acomodação não modificou significativamente ($p > 0,05$) o consumo total de matéria seca; sendo esta variável estatisticamente a mesma em ambos os tratamentos (T1=56,84 vs T2=56,85, kg). Porém, o tipo de alojamento modificou significativamente ($p < 0,05$) o peso final, encontrando um aumento de 14,52% nas bezerras alojadas aos pares, em relação aos alojados individualmente (PF = T1: 75,288 vs T2: 65,747, kg). As variáveis ganho de peso total e ganho de peso diário também foram modificadas pelo efeito do tipo de alojamento, com acréscimos de 41,81% e 43,04%, respectivamente, em bezerras alojadas aos pares (GPT = T1: 37,108 vs T2:

26,167 kg; GPD = T1: 0,6683 vs T2: 0,4672, kg). Em relação à conversão alimentar, valores significativamente menores ($p < 0,05$) foram obtidos em 41,83% nas bezerras alojadas aos pares (T1 = 1,53 vs T2 = 2,17), o que significa que este grupo de animais utilizou significativamente menos ração para atingir um quilograma de ganho de peso corporal, em comparação com bezerras que foram alojados individualmente.

Os resultados desta pesquisa estão de acordo com o encontrado em outros estudos, onde é relatado que bezerras alojadas na companhia de outra ou outras da mesma idade, estabelecem fortes laços sociais com seus companheiros, o que lhes permite enfrentar melhor as diferentes situações de estresse; o que resulta em um menor custo biológico ao enfrentar essas situações estressantes, apresentando uma maior resposta produtiva e uma ampla gama de comportamentos (Christensen *et al.*, 2002; Chua *et al.*, 2002; Tapki, 2007; Duve e Jansen, 2011; Jansen e Larsen, 2014). Também foi verificado que bezerras alojadas em grupos de 10 ou menos apresentam melhores taxas de crescimento e menores taxas de morbidade associadas a doenças respiratórias bovinas, e com melhores níveis de bem-estar (Nabais, 2011; Jansen e Larsen, 2014).

Tabela 1. Variáveis produtivas em bezerras Holstein em lactação alojadas em pares (T1) ou individualmente (T2)

VARIÁVEL	Tipos de acomodação		Probabilidade	C. V.
	Em pares T1	Individual T2		
Peso inicial (PI, kg)	38.18	39.58	0.4946	8.79
Peso final (PF, kg)	75.288	65.747	0.0153	7.95
Ganho total de peso (GTP, kg)	37.108	26.167	0.0153	20.46
Ganho de peso diário (GPD, kg)	0.6683	0.4672	0.0417	24.03
Consumo total de matéria seca (CTMS, kg)	56.84	56.85	0.9987	11.87
Conversão alimentar (CA)	1.53	2.17	0.0483	18.31

T: tratamento 1: alojadas em pares; T2: tratamento 2: alojadas individualmente, C. V.: coeficiente de variação

A Tabela 2 mostra as médias das variáveis comportamentais por tratamento. Verificou-se que o tipo de acomodação modificou significativamente ($p < 0,05$) o percentual de tempo que as bezerras dedicaram a expressar os comportamentos "em pé", "caminhar", "beber" e "vocalizar", constatando que as bezerras que permaneceram em casais gastaram 16,26% menos tempo em pé (T1 = 26,57 vs T2 = 31,73), 24,77% menos tempo

caminhando (T1 = 2,52 vs T2 = 3,35), 23,52% menos tempo bebendo (T1 = 5,17 vs T2 = 6,76) e vocalizaram 41,16 % menos (T1 = 2,83 vs T2 = 4,81); em comparação com bezerras alojadas individualmente. Durante o experimento, não foi observada a presença de doenças ou comportamentos anormais nos animais de ambos os tratamentos. Os resultados comportamentais desta pesquisa sugerem que a acomodação do parceiro diminui a expressão de comportamentos relacionados ao estresse, como vocalizações. A este respeito, [De–Paula et al., \(2012\)](#) indicam que em condições naturais, as bezerras interagem com outros animais da mesma idade, de modo que a habitação individual limita ou desaparece esta interação necessária.

Tabela 2. Médias de diferentes expressões comportamentais em bezerras Holstein em lactação alojadas em pares (T1) ou individualmente (T2)

COMPORTAMENTOS	Tipos de acomodação		Probabilidade	C. V.
	Em pares T1	Individual T2		
Estados (proporção de tempo, expressado em porcentagem de varreduras)				
Em pé	26.57	31.73	0.0280	5.2
Deitada	43.33	45.18	0.5152	3.6
Caminhando	2.52	3.35	0.0464	8.7
Bebendo	5.17	6.76	0.0020	4.2
Comendo	5.48	4.07	0.1547	5.1
Lambendo	6.58	7.25	0.4438	2.2
Eventos (frequências)				
Vocalizando	2.83	4.81	0.0291	3.6
Urinando	2.08	2.98	0.7515	3.1
Defecando	0.68	0.58	0.3958	2.2

T: tratamento 1: alojadas em pares; T2: tratamento 2: alojadas individualmente, C. V.: coeficiente de variação

Os métodos de alojamento de bezerras têm um impacto importante na saúde e no potencial do animal em sua produção futura ([Quigley, 2001](#)). Acredita-se que a habitação individual ajuda a controlar doenças, comportamento anormal de sucção e consumo de alimentos. Embora tenha sido proposto que o alojamento individual simplifica a detecção de doenças e o manejo geral de bezerras, a prática tem sido altamente criticada pelo fato de limitar o grau em que a bezerra pode se comportar naturalmente ([Nabais, 2011](#); [Jansen e Larsen, 2014](#)).

O isolamento social é estressante para bezerras e pode impedir a aprendizagem de habilidades sociais essenciais, necessárias para lidar com o ambiente de grupo ao qual todas as vacas leiteiras são submetidas na vida adulta ([Morisse et al., 2000](#); [Quigley, 2001](#); [Horvat e Miller-Cushon, 2019](#)). As bezerras alojadas individualmente mostram alterações comportamentais, como ficar em pé por longos períodos, andar mais insegura, relutam em mudar de postura e, à medida que crescem, desenvolvem estereotípias motivadas pela falta de atividade social.

O isolamento no pré-desmame também pode afetar a adaptação ao alojamento em grupo após o desmame, especialmente com animais que estiveram em grupos durante o período de lactação (Morisse *et al.*, 2000; Quigley, 2001; Mandel *et al.*, 2016). Em contrapartida, bezerras alojadas em grupo são mais seguras (Nabais, 2011), e apresentam um maior repertório de atividades típicas da espécie, incluindo a expressão de comportamentos sociais, como brincar e aprender com seus pares (Duve e Jansen, 2012; Costa *et al.*, 2016). As interações sociais podem ajudá-los a lidar com situações estressantes. As bezerras alojadas em grupos ou pares são menos estressadas durante o manuseio e transferência e são mais rápidas para iniciar o consumo de ração sólida após o desmame, em comparação com aquelas alojadas individualmente; indicando que eles são mais capazes de lidar com a eliminação da alimentação líquida (Cobb *et al.*, 2014).

O sistema de acomodação de pequenos grupos ou casais pode ser considerado viável e econômico em termos de saúde, desenvolvimento e comportamento (Lakshman *et al.*, 2009; Krachun e De-Pasillé, 2010; Faerevik *et al.*, 2010; Duve e Jansen, 2011). Mesmo que a qualidade da habitação não melhore a nutrição e o manejo quando são ruins, isso pode arruinar a eficácia de um excelente programa de manejo e alimentação. Aí reside a importância de estudar o comportamento das bezerras em relação aos sistemas de alojamento (Morisse *et al.*, 2000; Costa *et al.*, 2016). Isso foi verificado no presente estudo, onde sob o mesmo regime alimentar e com consumos semelhantes de leite e concentrado, os animais alojados aos pares apresentaram um comportamento mais calmo e um melhor repertório de comportamentos típicos da espécie. Este melhor desempenho comportamental refletiu em uma melhor conversão alimentar, provavelmente devido ao melhor aproveitamento dos nutrientes. A diferença na melhor conversão alimentar representa um maior benefício econômico com a utilização deste sistema.

Um último ponto importante para o futuro das unidades de produção animal é o “custo ético” da produção (Capó, 2005); se o custo ético for alto, significa que os animais são maltratados e seu bem-estar é baixo; aquelas unidades de produção em que as práticas tradicionais de manejo persistem em causar sofrimento desnecessário aos animais, serão menos competitivas no mercado. A mudança tem a ver, não só com o fato de os animais deverem apresentar ausência de sofrimento, mas também de vivenciar prazer, gozo (brincadeiras, alimentação de boa qualidade nutricional/sensorial, sexo e convívio social), que é fundamental para fornecer bem-estar animal completo (Balcombe, 2009).

CONCLUSÕES

Nas condições em que foi realizada esta pesquisa, com o objetivo de comparar os sistemas de alojamento em bezerras Holstein, os resultados encontrados sugerem que o alojamento em pares é mais adequado, em comparação ao alojamento individual, pois aumenta a resposta produtiva e diminui a expressão de padrões de comportamento, indicadores de estresse, como vocalizações. Portanto, é possível concluir que o alojamento com companheiro melhora o bem-estar das bezerras.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio prestado ao Programa de Aperfeiçoamento de Pessoal Docente (PROMEP/103.5/08/5165) para a realização deste projeto.

LITERATURA CITADA

BALCOMBE J. 2009. Animal pleasure and its moral significance. *Appl Anim Behav Sci*; 118(3-4):208–216. ISSN:0168-1591. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2009.02.012>

BROOM DM. 1986. Effects of group-rearing or partial isolation on later social behavior of calves. *Anim Behav*; 26:1255-1263. ISSN: 0003-3472. [https://doi:10.1016/0003-3472\(78\)90116-1](https://doi:10.1016/0003-3472(78)90116-1)

CAPÓ MM. 2005. Aplicación de la bioética al bienestar y al derecho de los animales. 1ª Edición. Ed. Complutense. España. ISBN: 84-7491-771-9.

CHRISTENSEN JW, Ladewing J, Sondergaard E, Malmkvist J. 2002. Effects of individual versus group stabling on social behavior in domestic stallion. *Appl Anim Behav Sci*; 75(3):233-248. ISSN:0168-1591. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(01\)00196-4](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(01)00196-4)

CHUA B, Coenen JE, Denle V, Weary DM. 2002. Effects of pair versus individual housing on the behavior and performance of dairy calves. *J. Dairy Sci*; 85(2):360-364. ISSN: 0022-0302. [https://doi:10.3168/jds.s0022-0302\(02\)74082-4](https://doi:10.3168/jds.s0022-0302(02)74082-4)

COBB CJ, Obeidat BS, Sellers MD, Pepper-Yowell AR, Hanson DL, Ballou MA. 2014. Improved performance and heightened neutrophil responses during the neonatal and weaning periods among outdoor group-housed Holstein calves. *J. Dairy Sci*; 97(2):930–939. ISSN: 0022-0302. <https://doi:10.3168/jds.2013-6905>

COSTA JHC, Von Keyserlingk MAG, Weary DM. 2016. Invited review: Effects of group housing of dairy calves on behavior, cognition, performance, and health. *J. Dairy Sci*; 99(4):2453-2467. ISSN: 0022-0302. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10144>

DE-PAULA V, De-Passillé AM, Weary DM. 2012. Effects of the early social environment on behavioral responses of dairy calves to novel events. *J. Dairy Sci*; 95:5149–5155. ISSN: 0022-0302. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5073>

DUVE OR, Jansen MB. 2011. The level of social contact affects social behavior in pre-weaned dairy calves. *Appl Anim Behav Sci*; 135:34-43. ISSN:0168-1591. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2011.08.014>

DUVE LR, Jensen MB. 2012. Social behavior of young dairy calves housed with limited or full social contact with a peer. *J. Dairy Sci*; 95:5936–5945. ISSN: 0022-0302. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5428>

FAEREVERIK G, Jensen MB, Boe KE. 2010. The effect of group composition and age on social behavior and competition in groups of weaned dairy calves. *J. Dairy Sci*; 93:4274–4279. ISSN: 0022-0302. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3147>

FLOWER FC, Weary DM. 2003. The effects of early separation on the dairy cow and calf. *Anim. Welfare*;12:339–348. ISSN:0962-7286. <https://www.ingentaconnect.com/content/ufaw/aw/2003/00000012/00000003/art00004>

GALINDO MFA, Orihuela TA. 2004. Etología Aplicada. 1ª. Edición. México. Universidad Nacional Autónoma de México. México. ISBN: 970-32-1471-1

GARCÍA Enriqueta. 2017. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. 5ª Edición. Serie Libros UNAM. México. ISBN-10 (02): 970-32-1010-4

GREIVELDINGER I. 2007. Emotional experience in sheep: Predictability of a sudden event lowers subsequent emotional responses. *J of Physiology and Behaviour*; 92:675-683. ISSN 0031-9384. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2007.05.012>

HORVATH, K. C., & Miller-Cushon, E. K. (2019). Evaluating effects of providing hay on behavioral development and performance of group-housed dairy calves. *J. Dairy Sci*; 102(11): 10411-10422 ISSN: 0022-0302. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16533>

JENSEN MB, Larsen LE. 2014. Effects of level of social contact on dairy calf behavior and health. *J. Dairy Sci*; 97(8):5035-44. ISSN: 0022-0302. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7311>

KRACHUN CR, De-Passillé AM. 2010. Play behaviour in dairy calves is reduced by weaning and by a low energy intake. *Appl Anim Behav Sci*; 122(2-4):71-76. ISSN:0168-1591. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2009.12.002>

LAKSHMAN KB, Harnarain P, Ramesh CP, Artabandhu S. 2009. Hemato-biochemical changes, disease incidence and live weight gain in individual versus group reared calves fed on different levels of milk and skim milk. *Anim Sci J*; 80:149–156. ISSN:1740-0929. <https://doi.org/10.1111/j.1740-0929.2008.00620.x>

MANDEL R, Whay HR, Klement E, Nicol CJ. 2016. Invited review: Environmental enrichment of dairy cows and calves in indoor housing. *J. Dairy Sci*; 99 (3):1695-1715. ISSN: 0022-0302. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9875>

MARTIN PMB. 2007. *Measuring behavior: An introductory guide*. 3rd. Edition. Cambridge. Cambridge University Press. ISBN-13: 978-0521535632. ISBN-10: 0521535638.

MORISSE JPD, Huonnic D, Cotte JP, Martrenchar A. 2000. The Effect of Four Brous Feed Supplementations On Different Welfare Traits In Veal Calves. *Anim Feed Sci Tech*; 84:129-136. ISSN: 0377-8401. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(00\)00112-7](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(00)00112-7)

NABAIS UAR. 2011. Medição de proteínas séricas e imunoglobulinas como indicador da transferencia de imunidade passiva em vitelos. Teses de Mestrado. Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.

<https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/3569/1/Medi%C3%A7ao%20de%20prote%C3%ADnas%20s%C3%A9ricas%20e%20imunoglobulinas%20como%20indicador%20da%20transferencia%20de%20imunidade%20passiva%20em%20vitelos.pdf>

QUIGLEY J. 2001. Calf Note # 64 –Métodos de alojamiento: influyen en el comportamiento del ternero? Ficha técnica. Recuperado el 29 de enero 2019: <http://www.calfnotes.com>

SAS (Statistical Analysis System). 2009. *User's Guide: Statistics, Version 9.02*. Edition SAS Inst., Inc. Cary. N. C.

SIAP. Servicio de información agroalimentaria y pesquera. 2018. Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación. México. <https://www.gob.mx/siap>

TAPKI I. 2007. Effects of individual or combined housing systems on behavioural and growth responses of dairy calves. *Acta Agr Scand A-AN*; 57:55-60. ISSN:0906-4702; E-ISSN:1651-1972. <https://doi.org/10.1080/09064700701464405>