

Bienestar de las vacas lecheras en los sistemas de compost barn

Welfare of dairy cows in compost barn systems

Bem-estar de vacas leiteiras em sistemas de compostagem

Martínez GM^{1*}, Suarez VH¹

1 Estación Experimental Agropecuaria Salta, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, RN 68, 4403, Cerrillos, Salta, República Argentina.

Correo electrónico: martinez.gabriela@inta.gov.ar

DOI: <http://dx.doi.org/10.19137/cienvet20222402>

Fecha de recepción del artículo: 30/03/2022

Fecha de aceptación para su publicación: 21/05/2022

RESUMEN

Los sistemas de producción de leche estabulados pueden presentar varios puntos críticos con respecto al bienestar animal, lo que no implica que no los puedan resolver y gestionar el bienestar en forma adecuada. El alojamiento del ganado lechero en camas de compost, con un correcto diseño y manejo, ha demostrado mejorar la salud y la longevidad de las vacas y, en consecuencia, el desempeño productivo de los animales. A partir de los resultados realizados a nivel mundial, los sistemas compost barn se presentan como una alternativa de estabulación amigable con el bienestar de los animales en comparación con otros sistemas en confinamiento. Sin embargo, todavía el número de investigaciones sobre el bienestar del ganado lechero en estos sistemas en Argentina y también en el mundo es escaso, por lo que sería aconsejable sumar estudios regionales para poder tener precisión en cuanto al impacto real y potencial sobre las vacas lecheras.



Palabras clave: Lechería, Estabulación, Compost barn, Manejo, Bienestar animal

ABSTRACT

Confined milk production systems can present several critical points with respect to animal welfare, which does not imply that they cannot be resolved. Housing dairy cattle in compost barns, with proper design and management, has been shown to improve cow health and longevity and, consequently, their productive performance. Based on the results carried out worldwide, the compost barn systems represent a friendly housing alternative with the well-being of the animals compared to other confinement systems. However, the number of investigations on the welfare of dairy cattle in these systems in Argentina and in the world is still scarce, so it would be advisable to add regional studies to be able to precede in terms of the real and potential impact on dairy cows.

Key words: Dairy, Housing, Compost barn, Management, Animal welfare

RESUMO

Os sistemas de produção de leite estabelecidos podem apresentar vários pontos críticos com relação ao bem-estar animal, o que não implica que não possam ser resolvidos e gerenciados adequadamente. Alojamento do gado leiteiro em camas de compostagem, com projeto e manejo adequados, tem demonstrado melhorar a saúde e longevidade das vacas e, conseqüentemente, o desempenho produtivo dos animais. Com base nos resultados realizados em todo o mundo, os sistemas de compost barn apresentam-se como uma alternativa de alojamento amigável com o bem-estar dos animais em comparação com outros sistemas em confinamento. No entanto, o número de investigações sobre o bem-estar do gado leiteiro nesses sistemas na Argentina e também no mundo ainda é escasso, por isso seria aconselhável adicionar estudos regionais para ter precisão quanto ao impacto real e potencial nas vacas leiteiras.

Palavras-chave: Laticínios, Alojamento, Compost barn, Manejo, Bem-estar animal

Introducción

El sistema de confinamiento compost barn (CB) o de cama caliente se basa en galpones en los que se encuentra dividida el área de alimentación de la de descanso; las vacas permanecen en libre circulación dentro de esta superficie cubierta y tienen acceso a una zona de cama compuesta por materia orgánica, normalmente aserrín, que se remueve diariamente para incorporar las heces de los animales y propiciar su oxigenación⁽¹⁾. El objetivo que se persigue con este tipo de sistemas es el de brindar mayor comodidad, bienestar y longevidad en la vida productiva de los animales, lo que se traduce en una mayor rentabilidad de la explotación lechera⁽²⁾

Si bien el desarrollo de este sistema se dio en Estados Unidos entre la década del 80 y 90,⁽²⁾ no fue hasta 2009 que llegó a la Argentina.⁽³⁾ En la actualidad hay registros de la existencia de CB en las provincias de Córdoba, Buenos Aires, Santa Fe, Entre Ríos y Salta.⁽³⁾ La implementación de este tipo de sistema surge como respuesta a la necesidad de intensificar la producción lechera, buscando incrementar los litros de leche producidos por vaca, estabilizar el consumo de materia seca y aumentar el grado de bienestar de los animales⁽⁴⁾.

El éxito del CB depende básicamente del manejo de la cama para mantener un proceso de compostaje constante, siendo primordial el equilibrio entre varios factores físicos y químicos del entorno. Según Black et al.⁽⁵⁾ el mantenimiento del proceso de compostaje depende de la relación Carbono: Nitrógeno (C: N), de la temperatura, humedad, aireación y pH del material de la cama. Aspectos claves para brindar un lecho seco a los animales y con baja población microbiana patógena. Los mismos autores también señalan que estos factores pueden verse directamente afectados fundamentalmente por las características de las instalaciones, por el manejo de la cama y por la carga animal dispuesta en cada establecimiento.

Los beneficios percibidos de un sistema CB incluyen bajos costos de inversión, disminución del recuento de células somáticas, menor incidencia de trastornos podales, mayor limpieza de las vacas, mayor comodidad para el descanso, mayor producción, facilidad para llevar adelante las tareas diarias y mejor manejo del estiércol^(5,6).

Aunque los alojamientos de CB tienen un enorme potencial para mejorar el rendimiento y el bienestar de las vacas, todavía existen muchos interrogantes sobre su manejo y viabilidad. Las condiciones climáticas y el planteo en cuanto al mantenimiento de las camas varían entre establecimientos; por lo que, las cosas que funcionan en un lugar pueden no funcionar en otro⁽⁷⁾. Es así que el objetivo de la presente revisión es el de sistematizar la información disponible en cuanto al

grado de bienestar animal que es posible alcanzar en los sistemas CB y las condiciones de manejo que lo hacen posible.

Sistema compost barn

DISEÑO

Los sistemas de confinamiento pueden comprometer el bienestar y la comodidad de las vacas lecheras debido a un mal diseño del galpón, a un mal cálculo en cuanto a la superficie a asignar por animal y/o a una mala elección en el tipo de material de cama a utilizar. Los CB son un sistema alternativo de alojamiento donde, a pesar de que los animales se encuentran en confinamiento, les permite más libertad de movimiento y mayor comodidad para acostarse ⁽⁸⁾ También, este sistema proporciona mayor longevidad y bienestar siempre que se controle que el ambiente resulte cómodo, seco y seguro para las vacas ⁽⁴⁾.

En cuanto al diseño de los CB es prioritario considerar la superficie a asignar tanto de cama como en el sector de alimentación, también es importante tener en cuenta la ubicación de los bebederos dentro del galpón para evitar el exceso de humedad en determinados sectores del mismo a causa de una mala disposición. A su vez, la orientación respecto de los vientos predominantes y la trayectoria solar resultan claves para asegurar una correcta ventilación como así también el diseño las cumbres y la altura de los techos ⁽⁹⁾.

En la mayoría de los casos en los CB se dispone de un pasillo de alimentación de concreto separado del área de descanso que permite que las deyecciones producidas por las vacas durante la alimentación, que se calcula que es de un 25 a 30% del total evacuado diariamente ⁽¹⁾, se mantengan independientes del sector de camas. El estiércol producido en el callejón de alimentación debe almacenarse en instalaciones destinadas para tal fin para su posterior tratamiento y aprovechamiento (10). Las áreas de descanso grandes y abiertas (7 a 30 m² por vaca) generalmente están separados de los comederos por un muro de contención de 1,2 m de altura (1,11). Por su parte, Gianni et al. ⁽¹⁾ han reportado que el área de descanso si bien puede estar separada del pasillo de alimentación por paredes, también puede diseñarse sin este tipo de división y a una profundidad entre 30 y 50 cm más abajo.

Mientras que en Israel el área de descanso asignada por animal es de entre 13 y 20 m², en Estados Unidos ronda los 7,5 a 9,2 m² (12). Janni et al. ⁽¹⁾ sugieren que, si el espacio por vaca disminuyera por debajo de 9,3 m³, la compactación y la humedad podrían aumentar, inhibiendo la eficacia del compostaje de la cama. Para la asignación de la superficie por animal debe considerarse el peso promedio adulto y

la raza de los animales, guardando una relación directa entre mayor peso, mayor frame, mayor área a asignar. Cabe señalar que, el mayor espacio por vaca en CB no solo permite incrementar el confort animal, sino que también contribuye a una menor cantidad de interacciones agonísticas en comparación con los sistemas free-stall ⁽¹³⁾.

Para permitir un fácil acceso al callejón de alimentación y al agua, se deben proporcionar pasarelas desde el lugar de camas cada 35 a 40 m. El espacio de comedero por vaca debe ser de 46 a 76 cm y se deben disponer al menos 2 bebederos en el pasillo de alimentación. Este pasillo en el área de comederos debe ser lo suficientemente ancho para permitir el paso de 2 vacas en direcciones opuestas mientras otra está comiendo en la valla de alimentación (1,14). Janni et al. ⁽¹⁾ recomendaron un ancho de 3,6 m para este callejón mientras que Leso et al. ⁽¹⁵⁾ sugieren un ancho de 4–5 m.

Para mantener una ventilación natural adecuada y compensar la altura del muro de contención se requieren paredes laterales altas (4 a 5 m) en el galpón (1,14). Otros requisitos para mantener una ventilación natural adecuada incluyen una inclinación del techo de al menos 4:12, una abertura de cumbrera de al menos 7,6 cm por cada 3,0 m de ancho de techo con un ancho mínimo de abertura de 30,5 cm y una orientación este-oeste ⁽¹⁴⁾. Para evitar el exceso de humedad en la cama, los voladizos del techo no deben tener menos de 1 m y, preferiblemente, una longitud de un tercio de la altura de la abertura de la pared lateral (1,14). El terreno de los alrededores del galpón debe tener una pendiente hacia afuera para minimizar la entrada del agua de lluvia, ya que de no controlarse este factor puede verse incrementado sustancialmente el nivel de humedad de la cama y, por consiguiente, afectarse su proceso de compostaje.

El clima también puede afectar el diseño de CB ya que la tasa de secado de la cama está estrictamente asociada con las condiciones del aire ⁽¹⁶⁾. Generalmente, el espacio requerido disminuye con el aumento de la velocidad de secado. En climas cálidos, secos y ventosos, es probable que ocurra un secado rápido de la cama, lo que podría reducir el área necesaria por animal para mantener el lecho seco. En condiciones frías y húmedas, la tasa de secado es más bien limitada, y es posible que se necesite un área más grande por vaca para reducir la humedad de la cama ⁽¹⁷⁾. En climas templados, las necesidades de ventilación del CB pueden variar entre los períodos de verano e invierno. La ventilación mecánica también se puede utilizar para promover el secado de la cama, así como para controlar el estrés por calor de las vacas durante los períodos calurosos. Los ventiladores de techo de baja velocidad y alto volumen son una solución comúnmente utilizada en CB. ⁽¹⁸⁾ Eckelkamp ⁽¹⁹⁾ sugiere que una velocidad del ventilador de 9,6 km/h puede aumentar la duración en el tiempo del material de cama.

Otro factor importante para considerar al diseñar CB es la orientación del galpón, lo que tiene incidencia sobre la ventilación y la exposición a la luz solar. Para maximizar la ventilación natural, los establos deben orientarse de modo que los vientos predominantes del verano sean perpendiculares a la cumbrera del galpón.⁽¹⁴⁾ Debido a que la dirección del viento es altamente específica de la región donde se encuentre emplazada la explotación, generalmente se prefiere una orientación este-oeste porque minimiza la exposición del interior del establo a la luz solar. La penetración de la luz solar directa aumenta la carga térmica de las vacas y, por lo tanto, debe evitarse, especialmente durante el verano. Sin embargo, en el caso de CB en zonas templadas a fría la exposición a la luz solar de la superficie de la cama es beneficiosa ya que puede mejorar la evaporación y reducir la utilización de material cama, especialmente durante los meses de invierno.⁽²⁰⁾

CAMA

El material de cama utilizado juega un papel clave en el bienestar animal, ya que influye en el tiempo que los animales permanecen acostados y, en consecuencia, en el proceso de rumia y la producción de leche⁽²¹⁾. Las vacas lecheras pueden destinar entre 8-16 h/d para el descanso, lo que hace relevante la calidad de la superficie a la que puedan acceder.^(21,22) Por lo tanto, es importante proporcionar una superficie limpia, seca y cómoda para que las vacas descansen⁽²³⁾ Además, una cama mal manejada puede afectar la limpieza^(15,24) y el comportamiento de los animales⁽⁴⁾, como así también su salud.^(6,25,26)

En los sistemas de compost, las virutas de madera y el aserrín son los materiales más empleados; sin embargo, también se utilizan paja y astillas de madera.⁽⁸⁾ En Argentina Monge et al.⁽³⁾ señalan que el sustrato más utilizado, por disponibilidad y precio, en las cuencas centrales es la cáscara de maní. Shane et al.⁽²⁷⁾ realizaron un estudio durante los meses fríos en los Estados Unidos para probar cuatro tipos diferentes de materiales de cama, incluidos aserrín y virutas de pino, mazorcas de maíz, paja de soja y las combinaciones de estos materiales. La temperatura general del interior de la cama para todos los materiales fue de 25,4 °C, la cual fue mayor en relación con la temperatura del aire. Esta elevación de la temperatura de la cama en relación con la temperatura ambiente resultó consecuencia de la acción de los microorganismos que descomponen la materia orgánica, por lo que los autores concluyen que todos los materiales evaluados, siempre que sean bien gestionados, tienen potencial para su uso en el sistema. Independientemente del material a utilizar, el tamaño de partículas debe ser fino, menor a 2,5 cm⁽²⁷⁾ y con buena capacidad de retención

y absorción de agua para que la cama resulte suelta y esponjosa, y se mejore así el manejo, la aireación y la actividad biológica.

La profundidad de la cama puede variar ampliamente de 20 cm a más de 1 m dependiendo del manejo que se prevea y la cantidad de cama utilizada. El nivel del piso debajo del área de cama debe estar diseñado para mantener la superficie de la zona de descanso al mismo nivel que el piso del pasillo de alimentación. Los pisos colocados demasiado bajos pueden resultar en un paso profundo entre el callejón y el área de camas, lo que limita la facilidad de movimiento de las vacas. Por el contrario, los pisos que son demasiado altos pueden provocar fugas excesivas del material de cama al pasillo de alimentación. La experiencia con CB en los Países Bajos ha sugerido que se necesita una profundidad de cama mínima de 50 cm para mantener suficiente calor como para no limitar el proceso de compostaje. ⁽²⁰⁾

Los estudios sobre el proceso de compostaje han indicado que se produce una degradación más rápida de la materia orgánica cuando la relación C:N está en el rango de 25:1 a 30:1 y el pH se mantiene por debajo de 8. ⁽²⁸⁾ Debido a que los procesos aeróbicos producen más energía que los procesos anaeróbicos, una alta disponibilidad de oxígeno es crucial para un compostaje óptimo. ⁽²⁸⁾ Además, las heces de las vacas lecheras tienen una relación C:N baja, que oscila entre 15:1 y 19:1 (1,29), mientras que los materiales más utilizados como cama presentan una relación C:N muy alta. Janni ⁽¹⁾ informó relaciones C:N de 600:1, 442:1 y 127:1 para madera astillas, aserrín y paja de trigo, respectivamente.

MANEJO

Como se mencionó anteriormente, el éxito del CB depende exclusivamente del correcto mantenimiento de la cama. Para esto, la cama debe roturarse al menos dos veces al día mediante un escarificador/cultivador o roto cultivador para la aireación a una profundidad que varía entre los 15 y los 30 cm (30). Aunque, es oportuno mencionar que existen experiencias de manejo de un solo movimiento al día en Israel ⁽¹¹⁾ y en los Países Bajos ⁽²⁰⁾ con buenos resultados. La gestión de la cama es fundamental para evitar la acumulación de humedad, compactación e incorporar oxígeno a la cama, propiciando el aumento de la descomposición aeróbica del estiércol y el mantenimiento seco de la superficie en la que los animales se acuestan. ⁽¹⁾

El aumento de la frecuencia y la profundidad del movimiento conduce a una mayor temperatura de la cama. Black et al. ⁽⁵⁾ encontraron una diferencia de aproximadamente 10 °C entre las camas roturadas una vez frente a dos veces al día, a su vez, hallaron que la profundidad

de cultivo se asocia positivamente con la temperatura de la cama. Por lo que, durante el invierno, la aireación frecuente puede resultar en una pérdida excesiva de calor del lecho, alterando así el proceso de compostaje.

El concepto general del compostaje consiste en mezclar una fuente de carbono (material de cama) con una de nitrógeno alto (orina y heces) y, mediante una buena aireación, obtener la descomposición de la materia orgánica. Durante el compostaje se genera calor, lo que permite que una capa más seca del material de cama en la superficie. Esto reduce la suciedad del animal, lo que disminuye la exposición a patógenos que predisponen a la inflamación de la glándula mamaria, para lo cual la cama debe tener menos de 1 millón de ufc/ml. Si el proceso de compostaje funciona bien, la superficie de la cama debe verse seca y mullida.⁽³¹⁾

La temperatura del interior de la cama recomendada para un compostaje adecuado debe estar entre 54 °C y 65 °C⁽¹⁾ y presentar un contenido de humedad entre 40% y 65%, para la mayoría de los materiales.^(9,27) Estas temperaturas son necesarias para inactivar patógenos y virus, a su vez mantener este rango por 3 a 4 días favorece destrucción de semillas de malezas y larvas de moscas. Los patógenos normalmente se destruyen a 55 °C o más, mientras que el punto crítico para la eliminación de semillas malezas es de 62 °C.⁽²⁸⁾ Los materiales compostados correctamente tienen un mínimo olor y proporcionan un sustrato de reproducción pobre para moscas y otros insectos.⁽¹⁴⁾

En cuanto a la adición de material de cama, el parámetro más simple para ejecutar esta tarea es si se detecta una humedad suficiente para que se la cama se pegue tanto en flancos, ubres y/o garrones de las vacas después de que se levantan de estar echadas.⁽⁵⁾ En Estados Unidos por lo general se sugiere agregar entre 10 a 20 cm de material de cama fresca cada una a cinco semanas^(8,30). Bewley et al.⁽¹⁴⁾ recomienda evaluar la humedad, previo a agregar material nuevo, y si está entre 40 a 60 % sugieren no hacerlo. Shane et al.⁽²⁷⁾ recomendaron mantener el contenido de humedad en los 15 cm superiores de la cama por debajo del 65 %. Más recientemente, Eckelkamp et al.⁽¹⁶⁾ sugirieron una humedad del 55 % como punto de referencia para añadir sustrato nuevo. Cabe destacar que la incorporación de nuevo material, tanto frecuencia como cantidad, depende de la densidad de alojamiento, las condiciones climáticas y la tasa de ventilación. Janni et al.⁽¹⁾ señalan que los galpones pueden almacenar estiércol durante 6 a 12 meses antes de que se requiera la limpieza, momento en el que la porción sólida es usada comúnmente para la aplicación directa al suelo en el otoño. Por su parte, Galama⁽²⁰⁾ sugirió que el establo debe ser limpiado y la cama remplazada cuando la relación C: N disminuye a

una proporción de 15:1 ya que, por debajo de este nivel, el compostaje puede resultar inhibido.

BIENESTAR ANIMAL

Según las normas internacionales de la Organización mundial de Sanidad Animal, el bienestar animal designa “el estado físico y mental de un animal en relación con las condiciones en las que vive y muere”⁽³²⁾ Estado que incluye la comodidad física, las posibilidades de realizar un comportamiento natural, y la ausencia de hambre, dolor/enfermedad y frustraciones/sufrimientos.⁽³³⁾

Los sistemas de producción de leche pueden presentar varios puntos críticos con respecto al bienestar animal, lo que no implica que no los puedan resolver y gestionar el bienestar en forma adecuada.⁽³⁴⁾ El bienestar puede verse afectado negativamente por varios factores, desde interacciones sociales con otros animales, interacciones con humanos, sistemas de manejo, clima, condiciones ambientales y enfermedades.^(34,35)

En los sistemas más intensivos, los problemas relacionados con las instalaciones y la higiene son comunes, y están estrechamente relacionados con el nivel de bienestar animal. Las vacas de alta producción son más propensas a problemas metabólicos, enfermedades podales, fallas reproductivas y mastitis.⁽³⁶⁾ Estos problemas relacionados con la salud pueden reducir la vida productiva de los animales, especialmente en condiciones ambientales que no ofrezcan comodidad. Además, el deterioro de la salud es una consecuencia de estrés crónico y puede ocurrir un círculo vicioso: un nivel bajo de bienestar, inmunodepresión, enfermedad y bajo nivel de bienestar nuevamente. Por lo tanto, cualquier tipo de patología implica algún grado de bienestar deficiente.^(24,37)

Oltenacu y Algers,⁽³⁸⁾ han reportado que las vacas lecheras que han sido seleccionados por su alta producción resultan ser particularmente susceptibles al estrés y corren riesgo de sufrir trastornos metabólicos, fisiológicos e inmunológicos. Sin embargo, Trevisi et al.⁽³⁹⁾ concluyeron que si se lleva adelante un programa de gestión y manejo adecuado de los animales de elevado mérito genético es posible combinar altas producciones con buenas condiciones de bienestar animal.

Los sistemas en confinamiento pueden comprometer el bienestar y la comodidad de las vacas lecheras debido al espacio limitado, la superficie dura, a menudo cubierta con orina y heces. Estos factores predisponen a cojeras e infecciones mamarias. Varios autores han reportado que los sistemas de alojamiento con camas más profundas en las áreas de descanso ofrecen más comodidad para los animales,

reduciendo principalmente la incidencia de lesiones podales y de mastitis ^(6,11,16,26) en comparación con los sistemas free-stall. A su vez, Abeni y Bertoni ⁽⁴⁰⁾ han manifestado que es posible que las vacas lecheras criadas en sistemas intensivos accedan a un estado de bienestar adecuado para su especie si es que estos están bien gestionados.

CONFORT

Muchos aspectos del manejo diario de una vaca contribuyen a su comodidad (Figura 1). Esto incluye su posibilidad para caminar y hacer ejercicio libremente sin riesgo de lesiones, tener acceso a suficientes alimentos y agua para saciar su hambre y sed, buscar refugio del clima y las condiciones climáticas extremas y, quizás lo más importante, el poder de lograr un descanso adecuado. ⁽²⁶⁾ Cook ⁽²⁶⁾ considera que dentro del término descanso se debe considerar todos los aspectos de la conducta, incluido el tiempo que el animal permanece echado, el número de veces que el animal se echa por día y la duración de cada uno de estos eventos.

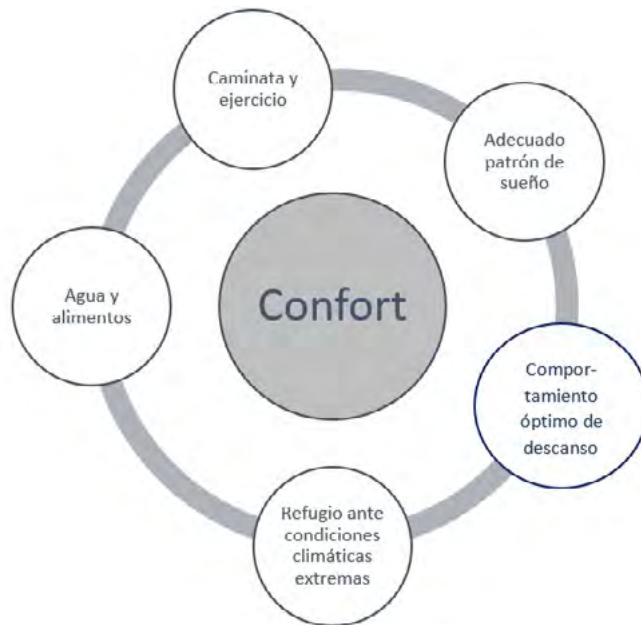


Figura 1. Componentes del confort en vacas lecheras. Adaptado de Cook ⁽²⁶⁾

El descanso se ha descrito como el comportamiento de mayor prioridad en comparación con las prioridades como comer, contacto social y otros comportamientos como el reproductivo ⁽²²⁾ La reducción del tiempo de reposo debido a la incomodidad del suelo desencadena

respuestas de estrés fisiológico y de comportamiento que pueden afectar el bienestar de los animales trayendo consecuencias negativas sobre la salud y el rendimiento lácteo. ^(24,26) Haley et al. ⁽²⁴⁾ enfatizaron sobre el impacto potencial de las instalaciones de alojamiento en la conducta de descanso. Tanto la disposición como el tipo y la calidad del material de cama son cruciales para mantener el confort adecuado de las vacas. Galpones incómodos en los que las vacas pasan menos tiempo echadas traerá aparejado que los animales pasen más tiempo de pie en pasillos de hormigón, lo que aumentará el riesgo de enfermedades y lesiones podales ^(25,41). Es así, que la evaluación del confort de las vacas en los establecimientos lecheros es esencial para delinear estrategias destinadas a asegurar un adecuado estándar de bienestar de los animales. ⁽⁴²⁾

AFECCIONES PODALES

La incidencia de cojera en los rodeos lecheros a nivel mundial es de aproximadamente 25%, con una tendencia hacia una menor prevalencia en los sistemas a base de pastoreo o de encierro parcial (8,3 - 16,5%) y una mayor en los sistemas free-stall (31,0 - 54,8%). ⁽²⁵⁾ Es así como, las afecciones podales son ampliamente reconocidas como la patología de mayor incidencia sobre el bienestar de vacas de tambo. Además, los trastornos podales son una de las principales razones que se tiene para descartar y sacrificar al ganado lechero. ^(43,44)

Es importante destacar que las vacas con cojeras prolongadas por lo general comprometen su performance tanto productiva como reproductiva como así también alteran su comportamiento. ⁽⁴⁵⁾ Es así como, al permanecer una mayor parte del tiempo echadas en comparación con vacas sin afecciones podales, pierden peso como resultado de un menor consumo de alimentos, a la vez que disminuyen la producción de leche entre un 20 y un 50% (46,47). Barberg et al. ⁽²⁾ reportaron tasas de detección de celo y preñez superiores de 25,9 y 34,5% respectivamente, en animales alojados en CB en relación con el sistema free-stall. Estos valores más altos de detección de celo están vinculados a tasas más bajas de problemas de locomoción en las vacas, de manera tal los animales pueden expresar el comportamiento reproductivo y los operarios detectar celo. En la cuenca lechera del Valle de Lerma (Salta) se comparó la productividad entre vacas con afecciones podales y vacas sanas, presentando aquellas que padecían la afección un incremento del 180% de descartes y muertes, del 60,6% en el número de servicios y del 41% en las vacas que presentaron un intervalo parto-parto superior a los 400 días. ⁽⁴⁸⁾

Cook et al. ⁽²⁵⁾ han planteado el interrogante de si la cojera, las lesiones y el bienestar físico deficiente son o no una consecuencia inevitable de una mayor producción de leche y la expansión del tamaño del rodeo en los sistemas en confinamiento, o si son una consecuencia de las decisiones que se toman en la construcción y gestión en estas explotaciones. Costa et al. ⁽⁴⁹⁾ en un relevamiento llevado adelante en el sur de Brasil reportaron que, si bien las explotaciones con sistemas de CB tenían una tasa de cojeras y lesiones podales reducidas en relación con las de sistemas free-stall, los valores obtenidos resultaron altos, lo que resalta la necesidad de cambios correctivos en el diseño y las prácticas de gestión de los sistemas.

El alojamiento del ganado lechero en camas de compost, con un correcto diseño y manejo, ha demostrado mejorar la salud y la longevidad de la vaca y, en consecuencia, el desempeño productivo del animal. ^(5,6,50,51) En lo que respecta a los trastornos podales, se han reportado beneficios tales como menor prevalencia de claudicación y lesiones de garrón y rodilla en comparación con sistemas free-stall ^(2,52) y aumentos en la salud de las pezuñas, ^(5,11) la principal explicación de estos resultados se encuentra relacionada con el tipo de material de la cama y la fricción impartida en las pezuñas, como así también con la comodidad de los animales para echarse y levantarse. Sin embargo, en el relevamiento realizado por Costa et al. ⁽⁴⁹⁾ se señala que la variación en la prevalencia de problemas podales entre sistemas CB fue alta, con algunos tambos manteniendo tasas muy bajas de cojera y lesiones de garrón y rodilla. Esto pone de manifiesto que las prácticas de gestión de algunos los productores resultan más eficiente para mitigar los trastornos podales.

SALUD DE LA UBRE

Las inflamaciones que causan las mastitis son dolorosas y por lo tanto están estrechamente asociadas al bienestar de las vacas. Algunos autores han reportado una asociación entre la mastitis y heridas clínicas e hinchazones a nivel del tarso ⁽⁵³⁾ o con ciertas condiciones de manejo. ⁽⁵⁴⁾ Bartlett et al. ⁽⁵⁵⁾ encontraron que el índice de saneamiento ambiental basado en la cantidad de estiércol de la vaca y en su entorno fue un predictor de la aparición de mastitis coliforme. Ward et al. ⁽⁵⁶⁾ observaron, en un estudio realizado en cuatro tambos, que la menor incidencia de la mastitis se produjo en donde las vacas estaban más limpias y las camas eran manejadas en forma más satisfactoria.

Barberg et al. ⁽²⁾ reportaron que la tasa general de infección por mastitis fue del 35,4 % cuando los animales fueron alojados en un sistema con cama de paja y del 27,7 % después de trasladadas las vacas

a un establo de compost. Estos autores sugieren que la práctica de airear la cama para ayudar a secar la superficie y se incorpore el estiércol podría contribuir a lograr una mejor salud de la ubre en un sistema CB que en uno con cama convencional.

Borchers ⁽⁵⁷⁾ realizó un estudio evaluando los efectos del sistema de alojamiento sobre el contenido de recuento de células somáticas (RCS) en la leche sobre la base de valores de cortisol en pelo de vaca. Los valores de cortisol fueron significativamente superiores en las vacas alojadas en free-stall en comparación con las alojadas en CB. A su vez, este autor señaló que el estrés ambiental vinculado al tipo de alojamiento en vacas en lactancia afecta la producción de leche y el RCS significativamente, ya que detectó una mayor producción y un menor RCS en CB en comparación con un sistema free-stall.

En muchos casos, los patógenos que causan la mastitis están presentes en las camas sobre la que descansan las vacas. ^(19,58) Los cambios en la temperatura ambiente, la humedad de la cama y la relación C: N pueden inhibir rápidamente el proceso de compostaje, lo que afecta la limpieza de las vacas y aumenta los RCS, ^(19,58) es por eso que Black et al. ⁽⁵⁸⁾ sugirieron manejar una superficie de descanso seca para promover vacas más limpias y disminuir el RCS. Por su parte, Fávero et al. ⁽⁵⁹⁾ estudiaron factores asociados con índices epidemiológicos de mastitis en 3 CB y encontraron que el riesgo de mastitis se ve afectado por las condiciones de la cama y el nivel de higiene de las vacas. En la cuenca lechera del Valle de Lerma (Salta) se observó una asociación positiva entre los grados 1, 2 y 3 del California mastitis test y la higiene de las vacas; además, al comparar aquellas vacas con ese grado de mastitis subclínicas con las sanas la probabilidad de sufrir descarte o muerte, de necesitar más de 2 servicios para concebir y de tener un intervalo parto parto superior a los 400 días fue 5,4, 7,0 y 2.9 superior, respectivamente. ⁽⁶⁰⁾

Si bien las temperaturas más altas (55 a 65°C) promueven la destrucción de patógenos, ⁽²⁸⁾ lo que puede ser ventajoso para la destrucción de bacterias que causan mastitis, las temperaturas observadas en relevamiento en sistemas reales CB por Barberg et al., ⁽²⁾ Black et al. ⁽⁵⁾ y Klaas et al. ⁽¹¹⁾ no alcanzó el nivel necesario para la sanitización de la cama, lo que trajo aparejado en todos los casos un mayor RCS y una mayor prevalencia de mastitis.

Klaas et al., ⁽¹¹⁾ Shane et al. ⁽²⁷⁾ y Barberg et al. ⁽³⁰⁾ coinciden en que los altos recuentos bacterianos de patógenos causantes de mastitis en CB refuerzan la necesidad de llevar delante de manera adecuada los procedimientos vinculados con la rutina ordeño para disminuir la incidencia de esta enfermedad.

DESCARTE Y MORTALIDAD

El confinamiento de las vacas afecta los aspectos físicos, fisiológicos y de comportamiento por lo que deriva en un impacto en la salud y bienestar de los animales. ⁽⁶¹⁾ Hasta el presente pocos estudios han comparado la salud del ganado lechero en sistemas CB con otro tipo de sistemas productivos en confinamiento. Una revisión reciente de Leso et al. ⁽⁶⁾ encontró que los sistemas CB tienden a mejorar el bienestar de las vacas lecheras.

La mortalidad y el descarte son mediciones estrechamente ligadas al bienestar de los animales. ^(34, 62, 63) En estudio realizado en USA ⁽⁶⁴⁾ muestra mayores tasas de mortalidad en vacas manejadas en free-stalls y principalmente en aquellos con suelo de concreto al compararlos con otro tipo de suelos. Otro estudio ⁽¹⁸⁾ mostró una menor prevalencia en CB de afecciones podales y lesiones de garrón de las vacas en comparación con aquellas manejadas en free-stalls con ventilación, pero sin asociaciones adversas con la tasa de mortalidad ni descarte. En este sentido, los pocos estudios llevados a cabo sobre la longevidad y el descarte de las vacas y su relación con el CB no han sido del todo concluyentes. Estos escasos datos obligan a continuar con aquellos estudios que comparen la salud y las tasas de mortalidad y descarte entre los diferentes sistemas lecheros y los sistemas manejados sobre cama cliente.

Conclusiones

A partir de los resultados realizados a nivel mundial, los sistemas CB se presentan como un sistema amigable con el bienestar de los animales en comparación con otros sistemas confinados. Sin embargo, todavía el número de investigaciones sobre el bienestar del ganado lechero en estos sistemas es escaso y sería aconsejable sumar estudios sobre los factores que podrían incidir sobre el bienestar animal, sobre todo a la importancia e incidencia que las diferencias ambientales y de manejo de cada región tendrían sobre el buen manejo del sistema CB.

Bibliografía

1. Janni KA, Endres MI, Reneau JK, Schoper WW. Compost dairy barn layout and management recommendations. *Appl Eng Agric.* 2007; 23:97-102.
2. Barberg AE, Endres MI, Salfer JA, Reneau JK. Performance and welfare of dairy cows in an alternative housing system in Minnesota. *J Dairy Sci.* 2007; 90:1575-1583.
3. Monge JL, Damasceno FA, Alves Oliveir, CE, Osorio Saraz JA, Chiavassa C. Instalaciones para confinamiento de vacas lecheras del tipo compost barn en la Argentina y Brasil: revisión. Conference: II Simpósio Internacional de Ambiência e Engenharia na Produção Animal Sustentável; 2019. ISBN: 978-85-66836-24-0.
4. Pilatti JA. Daytime behavior and welfare of cows in a Compost Barn feedlot system. Thesis, Federal Technological University of Paraná. (In Portuguese). 2017. Disponible en <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/2446>
5. Black RA, Taraba JL, Day GB, Damasceno FA, Bewley JM. Compost bedded pack dairy barn management, performance, and producer satisfaction. *J Dairy Sci.* 2013; 96:8060-8074.
6. Leso L, Barbari M, Lopes MA, Damasceno FA, Galama P, Taraba JL, et al. Invited review: Compost-bedded pack barns for dairy cows. *J of Dairy Sci.* 2020; 103(3):1072-1099.
7. Kawonga BS. Performance and welfare of dairy cattle in an alternative compost bedded pack housing in a pasture-based system. *Int J Livest Prod.* 2021; 12(1):1-8.
8. Endres MI, Barberg AE. Behavior of dairy cows in an alternative bedded-pack housing system. *J. Dairy Sci.* 2007; 90:4192-4200.
9. NRAES (Northeast Regional Agricultural Engineering Service). 1992. On-Farm Composting Handbook. NRAES-54. NRAES, Ithaca, NY.
10. Bewley JM, Robertson LM, Eckelkamp EA. A 100- year review: Lactating dairy cattle housing management. *J. Dairy Sci.* 2017; 100:10418-10431.
11. Klaas IC, Bjerg BS, Friedmann S, Bar D. Cultivated barns for dairy cows: An option to promote cattle welfare and environmental protection in Denmark? *Dansk Vettidsskr.* 2010; 93:20-29.
12. Leifker A. Grenzenlose Freiheit? *Top Agrar.* 2010; 4:R6-R10.
13. Biasato I, D'Angelo A, Bertone I, Odore R, Bellino C. Compost bedded-pack barn as an alternative housing system for dairy cattle in Italy: effects on animal health and welfare and milk and milk product quality. *Ital J Anim Sci.* 2019; 18:1142-1153.
14. Bewley JM, Taraba JL, McFarland D, Garrett P, Graves, R, Holmes B, et al. Guidelines for Managing Compost Bedded-Pack Barns. 2013. The Dairy Practices Council, Ritcho, PA.
15. Leso L, Conti L, Rossi G, Barbari M. Criteria of design for deconstruction applied to dairy cows housing: A case study in Italy. *Agron. Res.* 2018; 16:794-805. DOI: 10.15159/ar .18 .085
16. Eckelkamp EA, Taraba JL, Akers KA, Harmon RJ, Bewley MB. Understanding compost bedded pack barns: Interactions among environmental factors, bedding characteristics, and udder health. *Livest Sci.* 2016; 190:35-42.

-
17. Smits MCJ, Aarnink, AJA. Evaporation beds of bedded pack barns; orienting model calculations. Report 230. Wageningen UR Livestock Research, Lelystad, the Netherlands. 2009.13 pp.
 18. Lobeck KM, Endres MI, Shane EM, Godden SM, Fetrow J. Animal welfare in cross-ventilated, compost-bedded pack, and naturally ventilated dairy barns in the upper Midwest. *J Dairy Sci.* 2011; 94(11):5469-5479.
 19. Eckelkamp EA. Compost bedded pack barns for dairy cattle: bedding performance and mastitis as compared to sand freestalls. Theses and Dissertations-Animal and Food Sciences. 43. 2014. [acceso el 9 de marzo 2022]. Disponible en https://uknowledge.uky.edu/animalsci_etds/43
 20. Galama PJ, de Boer HC, van Dooren HJC, Ouweltjes W, Driehuis F. Sustainability aspects of ten bedded pack dairy barns in The Netherlands. Wageningen UR (University & Research centre) Livestock Research, Livestock Research Report 873. 2015. [acceso el 8 de marzo 2022]. Disponible en <https://edepot.wur.nl/350932>
 21. Jensen MB, Pedersen LJ, Munksgaard, L. The effect of reward duration on demand functions for rest in dairy heifers and lying requirements as measured by demand functions. *Appl Anim Behav Sci.* 2005; 90:207-217.
 22. Munksgaard L, Jensen MB, Pedersen LJ, Hansen SH, Matthews L. Quantifying behavioural priorities – effects of time constraints on behaviour of dairy cows, *Bos taurus*. *Appl Anim Behav Sci.* 2005; 92:3-14.
 23. Husfeldt AW, Endres MI. Association between stall surface and some animal welfare measurements in freestall dairy herds using recycled manure solids for bedding. *J Dairy Sci.* 2012; 95:5626-5634.
 24. Haley DB, De Passille AM, Rushen J. Assessing cow comfort: Effects of two floor types and two tie stall designs on the behaviour of lactating dairy cows. *Appl Anim Behav Sci.* 2001; 71:105-117.
 25. Cook NB, Hess JP, Foy MR, Bennett TB, Brotzman RL. Management characteristics, lameness, and body injuries of dairy cattle housed in high-performance dairy herds in Wisconsin. *J Dairy Sci.* 2016; 99:5879-5891.
 26. Cook NB. The impact of management and facilities on cow culling rates. *J Dairy Sci.* 2020; 103:3846-3855.
 27. Shane EM, Endres MI, Johnson DG, Reneau JK. Bedding options for an alternative housing system for dairy cows: A descriptive study. *Appl Eng Agric.* 2010; 26:659-666.
 28. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). On-farm composting methods. Land and water discussion paper 2. Rome, Italy. 2003. [acceso el 3 de marzo 2022]. Disponible en https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/65466/398_on_farm_composting.pdf?sequence=1
 29. Leonard J. Composting, an alternative approach to manure management. *Adv Dairy Technol.* 2001; 13:431-441.
 30. Barberg, AE, Endres MI, Janni KA. Compost dairy barns in Minnesota: A descriptive study. *Appl Eng Agric.* 2007; 23:231-238.
 31. Pedernera C, Xercavins A, Varvaró A, Blanco-Penedo I. Manejo de la cama caliente y el sistema alternativo de cama de compost para un mejor bienestar animal del ganado vacuno de leche. *AFRIGA.* 2014; 113:58-64.

-
32. OIE. Definición de Bienestar Animal. 2022. [acceso 11 de marzo de 2022]. Disponible en <https://www.oie.int/es/que-hacemos/sanidad-y-bienestar-animal/bienestar-animal/>
 33. Valente DA, Souza CF, Andrade RR, Tinoco LFF, Sousa FC, Rossi G. Comparative analysis of performance by cows confined in different typologies of compost barns. *Agron Res.* 2020; 18:1547-1555.
 34. Martínez G, Suarez VH, Ghezzi MD. Bienestar animal en bovinos de leche: selección de indicadores vinculados a la salud y producción. *RIA.* 2016; 42(2):153-160.
 35. Honorato LA, Hötzel MJ, Gomes CCDM, Silveira IDB, Machado Filho LCP. Particularidades relevantes da interação humano-animal para o bem-estar e produtividade de vacas leiteiras. *Ciênc Rural.* 2012; 42:332-339.
 36. Oltenacu PA, Broom BM. The impact of genetic selection for increased milk yield on the welfare of dairy cows. *Anim Welf.* 2010; 19(S):39-49.
 37. Broom DM. Behaviour and welfare in relation to pathology. *Appl Anim Behav Sci.* 2006; 97:71-83.
 38. Oltenacu, PA, Algers B. Selection for increased production and the welfare of dairy cows: are new breeding goals needed? *Ambio.* 2005; 34:4-5.
 39. Trevisi E, Bionaz M, Piccioli-Cappelli F, Bertoni G. The management of intensive dairy farms can be improved for better welfare and milk yield. *Livest Prod Sci.* 2006; 103:231-236.
 40. Abeni F, Bertoni G. Main causes of poor welfare in intensively reared dairy cows. *Ital J Anim Sci.* 2009; 8(1):45-66. DOI: 10.4081/ijas.2009.s1.45
 41. Vokey FJ, Guard CL, Erb HN, Galton DM. Effects of alley and stall surfaces on indices of claw and leg health in dairy cattle housed in a free-stall barn. *J Dairy Sci.* 2001; 84:2686-2699.
 42. Fernandez A, Mainau E, Manteca X, Siurana A, Castillejos L. Impacts of Compost Bedded Pack Barns on the Welfare and Comfort of Dairy Cows. *Animals.* 2020; 20(431):1-11.
 43. Esslemont RJ, Kossaibati MA. Culling in 50 dairy herds in England. *Vet Rec.* 1996; 140:36-39.
 44. Bicalho RC, Vokey F, Erb HN, Guard CL. Visual locomotion scoring in the first seventy days in milk: impact on pregnancy and survival. *J Dairy Sci.* 2007; 90:4586-4591.
 45. Von Keyserlingk MAG, Rushen J, De Pasille AM, Weary DM. The welfare of dairy cattle - Key Concepts and the role of science. *J Dairy Sci.* 2009; 94:4101-4111.
 46. Warnick LD, Janssen D, Guard CL, Grohn YT. The effect of lameness on milk production in dairy cows. *J Dairy Sci.* 2001; 84:1988-1997.
 47. Hernandez JA, Garbarino EJ, Shearer JK, Risco CA, Thatcher WW. Comparison of milk yield in dairy cows with different degrees of lameness. *J Am Vet Med.* 2005; 227:1292-1296.
 48. Martínez GM, Suarez V H. Afecciones podales e impacto productivo en rodeos lecheros del Noroeste Argentino. *Rev med vet (B. Aires).* 2019; 100(1):7-11.
 49. Costa JHC, Burnett TA, von Keyserlingk MAG, Hötzel MJ. Prevalence of lameness and leg lesions of lactating dairy cows housed in southern Brazil: Effects of housing systems. *J Dairy Sci.* 2018; 101:2395-2405. DOI: 10.3168/jds.2017-13462.

-
50. Norring M, Manninen E, de Passillé AM, 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. *J Dairy Sci.* 2008; 91:570-576.
 51. Lobeck KM, Endres MI, Shane EM, Godden SM, Fetrow J. Animal welfare in cross-ventilated, compost-bedded pack, and naturally ventilated dairy barns in the upper Midwest. *J Dairy Sci.* 2011; 94:5469-5479.
 52. Fulwider WK, Grandin T, Garrick DJ, Engle TE, Lamm WD, Dalsted NL, et al. Influence of free-stall base on tarsal joint lesions and hygiene in dairy cows. *J Dairy Sci.* 2007; 90:3559-3566.
 53. Sogstad, Å M, Fjeldaas T, Østerås O. Lameness and claw lesions of the Norwegian red dairy cattle housed in free stalls in relation to environment, parity and stage of lactation. *Acta Vet Scand.* 2005; 46:203-217
 54. Nyman AK, Emanuelson U, Gustafsson AH, Persson Waller K. Management practices associated with udder health of first-parity dairy cows in early lactation. *Prev Vet Med.* 2009; 88:138-49.
 55. Bartlett PC, Miller GY, Lanc SE, Heider LE. Managerial determinants of intramammary coliform and environmental Streptococci infections in Ohio dairy herds. *J Dairy Sci.* 1992; 75:1241-1252.
 56. Ward WR, Hughes JW, Faull WB, Sutherland PJ, Sutherst JE. Observational study of temperature, moisture, pH and bacteria in straw bedding, and faecal consistency, cleanliness and mastitis in cows in four dairy herds. *Vet. Rec.* 2002; 151:199-206.
 57. Borchers MR. The effects of housing on dairy cow comfort, immune function, stress, productivity, and milk quality. Theses and Dissertations-Animal and Food Sciences. 93. 2018. [acceso el 9 de marzo 2022]. Disponible en https://uknowledge.uky.edu/animalsci_etds/93
 58. Black RA, Taraba JL, Day GB, Damasceno FA, Newman MC, Akers KA, et al. The relationship between compost bedded pack performance, management, and bacterial counts. *J Dairy Sci.* 2014; 97(5):2669-2679.
 59. Fávero S, Portilho FVR, Oliveira ACR, Langoni H, Pantoja JCF. Factors associated with mastitis epidemiologic indexes, animal hygiene, and bulk milk bacterial concentrations in dairy herds housed on compost bedding. *Livest Sci.* 2015; 181:220-230.
 60. Suárez VH, Martínez GM, Bertoni EA. Mastitis, a Health- Related Indicator of Dairy Cow Welfare and Productivity. *Dairy and Vet Sci J.* 2017; 4(5):MS.ID.555650 DOI: 10.19080/JDVS.2017.04.555650
 61. De Vries M, Bokkers EAM, van Reenen CG, Engel B, van Schaik G, Dijkstra T, et al. Housing and management factors associated with indicators of dairy cattle welfare. *Prev Vet Med.* 2015; 118:80-92.
 62. Ahlman T, Berglund B, Rydhmer L, Strandberg E. Culling reasons in organic and conventional dairy herds and genotype by environment interaction for longevity. *J Dairy Sci.* 2011; 94:1568-1575. DOI: 10.3168/jds.2010-3483
 63. Martínez GM. Protocolo de evaluación de bienestar animal, diseño y validación en tambos bovinos del noroeste argentino, Tesis de Doctorado. 2019. Universidad Nacional de Centro de la Provincia de Buenos Aires. [acceso el 18 de marzo 2022]. Disponible en <https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/handle/123456789/2171>

-
64. McConnel CS, Lombard JE, Wagner BA, Koprak CA, Garry FB. Herd Factors Associated with Dairy Cow Mortality in the United States. *Animal*. 2015; 9(8):1397-1403.