

## AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO PRODUTIVO/REPRODUTIVO DE VACAS LEITEIRAS MISTIÇAS ANTES E DEPOIS DO MANEJO NO SISTEMA “COMPOST BARN”

*(Evaluation of the productive/reproductive performance of crossbred dairy cows before and after the managed in the system “Compost barn”)*

Marco Vinicio; Ana Cláudia Fagundes FARIA; Gustavo Pereira CADIMA\*;  
Giovanna Faria de MORAES; Ricarda Maria dos SANTOS

Faculdade de Medicina Veterinária (FAMEV) da Universidade Federal de Uberlândia,  
Rodovia BR 050 Km 78, Campus Glória, Uberlândia/MG. CEP: 38.410-337.

\*E-mail: [gustavopcadima@gmail.com](mailto:gustavopcadima@gmail.com)

### RESUMO

Fatores como altas temperaturas e baixa eficiência reprodutiva dos rebanhos detêm o avanço da produção brasileira de leite. O “Compost Barn” (CB) é um tipo de sistema de confinamento utilizado para rebanhos leiteiros, que pode propiciar maior conforto aos animais, porém, por ainda ser um sistema de manejo novo no Brasil, há poucos estudos sobre seu impacto na produtividade em ambientes tropicais. Diante disso, objetivou-se comparar o período de serviço e a produção de leite corrigida para 305 dias de lactação de vacas leiteiras mestiças (Holandesa x Gir), previamente manejadas no sistema de pastejo e depois introduzidas no sistema de “Compost Barn”. Foram avaliadas 122 vacas, com uma lactação antes e uma lactação após a entrada no sistema de manejo CB. Foi detectado redução no período de serviço ( $p=0,02$ ) de 104,92 para 84,46 dias, após a entrada no sistema de manejo CB, porém, a produção de leite, corrigida para 305 dias de lactação não foi afetada pelo sistema de manejo ( $p>0,05$ ). Conclui-se que houve redução do período de serviço em vacas leiteiras mestiças após o ingresso dos animais ao sistema “Compost Barn”, indicando melhoria na fertilidade do rebanho leiteiro.

**Palavras-chave:** Bovinocultura de leite, eficiência reprodutiva, produção de leite, saúde pós-parto.

### ABSTRACT

Factors such as high temperatures and low reproductive efficiency in herds halt the advance of Brazilian milk production. The Compost Barn (CB) is a type of confinement system used for dairy herds, which can provide greater comfort to the animals, but because it is still a new management system in Brazil, there are few studies on its impact on productivity in tropical environments. Therefore, the aim was to compare the service period and the corrected milk production for 305 lactation days of crossbred dairy cows (Holstein x Gir), previously managed in the grazing system and then introduced in the “Compost Barn” system. One hundred twenty two cows were evaluated, one lactation before and one lactation after entry into the CB management system. A reduction in the period of service ( $p=0.02$ ) was detected from 104.92 to 84.46 days after entering the CB management system, but milk production, corrected for 305 days of lactation, was not affected by management system ( $p>0.05$ ). It was concluded that there was a reduction in the service period in crossbred dairy cows after the animals entered the Compost Barn system, indicating an improvement in the fertility of the dairy herd.

**Key words:** Dairy cattle, milk production, postpartum health, reproductive efficiency.

### INTRODUÇÃO

Durante os últimos 50 anos, a produção de leite no Brasil vem crescendo de maneira significativa (VILELA *et al.*, 2017), a prova disso é que em 2019 o Brasil foi o sexto maior produtor de leite do mundo (USDA, 2019). De acordo com Vilela *et al.* (2017), estima-se que em 2025 o Brasil produzirá aproximadamente 47,5 milhões de toneladas de leite, o que

demonstra o avanço dos últimos anos e o potencial produtivo do país, permitindo tais projeções.

No entanto, existem ainda grandes desafios sobre a produção leiteira nacional, que impactam diretamente nos resultados. Segundo Silva (2018), o clima é um dos principais fatores que influenciam negativamente a produção de leite e a reprodução das vacas leiteiras nos trópicos e, por esse motivo, seus efeitos precisam ser minimizados em propriedades leiteiras, uma vez que estão diretamente ligados à lucratividade das fazendas (VON KEY SERLINGK e POLSKY, 2017).

Vacas em lactação de alta produção possuem menor capacidade de adaptação aos climas mais quentes e isso reflete diretamente em sua produtividade (GALÁN *et al.*, 2018). Animais que passam por estresse térmico reduzem a ingestão de matéria seca e conseqüentemente há redução dos nutrientes responsáveis pela síntese de leite (SPIERS *et al.*, 2004; RHOADS *et al.*, 2009). Junto a isso, o sistema termorregulador é ativado devido ao aumento do metabolismo basal causado pelo estresse térmico, levando também à diminuição da produção de leite (POLSKY e VON KEYSERLINGK, 2017). Por essas características, é possível observar uma clara relação entre o estresse térmico e a redução do bem-estar com a menor produção leiteira (WEST, 2003; RHOADS *et al.*, 2009). A capacidade reprodutiva de vacas leiteiras também é afetada pelo estresse térmico. Vacas expostas a temperaturas ambientais elevadas, reduzem a expressão e duração do estro (DE RENSIS e SCARAMUZZI, 2003), reduzem a taxa de concepção (FERRAZ *et al.*, 2016) e a qualidade oocitária (ROTH *et al.*, 2001) e elevam as perdas gestacionais (GARCIA *et al.*, 2006).

Sobre esses desafios, manejos e instalações foram desenvolvidos e adaptados à realidade brasileira para poderem gerar melhores condições para vacas de alta produção expressarem seu potencial produtivo (MOTA *et al.*, 2017), como é o caso de sistemas de confinamento como “Free Stall”, “Tie Stall”, “Loose Housing” e “Compost Barn” (CB). Desenvolvido em Minnesota, Estados Unidos, e já utilizado no Brasil, o sistema CB tem como objetivo propiciar maior conforto aos animais para que se alcance maior bem-estar e conseqüentemente maior produtividade (BLACK *et al.*, 2013). O sistema é desenvolvido em uma instalação que permite a interação dos animais sobre uma cama de compostagem, que confere maior comodidade (LESO *et al.*, 2020) e menor sujidade dos animais, quando bem manejada (FONSECA *et al.*, 2017). Nesse tipo de compostagem aeróbica, a cama deve ser manejada de 2 a 3 vezes ao dia para manter o ambiente seco e limpo (BEWLEY *et al.*, 2017). O que diferencia esse tipo de confinamento dos outros é a maior liberdade dos animais, que ficam soltos (ECKELKAMP *et al.*, 2016), além da maior área disponível por animal e a presença da cama de compostagem, que reduz a sujidade das vacas e pode elevar a saúde dos animais.

O fator manejo é fundamental para o sucesso da técnica de compostagem da cama em um sistema CB, pois evita o acúmulo de umidade e proporciona o crescimento adequado dos microrganismos aeróbicos, que permite que o processo de compostagem ocorra de forma eficiente (ECKELKAMP *et al.*, 2016a). A temperatura da cama é outro fator fundamental para a qualidade e sanidade do ambiente em que os animais serão confinados. À medida que a temperatura da cama sobe, o processo de compostagem se torna mais eficiente, o que permite uma composição de cama ideal para redução da sujidade dos animais instalados, que é um benefício característico do sistema (LESO *et al.*, 2020).

Diversos autores relataram os benefícios da instalação do tipo CB na redução da presença de afecções podais dos animais (PETZEN *et al.*, 2009; LOBECK *et al.*, 2011; BURGSTALLER *et al.*, 2016; COSTA *et al.*, 2018), na redução da contagem de células somáticas e da incidência de mastite (BARBERG *et al.*, 2007b; BLACK *et al.*, 2013), no aumento da produção leiteira (BLACK *et al.*, 2013) e na melhoria em parâmetros reprodutivos (BARBERG *et al.*, 2007b; BLACK *et al.*, 2013). Além desses fatores, destaca-se a possibilidade de intensificação do sistema produtivo, com menor investimento, se comparado a sistemas de confinamento como o “Free Stall” (LESO *et al.*, 2020).

Por ainda não haver muitos estudos sobre as vantagens desse tipo de instalação e seu impacto na produtividade de vacas leiteiras mestiças em ambientes mais quentes, onde o desafio é maior, objetivou-se comparar o período de serviço e a produção de leite corrigida para 305 dias de lactação de vacas leiteiras mestiças (Holandesa x Gir), manejadas no sistema de pastejo e posteriormente no sistema de “Compost Barn”.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Local e Histórico

O experimento foi realizado em uma fazenda comercial, localizada no município de Uberlândia/MG. O sistema de produção de leite da fazenda, até o ano de 2018, era totalmente baseado no sistema semi-intensivo a pasto. As vacas eram manejadas em piquetes rotacionados de capim Mombaça (*Panicum maximum*) e recebiam suplementação com silagem de milho 2 vezes por dia. No período seco do ano, os animais eram confinados em piquetes e recebiam dieta à base de silagem de milho e concentrado.

No final do ano de 2018, foram inaugurados dois barracões do tipo CB na propriedade. Inicialmente, apenas animais de alta produção e vacas recém paridas foram alocados no sistema e os demais animais (vacas com enfermidades e animais com produção abaixo de 20Kg de leite por dia) foram mantidos no sistema de pastejo rotacionado.

### Animais e Manejo

O rebanho leiteiro da fazenda era composto de vacas Gir Leiteiro PO e vacas cruzadas das raças Holandesa e Gir. O rebanho cruzado era composto por 70% dos animais da primeira geração do cruzamento entre as raças Holandesa e Gir, e os outros 30% apresentavam variada composição genética. Para o presente estudo, foram avaliados apenas vacas mestiças da primeira geração do cruzamento entre as raças Holandesa e Gir, para evitar possíveis efeitos da composição genética dos animais. ordenha era realizada na fazenda 3 vezes por dia. As vacas em lactação eram divididas em lotes de acordo com a produção de leite e o número de dias em lactação. Os animais eram tratados com BST (somatotropina bovina recombinante) a partir dos 60 dias pós-parto, durante toda a lactação, até atingirem 190 dias de gestação, com intervalo de 14 dias entre as aplicações. O manejo reprodutivo dos animais era baseado na inseminação artificial em tempo fixo (IATF). As vacas passavam pela central de manejo, onde eram realizadas avaliações ginecológicas, diagnóstico de gestação, inseminação artificial (IA), entre outros manejos.

### **Períodos de Avaliação**

Foram coletados de vacas mestiças da primeira geração do cruzamento entre as raças Holandesa e Gir (n=122), com auxílio do software de gerenciamento agropecuário Ideagri, referentes aos dois intervalos avaliados, sendo:

- Intervalo 1 – período de uma lactação antes do início do uso do barracão do sistema “Compost Barn”, enquanto os animais ainda eram manejados no sistema de pastejo durante toda lactação, saindo de lá apenas para a realização das ordenhas diárias. Após as ordenhas, as vacas eram direcionadas a uma praça de alimentação, onde era oferecida suplementação com dieta total à base de silagem de milho e concentrado. Após o consumo da suplementação, as vacas eram liberadas para o pasto, onde permaneciam até a próxima ordenha;
- Intervalo 2 – período de uma lactação após o início da utilização do barracão do sistema “Compost Barn”, nesse sistema as vacas permaneciam confinadas no barracão o dia todo, saindo dele apenas para a realização das ordenhas. Quando as vacas saíam para a ordenha, era realizado o manejo de cama e o fornecimento da dieta total à base de silagem de milho e concentrado.

### **Análise Estatística**

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa SAS Studio (SAS Institute Inc., Cary, NC). Distribuições e testes de normalidade foram realizados utilizando o procedimento Univariado. A normalidade foi avaliada através do método de Kolmogorov Smirnov. A produção de leite corrigida para 305 dias e o período de serviço foram analisados como variáveis dependentes, por ANOVA, usando um modelo linear misto generalizado ajustado, usando o procedimento GLIMMIX do SAS com uma distribuição Gaussiana e um link de identidade de função, com período de manejo (antes de entrar no CB vs. depois de entrar no CB) como variável independente. Somente as variáveis com valor de  $p \leq 0,15$  foram retidas no modelo final. A significância foi definida como  $p \leq 0,05$  para os principais efeitos e interações.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A redução da eficiência reprodutiva de vacas em lactação se associa com o aumento da produção leiteira que eleva o consumo de matéria seca e também o metabolismo animal, afetando a termorregulação (ROTH e WOLFENSON, 2016) e a concentração circulante de hormônios reprodutivos (SARTORI *et al.*, 2004). Por esse motivo, torna-se fundamental adequar o ambiente às necessidades das vacas, para que se consiga o maior desempenho zootécnico possível, dentro da realidade das condições tropicais. Por conta disso, o uso do manejo no sistema CB pode viabilizar a produção de vacas de alta produção, em ambientes desafiadores.

Na avaliação do parâmetro reprodutivo, foi detectada uma diminuição no período de serviço ( $p=0,02$ ) dos animais, após a entrada no sistema de manejo CB. Porém, na produção de leite corrigida para 305 dias de lactação, não foi detectada diferença antes e depois dos animais entrarem no sistema CB ( $p>0,05$ ; Tab. 01).

**Tabela 01:** Produção de leite em 305 dias de lactação e período de serviço de vacas leiteiras mestiças na lactação anterior subsequente ao início do manejo no sistema “Compost Barn”.

<b>Manejo no “Compost Barn” (n)</b>	<b>Produção de leite em 305 dias de lactação (média±EP)</b>	<b>Período de serviço (média±EP)</b>
<b>Antes (122)</b>	7862,30±223,6 kg	104,92±6,22 dias
<b>Depois (122)</b>	8319,28±225,6 kg	84,46±6,28 dias
<b>Valor de P</b>	0,14	0,02

EP = Erro padrão; Kg = quilograma.

O resultado encontrado sobre o efeito do manejo em sistema CB, no período de serviço, foi também reportado por Black *et al.* (2013). Outros estudos também mostraram que outros parâmetros da eficiência reprodutiva são beneficiados pela transição de manejos para o sistema CB. O aumento da taxa de concepção, quando comparado ao sistema a pasto ou “Free Stall” (BLACK *et al.*, 2013; SILVA *et al.*, 2019), a maior taxa de serviço (SILVA *et al.*, 2019), o aumento da taxa de detecção de cio (BARBERG *et al.*, 2007b; BLACK *et al.*, 2013; LESO *et al.*, 2020), avaliados em rebanhos na transição de manejos de “Tie Stall”, “Free Stall” e sistema de pastagem para o sistema CB, geram um embasamento para o resultado positivo encontrado no presente estudo.

Ao analisar o sistema de CB, pode-se justificar os benefícios nos parâmetros reprodutivos, por esse gerar um ambiente mais confortável, com maior similaridade ao ambiente de pastagem do que outros confinamentos, permitindo que os animais expressem seu comportamento de forma natural, auxiliando na interação social e na expressão de cio, o que pode interferir positivamente na fertilidade (LESO *et al.*, 2020). A redução do período de serviço observada no presente estudo pode ter sido positivamente influenciada pela maior eficiência da observação de cio nos animais manejados no CB, que era realizada após a submissão dos animais ao manejo de IATF, com intuito de detectar o cio de retorno em animais não gestantes. A relação entre o bem-estar e os parâmetros reprodutivos em bovinos leiteiros (ROTH e WOLFENSON, 2016), e a relação entre a implementação de instalações e os manejos, como o CB, na redução do estresse dos animais (VINHAL *et al.* 2017) podem impactar na saúde dos animais, influenciando a produção e a reprodução de modo geral.

Para que se tenha menor período de serviço, deverá haver maior taxa de serviço, para que todos os animais sejam manejados em menos tempo, o que também influenciaria positivamente na taxa de concepção e no intervalo entre partos. Portanto, assim como em outros trabalhos, provavelmente os demais parâmetros reprodutivos também foram afetados pela mudança de manejo dos animais.

Diferente do que se esperava como resultado, o efeito do sistema CB sobre a produção leiteira corrigida para 305 dias de lactação não foi detectado no presente estudo. A literatura mostra que a implantação do CB melhora a produção de leite em rebanhos leiteiros (BARBERG *et al.*, 2007b; BLACK *et al.*, 2013).

Diferente dos resultados do presente trabalho, Barberg *et al.* (2007b) observaram aumento da produção de leite de 8 das 9 fazendas leiteiras avaliadas em um intervalo de 1 ano

e meio ou mais, após a transição dos sistemas “Tie Stall” e “Free Stall” para o sistema CB, com aumento de produção média de  $955\pm 315$ kg/vaca por ano. Segundo os autores, esse aumento deve-se em parte, à melhora do conforto térmico com a utilização do CB. Black *et al.* (2013) também observaram aumento da produção diária de leite do ano de transição (primeiro ano) para o ano no CB (segundo ano) de  $29,3\pm 0,3$ kg para  $30,7\pm 0,3$ kg.

Na literatura, são citadas algumas vantagens do sistema CB que podem estar relacionadas com o aumento da produção de leite: as vacas se locomovem menos, a superfície de contato do CB é mais macia e acolchoada, o que permite que as vacas tenham maior conforto ao deitar e levantar (ENDRES e BARBERG 2007), as vacas passam mais tempo deitadas (ECKELKAMP *et al.*, 2014) e diminuição do estresse térmico (VINHAL *et al.*, 2017).

Baseado em estudos que mostraram diferentes fatores que poderiam aumentar a produção de leite com a utilização do sistema CB, esperava-se encontrar, no presente estudo, aumento na produção dos animais após o início do manejo no CB, porém, das vacas avaliadas no presente estudo, 37% (n=45) diminuíram, 1,7% (n=2) mantiveram e 60% (n=73) aumentaram a produção de leite corrigida para 305 dias de lactação, não sendo possível detectar efeito do sistema de manejo no aumento da produção de leite das vacas. O percentual de animais que reduziram a sua produtividade no ano em que foi estabelecido o manejo no sistema CB corresponde a uma significativa parcela do rebanho, o que possivelmente influenciou os resultados e pode estar associado à mudança da ambiência das vacas. Outros fatores podem estar relacionados com os resultados encontrados, dentre eles pode-se considerar o fato do sistema CB ser novo na fazenda e a equipe ainda estar em fase de treinamento e adaptação ao novo sistema, sendo necessário mais tempo para detectar efeito no aumento na produção de leite das vacas. Deve-se considerar também que existe um conjunto de fatores que podem afetar a produção de leite, tais como: nutrição, genética, manejo (GUINGUINA *et al.*, 2020), reprodução e sanidade (BLACK *et al.*, 2013).

## CONCLUSÕES

Conclui-se que as vacas leiteiras mestiças F1 (Holandês x Gir), manejadas no sistema “Compost Barn”, apresentam redução no período de serviço quando comparadas às do sistema semi-intensivo de pastejo rotacionado, indicando melhora na fertilidade do rebanho leiteiro, porém, não foi possível detectar efeito positivo do manejo no sistema “Compost Barn” na produção de leite.

## REFERÊNCIAS

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, n.3, p.1575-1583, 2007b.

BEWLEY, J.M.; ROBERTSON, L.M.; ECKELKAMP, E.A. A 100- year review: Lactating dairy cattle housing management. *Journal of Dairy Science*, v.100, n.12, p.10418-10431, 2017.

BLACK, R.A.; TARABA, J.L.; DAY, G.B.; DAMASCENO, F.A.; BEWLEY, J.M. Compost bedded pack dairy barn management, performance, and producer satisfaction. *Journal of Dairy Science*, v.96, n.12, p.8060-74, 2013.

BURGSTALLER, J.; RAITH, J.; KUCHLING, S.; MANDL, V.; HUND, A.; KOFLER, J. Claw health and prevalence of lameness in cows from compost bedded and cubicle freestall dairy barns in Austria. *The Veterinary Journal*, v.216, p.81-86, 2016.

COSTA, J.H.C.C.; BURNETT, T.A.; VON KEYSERLINGK, M.A.G.; HOTZEL, M.J. Prevalence of lameness and leg lesions of lactating dairy cows housed in southern Brazil: Effects of housing systems. *Journal of Dairy Science*, v.101, n.3, p.2395-2405, 2018.

FONSECA, M.D.M. dinâmica da mastite e saúde do úbere de vacas leiteiras em sistema compost barn sob condições tropicais. 2017. 63p. (Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias), Universidade Federal de Lavras/MG, 2017.

DE RENSIS, F.; SCARAMUZZI, R.J. Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow a review. *Theriogenology*, v.60, n.6, p.1139–1151, 2003.

ECKELKAMP, E.A.; GRAVATTE, C.N.; COOMBS, C.O.; BEWLEY, J.M. Case study: Characterization of lying behavior in dairy cows transitioning from a freestall barn with pasture access to compost bedded pack barn without pasture access. *Applied Animal Science*, v.30, n.1, p.109-113, 2014.

ECKELKAMP, E.A.; TARABA, J.L.; AKERS, K.A.; HARMON, R.J.; BEWLEY, J.M. Understanding compost bedded pack barns: Interactions among environmental factors, bedding characteristics, and udder health. *Livestock Production*, v.190, p.35-42, 2016a.

ENDRES, M.I.; BARBERG, A.E. Behavior of dairy cows in an alternative bedded-pack housing system. *Journal of Dairy Science*, v.90, n.9, p.4192-4200, 2007.

FERRAZ, P.A; BURNLEY, C.; KARANJA, J.; VIELIRA-NETO, A.; SANTOS, J.E.P.; CHEBEL, R.C.; GALVÃO, K.N. Factors affecting the success of a large embryo transfer program in Holstein cattle in a commercial herd in the southeast region of the United States. *Theriogenology*, v.86, n.7, p.1834-1841, 2016.

GALÁN, E.; LLONCH, P.; VILLAGRA, A.; LEVIT, H.; PINTO, S.; DEL PRADO, A. A systematic review of non-productivity-related animal-based indicators of heat stress resilience in dairy cattle. *PLoS ONE*, v.13, n.11, p.1-19, 2018.

GARCIA-ISPIETO, I.; LÓPEZ-GATIUS, F.; SANTOLARIA, P.; YÁNIZ, J.L.; NOGAREDA, C.; LÓPEZ-BÉJAR, M.; DE RENSIS, F. Relationship between heat stress during the periimplantation. *Theriogenology*, v.65, n.4, p.799-807, 2006.

GUINGUINA, A.; YAN T.; BAYAT A.R.; LUND, P.; HUHTANEN P. The effects of energy metabolism variables on feed efficiency in respiration chamber studies with lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.103, n.9, p.7983-7997, 2020.

LESO, L.; BARBARI, M.; LOPES, M.A.; DAMASCENO, F.A.; GALAMA, P.; TARABA, J, L.; KUIPERS, A. Invited review: compost-bedded pack barns for dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.103, n.2, p.1072-1099, 2020.

LOBECK, K.M.; ENDRES, M.I.; SHANE, E.M.; GODDEN, S.M.; FETROW, J. Animal welfare in cross-ventilated, compost-bedded pack, and naturally ventilated dairy barns in the upper Midwest. *Journal of Dairy Science*, v.94, n.11, p.5469-5479, 2011.

MOTA, V.C.; CAMPOS A.T.; DAMASCENO, F.A.; RESENDE, E.A.M.; REZENDE C.P.A.; ABREU, L.R.; VAREIRO, T. Confinamento para bovinos leiteiros: Histórico e características. *Pubvet*. v.11, n.5, p.433-442. 2017.

PETZEN, J.; WOLFANGER, C.; BONHOTAL, J.; SCHWARZ, M.; TIMOTHY, T.; YOUNGERS, N. Eagleview compost dairy barn - case study. Farm viability institute. 2009. Acesso em 04 abril de 2019. Disponível em: <<https://ecommons.cornell.edu/bitstream/handle/1813/44658/Eagleview.pdf?sequence=2&isAllowed=y>>.

POLSKY, L.; VON KEYSERLINGK, M.A.G. Invited review: Effects of heat stress on dairy cattle welfare, *Journal of Dairy Science*, v.100, n.11, p.8645-8657, 2017.

RHOADS, M.L.; RHOADS, R.P.; VAN BAALE, M.J.; COLLIER, R.J.; SANDERS S.R.; WEBER, W.J.; CROOKER, B.A.; BAUMGARD, L.H. Effects of heat stress and plane of nutrition on lactating Holstein cows: I. Production, metabolism, and aspects of circulating somatotropin. *Journal of Dairy Science*, v.92, p.1986-1997, 2009.

ROTH, Z.; WOLFENSON, D. Comparing the effects of heat stress and mastitis on ovarian function in lactating cows: basic and applied aspects. *Domestic Animal Endocrinology*, v.56, p.218-227, 2016.

ROTH, Z.; ARAV, A.; BOR, A.; ZERON, Y.; BRAW-TAL, R.; WOLFENSON, D. Improvement of quality of oocytes collected in the autumn by enhanced removal of impaired follicles from previously heat-stressed cows. *Reproduction*, v.122, P.737-744, 2001.

SARTORI, R., J.; HAUGHIAN, M.; SHAVER, R.D.; ROSA, G.J.M.; WILTBANK. M.C. Comparison of ovarian function and circulating steroids in estrous cycles of Holstein heifers and lactating cows. *Journal of Dairy Science*, v.87, n.4, p.905-920, 2004.

SILVA, C.F.S. Influência do sistema compost barn sobre a produtividade, qualidade do leite e índices reprodutivos. 2018. 60p. (Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharelado em Zootecnia). Universidade Federal de São João del Rei, Campus Tancredo de Almeida Neves, 2018.

SILVA, G.R.O.; LOPES, M.A.; LIMA, A.L.R.; COSTA, G.M.; DAMASCENO, F.A.; BARROS, V.P.; BARBARI, M. Profitability analysis of compost barn and free stall milk-production systems: a comparison. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, v.40, n.3, p. 1165-1184, 2019.

SPIERS, D.E.; SPAIN, J.N.; SAMPSON, J.D.; RHOADS, R.P. Use of physiological parameters to predict milk yield and feed intake in heat-stressed dairy cows. *Journal of Thermal Biology*, v.29, p.759-764, 2004.



USDA. Cow's milk production and consumption: summary for selected countries. 2019. Acesso em 28 de setembro de 2020. Disponível em: < <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/home/statsByCountry> >.

VASCONCELOS, J.L.M.; DEMÉTRIO, D.G.B. Manejo reprodutivo de vacas sob estresse calórico, Revista Brasileira de Zootecnia, v.40, p.396-401, 2011.

VILELA, D.; RESENDE, J.C.; LEITE, J.B.; ALVES, E. A evolução do leite no Brasil em cinco décadas. Revista de Política Agrícola, v.26, n.1, p.8-12, 2017.

VINHAL, I.C.; COURA, L.M.; JÚNIOR, R.S.S.; RIBEIRO, T.I.M.; COSTA, R.A.D.; NOGUEIRA, F.A.S. Influência da temperatura e umidade ambiente no índice de conforto de animais da raça girolando e holandesa mantidos em galpão de compost barn. Sinapse Múltipla, v.6, n.2, p.190-194, 2017.

WEST, J.W. Effects of Heat-Stress on Production in Dairy Cattle. Journal of Dairy Science, v.86, p.2131–2144, 2003.