

Original

Evaluación de bienestar animal en fincas bovinas lecheras basadas en pastoreo en la Sabana de Bogotá, Colombia

Catalina Medrano-Galarza^{1,2*}  Ph.D; Aldemar Zuñiga-López¹  M.Sc; Fredy E. García-Castro¹  Ph.D.

¹Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – Agrosavia, Centro de Investigación Tibaitatá, Grupo de Investigación e Innovación en Salud y Bienestar Animal, Cundinamarca, Colombia.

²Universidad Antonio Nariño, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Programa de Maestría en Bienestar Animal, Bogotá DC, Colombia.

*Correspondencia: cata.medrano@outlook.com

Recibido: Agosto 2019; Aceptado: Febrero 2020; Publicado: Julio 2020.

RESUMEN

Objetivos. Determinar un puntaje de bienestar animal (PBA) a nivel de hato para ganaderías lecheras utilizando un protocolo que involucrara variables basadas en los animales y en manejo/recursos, e identificar las variables que más contribuyen a la varianza del PBA. **Materiales y métodos.** Veinticinco fincas lecheras basadas en pastoreo (Sabana de Bogotá – trópico alto colombiano) fueron visitadas dos veces. Durante cada visita, 15 variables basadas en el animal y 13 basadas en manejo/recursos fueron evaluadas. Para cada variable se estableció un punto de corte negativo a nivel de hato para determinar el cumplimiento. En función del cumplimiento, se determinó un PBA (de 0 a 100) y las fincas se clasificaron como 'excelente', 'buena', 'aceptable' o 'no-aceptable'. Se usó una regresión lineal para evaluar la asociación entre variables a nivel de hato con PBA. **Resultados.** La mediana de PBA fue de 82 (mín = 67; máx = 97). Dos fincas fueron clasificadas como "excelentes" (PBA=94.5), 20 como "buenas" (PBA = 82.5) y 3 como "aceptables" (PBA = 68). Entre todas las variables, el incumplimiento con respecto a mastitis subclínica, calificación de suciedad (patas y ubre), heridas en la línea ventral, recuentos de mosca *Haematobia irritans* y condición/limpieza del área de espera pre-ordeño se asociaron significativamente con 5.6; 3.6; 6.7; 5.1; 6.5 y 6.1 puntos de reducción en el PBA, respectivamente ($R^2 = 0.84$). **Conclusiones.** El nivel de bienestar encontrado fue bueno y alentador. No obstante, se identificaron seis variables que contribuyeron a un resultado desfavorable. Las estrategias de mejora podrían centrarse en estas variables para alcanzar un buen nivel de bienestar.

Palabras clave: Bienestar; evaluación comparativa; ganado; trópico (*Source: MeSH*).

ABSTRACT

Objectives. The aim of this study was to determine an overall on-farm animal welfare score (WS) for dairy farms using a protocol involving animal- and management/resource-based variables; and to identify the variables that contributed the most to the variance for the WS. **Materials and methods.** Twenty-five pasture-based dairy farms in Savanna of Bogota - Colombian high tropic, were

Como citar (Vancouver).

Medrano-Galarza C, Zuñiga-López A, García-Castro F. Evaluación de bienestar animal en fincas bovinas lecheras basadas en pastoreo en la Sabana de Bogotá, Colombia. Rev MVZ Córdoba. 2020; 25(2):e1708. <https://doi.org/10.21897/rmvz.1708>



©El (los) autor (es), Revista MVZ Córdoba 2020. Este artículo se distribuye bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Attribution 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), que permite a otros distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de modo no comercial, siempre y cuando den crédito y licencien sus nuevas creaciones bajo las mismas condiciones.

visited twice. During each visit, a total of 15 animal- and 13 management/resource-based variables were evaluated. For each variable, a herd-level negative cut-off point was established to determine compliance. Based on compliance, a WS was determined (from 0 to 100) and farms were classified as 'excellent', 'enhanced', 'acceptable', or 'non-acceptable'. A linear regression model was used to evaluate the association between variables at the herd-level with the WS. **Results.** Overall, median WS was 82 (min=67; max=97). Two farms were classified as 'excellent' (WS=94.5), 20 as 'enhanced' (WS=82.5), and 3 as 'acceptable' (WS=68). Among all variables, the noncompliance regarding subclinical mastitis, hind-legs and udder dirtiness score, ventral line wounds, *Haematobia irritans* fly counts, and condition/cleanliness of pre-milking holding area was significantly associated with a 5.6, 3.6, 6.7, 5.1, 6.5, and 6.1 points reduction in the WS, respectively ($R^2 = 0.84$). **Conclusions.** Welfare level found across farms was good and encouraging. Nonetheless, six variables were identified as the main contributors to an unfavorable result. Strategies for improvement could focus on these variables to be able to reach a welfare level of 'excellence'.

Keywords: Benchmarking; cattle; tropical; well-being (Source: MeSH).

INTRODUCCIÓN

Colombia es el cuarto país productor de leche más grande de América del Sur, superado por Brasil, México y Argentina, y la industria ganadera colombiana está creciendo (1,2). Los últimos datos disponibles del censo agropecuario nacional mostraron que entre el 2014 y 2015 hubo un aumento del 3% en el número de fincas ganaderas (de 497008 a 512103) (3), y 6% de los hatos eran fincas orientadas exclusivamente a la producción de leche especializada (4). En el 2016, las fincas de lechería especializada en Colombia produjeron el 45% de la producción total de leche (3192 millones de litros), el resto fue producido por fincas doble propósito (4). Adicionalmente, la mayoría (81%) de las fincas en el país son pequeñas (<50 animales/finca) (2). En Colombia, la leche se produce en regiones tropicales altas y bajas, correspondientes a regiones donde se encuentran fincas de lechería especializada y de doble propósito, respectivamente. Las principales zonas lácteas en los trópicos altos son los departamentos de Antioquia, Boyacá, Cundinamarca y Nariño. Los acuerdos de libre comercio han abierto nuevos mercados para que Colombia exporte productos lácteos, principalmente leche en polvo, mantequilla, yogurt y queso, a países como Panamá, Perú, Estados Unidos y Rusia. Sin embargo, para poder obtener y mantener el acceso a otros mercados competitivos, la industria láctea colombiana deberá cumplir con los estándares internacionales de calidad que tengan en cuenta las buenas prácticas de bienestar animal.

Aunque no es tan fuerte y rápido como en la UE y el Reino Unido, el bienestar animal se está fortaleciendo en los países latinoamericanos (5).

Una razón para esto es la implementación de la estrategia regional de bienestar animal en las Américas que apoya la implementación de las normas y directrices de bienestar animal de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) (5,6). Esta estrategia regional se ha convertido en el motor principal del cambio y la mejora de los sistemas de producción en la región, especialmente aquellos de pequeños productores (6). En los países latinoamericanos, la conciencia sobre el bienestar animal ha aumentado principalmente al mostrar a los productores la relación positiva entre un bienestar pobre, las pérdidas económicas y la insostenibilidad (7). Además, entre las iniciativas para promover el bienestar de los animales de producción en esta región, se ha demostrado que el desarrollo de guías sobre buenas prácticas de manejo ha sido una herramienta útil para promover el bienestar animal en Brasil, Uruguay y Chile (7).

En Colombia, García et al (8) publicaron en 2012, el primer estudio que intentó ajustar el esquema de evaluación europeo *Welfare Quality* (9) a las condiciones de las fincas lecheras colombianas en el trópico alto. Sin embargo, a la fecha, la mayoría del trabajo realizado sobre evaluación del bienestar de ganado bovino se ha realizado en transporte y sacrificio, pero hay pocas investigaciones publicadas sobre la evaluación de bienestar a nivel de finca, específicamente en fincas de lechería especializada. El Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) está desarrollando la legislación y pautas de bienestar animal para cumplir con el mandato internacional de bienestar animal de la OIE (5), así como para fortalecer las legislaciones nacionales como el Decreto 616 (2006) y la Resolución 3585 (2008). En consecuencia, existe una necesidad

de investigar indicadores de bienestar a lo largo de la cadena de producción que generen información que pueda usarse para construir esas pautas y la legislación en Colombia. Por lo tanto, los objetivos de este estudio fueron 1) determinar un puntaje de bienestar animal (PBA) a nivel de hato para ganaderías lecheras en Sabana de Bogotá – trópico alto colombiano - utilizando un protocolo que involucra variables basadas en el animal y en manejo/recursos; y 2) identificar las variables que más contribuyen a la varianza del puntaje de bienestar animal en las fincas.

MATERIALES Y METODOS

Este estudio observacional, longitudinal, transversal fue revisado y aprobado por el Comité Ético y Científico de Agrosavia y por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (acuerdo no. 1810). Este estudio se realizó en la Sabana de Bogotá, Cundinamarca (cordillera oriental de los Andes colombianos – trópico alto), cuya altitud promedio es 2550 m. La temperatura promedio anual es de 14°C, pero la temperatura puede variar de 0 a 24°C.

Selección y visitas a fincas. Se seleccionó una muestra por conveniencia de 25 fincas de lechería especializada comerciales en función a la ubicación (<1 h en carro desde el centro de investigación Tibaitatá - Agrosavia, Mosquera, Cundinamarca, Colombia; 4.697618, -74.204568), representatividad del sistema (i.e., sistemas semi-extensivos basados en pastoreo) y disposición de participar en el presente estudio. Cada finca fue visitada 2 veces, una vez por temporada (seca y de lluvias). Las visitas durante la temporada seca se llevaron a cabo entre junio y julio de 2013 (precipitación acumulada = 98.9 mm); y las visitas durante la temporada de lluvias ocurrieron entre octubre y diciembre de 2013 (precipitación acumulada = 231.1 mm). Antes de cada visita, los productores o encargados fueron contactados por teléfono para organizar las visitas a las fincas.

Mediciones. Durante cada visita, se evaluaron variables basadas en el animal y variables basadas en manejo/recursos (Tabla 1 y 2, respectivamente). Estas mediciones fueron extraídas del protocolo de evaluación *Welfare Quality* (9) pero modificadas y ajustadas a las condiciones locales (8); adicionalmente, se agregaron al protocolo otras variables relevantes para las lecherías especializadas colombianas (8).

Descripción de variables basadas en el animal. La tabla 1 resume la puntuación de mediciones basadas en el animal utilizadas en este estudio. El puntaje de condición corporal (PCC) se evaluó usando una escala de 5 puntos con incrementos de 0.25 puntos (10). Las vacas se clasificaron entonces como delgadas si $PCC < 2.5$; ideal si $PCC \geq 2.5$ y ≤ 4 ; y obesas si $PCC > 4$. La higiene de las vacas (puntuación de suciedad) se determinó evaluando 2 áreas del cuerpo de cada animal, miembros posteriores y ubre, usando una escala de 4 puntos (11). La pérdida de pelo y las heridas visibles se evaluaron utilizando una escala de 4 puntos (12) con algunas modificaciones con respecto a las áreas anatómicas evaluadas, que fueron: corvejones, carpos, flancos, tuberosidades coxales e isquiáticas, cola, ubre y vientre.

El recuento de moscas se realizó observando directamente a las vacas durante el tiempo de pastoreo (entre 1100 y 1300 h aproximadamente). Específicamente, las moscas de los cuernos y las moscas del establo (*Haematobia irritans* y *Stomoxys calcitrans*, respectivamente) se contaron caminando alrededor de cada animal a una distancia de 1 m aproximadamente de la vaca para evitar molestarlas. Si el recuento de moscas por vaca fue < 25 , las moscas se contaron una por una; si el recuento de moscas excedía 25, las moscas se contaban en grupos de 5 (es decir, 25, 30, 35, etc.) (13,14).

La prevalencia de mastitis subclínica y clínica y de cojeras se determinó contando el número de vacas lecheras que presentaban cada enfermedad y dividiendo este número por el número total de vacas en el hato (vacas en producción) en el día de la visita. Para diagnosticar la mastitis subclínica, utilizamos una escala de 5 puntos basada en la prueba de California (*California Mastitis Test* - CMT) (15,16). La mastitis clínica se diagnosticó mediante inspección visual para detectar anomalías en la leche (ej. coágulos y grumos) o cambios en la apariencia de la ubre (ej. inflamación y enrojecimiento del cuarto). La cojera se diagnosticó utilizando la calificación de locomoción de cada vaca, ya fuera cuando la vaca estuviera caminando dentro de la sala o cuando salía de la sala después del ordeño utilizando una escala de 5 puntos (17). Finalmente, la puntuación de la marcha se dicotomizó de modo que una puntuación < 3 indicaba ausencia de cojera clínica y una puntuación ≥ 3 indicaba la presencia de cojera clínica. También se registró la frecuencia de vacas que padecían otras enfermedades, como cáncer ocular y fotosensibilización durante el día de la visita.

Tabla 1. Variables basadas en el animal clasificadas por Libertades, sistema de puntuación y puntos de corte negativos utilizados para la evaluación del bienestar de vacas lecheras.

Libertad ¹	Variable	Sistema de puntuación						PCN ²	
		0	1	2	3	4	5	NI	NH
Libre de hambre, sed y desnutrición, mediante acceso a una dieta para mantener la salud y el vigor	PCC ³	—	Emaciada, anca prominente y huesos columna vertebral visibles -serrucho	No grasa palpable en isquiones, corrugaciones visibles en ¾ de las costillas cortas desde punta hacia la vertebra	Línea entre tuberosidad coxal e isquiática tiene forma de V, T. coxales están redondeadas	Ligamento sacro y de la base de la cola no son visibles	Todas las prominencias óseas están bien redondeadas	<2.5 or >4	≥15%
Libre de molestias físicas y térmicas, proporcionando un ambiente adecuado que incluya refugio y un área de descanso cómoda	Suciedad de las vacas, miembros posteriores y ubre	—	Área entera limpia, sin suciedad	Menos de la mitad del área está cubierta de suciedad (tierra, materia fecal)	La mitad del área o más está cubierta de suciedad	Toda el área está cubierta por una capa de suciedad	—	≥3	≥15%
	Heridas en integumento	No inflamación, no pérdida de pelo	No o leve inflamación, pérdida de pelo <1 cm	Inflamación media y/o lesión o pérdida de pelo de 1 a 2.5 cm	Inflamación mayor o pérdida de pelo > 2.5 cm	—	—	≥2	≥15%
	<i>H. irritans</i> ⁴	—	—	—	—	—	—	≥150	≥15%
	<i>S. calcitrans</i> ⁴	—	—	—	—	—	—	≥25	≥15%
Libre de dolor, lesión y enfermedad, por prevención o diagnóstico y tratamiento rápido	Mastitis subclínica, CMT ⁵	Mezcla permanece líquida, no evidencia de precipitación	Trazas, ligero precipitado, desaparece con el movimiento continuo	Hay precipitado, pero no hay tendencia a la formación de gel	La mezcla se espesa inmediatamente y se mueve hacia el centro	Se forma gel y la superficie se vuelve convexa	—	≥2	≥15%
	Mastitis clínica	Negativo	Positivo	—	—	—	—	1	> 3%
	Cojeras, calificación de locomoción	—	Movimiento suave y fluido	Locomoción imperfecta, pero la capacidad de moverse libremente no disminuye	Capaz de locomoción, pero la capacidad de moverse libremente está comprometida	La capacidad de moverse libremente está obviamente comprometida	La capacidad de moverse está severamente restringida, para que se mueva debe ser vigorosamente animada	≥3	≥10%
Libre de estrés y miedo prolongado, proporcionando espacio suficiente, instalaciones adecuadas y la compañía de animales de la misma especie	Distancia de fuga	—	—	—	—	—	—	≥5 m	≥15%
	Reactividad durante el ordeño	—	De pie, estacionario, tranquilo, sin movimiento	Ligeramente inquieto, leve calma, movimiento de cola/patas	Intranquilo, movimientos de cabeza, cuerpo, cola y patas	Movimientos continuos, muy vigorosos, el animal puede arrodillarse o caer	—	≥3	≥15%
Libre de manifestar comportamiento natural, asegurando condiciones que eviten el sufrimiento mental	Tiempo de espera en el área pre-ordeño	—	—	—	—	—	—	≥120 min	≥15%

¹Las Cinco Libertades y las cinco Provisiones; ²Puntos de corte establecidos a nivel individual y a nivel de hato que indican un nivel inaceptable para cada variable evaluada; ³Puntaje de condición corporal; ⁴Recuento de moscas: *Haematobia irritans*, moscas/vaca y *Stomoxys calcitrans*, moscas/vaca; ⁵California Mastitis Test (Prueba de California). PCN=Punto de corte-negativo; NI=Nivel individual; NH=Nivel hato;

Las variables comportamentales se evaluaron durante el pastoreo y el tiempo de ordeño. La distancia de fuga de las vacas se midió en el potrero. Los observadores evaluaban las vacas a medida que caminaban hacia el rebaño (18), acercándose lentamente (un paso por segundo aproximadamente) y con un decámetro se midió la distancia entre el observador y el lugar donde estaba la vaca antes de que se apartara o se alejara. Si la vaca permitió que el observador se acercara y la tocara, la distancia de fuga era igual a 0 m. Se evaluó la reactividad de las vacas durante el ordeño, desde el momento en que la vaca llegó a su puesto de ordeño hasta que se retiró la máquina de ordeño y la vaca se fue, utilizando un sistema de puntuación de temperamento de 4 puntos adaptado de Grandin (19) (Tabla 1).

Todas las mediciones basadas en el animal mencionadas anteriormente se evaluaron en un máximo de 20 vacas de ordeño seleccionadas al azar del hato, excepto las mediciones relacionadas con la frecuencia de enfermedades, el tiempo de espera en el área pre-ordeño, la reactividad durante el ordeño y la higiene (se incluyeron todas las vacas de ordeño).

Descripción de variables basadas en manejo/recursos. La tabla 2 resume los sistemas de puntuación utilizados en este estudio. La condición y la limpieza de los bebederos y su área circundante, comederos (donde se les ofrece el suplemento a las vacas durante el ordeño), potrero (donde el hato se encontraba pastoreando el día de la visita), senderos (es decir, caminos utilizados por las vacas para ir del potrero a la sala de ordeño en aquellas fincas sin ordeño portátil), el área de espera pre-ordeño y la sala de ordeño, se evaluaron utilizando una escala de 3 puntos. Adicionalmente, se determinó si el potrero donde se mantenían las vacas tenía sombra (natural o artificial) y agua de bebida disponible para los animales. Se registró el tiempo que las vacas tuvieron que esperar antes de ser ordeñadas en el área pre-ordeño para cada animal individual, así como el nivel de ruido en la sala de ordeño al que se expusieron las vacas y los trabajadores, utilizando un medidor de sonido (407750, Extech Instruments, Nashua, NH, EE. UU.). Se realizaron lecturas de sonido ambiental cada 15 minutos durante todo el proceso de ordeño.

La evaluación de todas las mediciones comenzó a las 1100 h y terminó a las 1700 h. Todas las mediciones fueron realizadas por 2 observadores. Durante las visitas de la temporada seca y de

lluvias, se evaluó un total de 816 y 588 vacas lecheras, respectivamente, para determinar la frecuencia de enfermedades, el tiempo de espera pre-ordeño, la reactividad durante el ordeño y la higiene de las vacas; y 414 y 366 de estas vacas lecheras, respectivamente, fueron evaluadas para el resto de las variables mientras estaban en pastoreo.

Manejo de datos y análisis estadístico.

Los datos se transcribieron desde el registro de hojas de papel a Microsoft Excel (Microsoft Corp., Redmond, WA, EE. UU.) para la limpieza y detección de posibles errores. Dos fincas se retiraron del estudio después de la primera visita, por lo tanto, para el análisis, estas dos fincas solo tenían datos de la visita realizada durante la temporada seca. Todos los datos se analizaron utilizando SAS versión 9.3 (SAS Institute Inc., Cary, NC, EE. UU.).

Para determinar el nivel de bienestar (es decir, el puntaje general de bienestar en la finca, PBA) para cada finca, utilizamos una combinación de metodologías y conceptos propuestos por el *Welfare Quality* (UE) (9). Todas las variables que evaluamos se agruparon en 3 categorías principales: fundamental, intermedia y básica (Tabla 3). La clasificación de las variables se realizó de acuerdo con su nivel de importancia para garantizar un nivel adecuado de bienestar, que fue determinado por un panel de expertos (5 científicos del gobierno y la academia). Para cada variable, se especificó un punto de corte negativo, es decir, un valor indicativo de un nivel inaceptable para cada variable. Específicamente, para todas las variables basadas en el animal, el punto de corte negativo se estableció a nivel individual y de hato (la prevalencia se calculó utilizando esos puntos de corte negativos; Tabla 1). Por ejemplo, al observar el puntaje de suciedad de la vaca, el punto de corte negativo a nivel individual fue 3 o superior, luego, según el puntaje otorgado a cada vaca, las vacas se agruparon por debajo o por encima de este punto de corte. En base a esto, se calculó la prevalencia de vacas sucias por finca como el número de vacas por encima del punto de corte dividido el número total de vacas evaluadas. Esta prevalencia debe estar por debajo del punto de corte negativo a nivel de hato (15%) para ser aceptable (cumplimiento). Para todas las variables de manejo/recursos, el punto de corte negativo se estableció a nivel de hato (Tabla 2). Por ejemplo, al observar la condición del bebedero, el punto de corte negativo a nivel del hato era 3 o superior, por lo tanto, una finca debería puntuarse por debajo de 3 para ser aceptable.

Tabla 2. Variables basadas manejo/recursos clasificadas por Libertades, sistema de puntuación y puntos de corte negativos utilizados para la evaluación del bienestar de vacas lecheras.

Libertad ¹	Variable	Sistema de puntuación				PCN ² NH
		0	1	2	3	
Libre de hambre, sed y desnutrición, mediante acceso a una dieta para mantener la salud y el vigor	Condición de bebederos / comederos	—	Buena: estado óptimo, ni roto ni parchado, fácil acceso	Regular: estado aceptable, posiblemente roto o parchado, pero no afecta la disponibilidad de agua ni puede causar alguna herida al animal mientras bebe o come, fácil acceso	Malo: estado deplorable, dañado que puede causar problemas de disponibilidad o podría generar heridas en el animal (ej. Puntillas), difícil acceso	≥ 3
	Limpieza de bebederos / comederos	—	Bebedero limpio, agua limpia – ausencia de hongos, algas, tierra, papel, piedras, clavos o cualquier objeto; lo mismo para comederos	Parcialmente sucio, el bebedero está sucio pero el agua se ve limpia y fresca; en el caso de comederos, no más de la mitad del comedero tiene acumulación de comida vieja o una coraza dura	Bebedero y agua sucios; en el caso de los comederos, más de la mitad del comedero tiene acumulación de comida vieja	≥ 3
	Disponibilidad de agua de bebida	Agua no disponible	Adecuada	—	—	0
	Área circundante al bebedero	—	Buena: área seca sin charcos o acumulación de lodo	Regular: área pequeños charcos y lodo	Malo: área inundada y/o fangosa	≥ 3
Libre de molestias físicas y térmicas, proporcionando un ambiente adecuado que incluya refugio y un área de descanso cómoda	Condiciones y limpieza de senderos y potreros	—	Buena: superficie regular, ausencia de obstáculos y buen drenaje – ausencia de lodo y charcos; no presencia de material contaminante (ej. plástico, alambre)	Regular: superficie no muy regular, presencia de obstáculos – altibajos, piedras, bolsas, madera, alambre y otras estructuras metálicas; drenaje aceptable (un poco de lodo y charcos)	Malo: superficie totalmente irregular, presencia de muchos obstáculos - altibajos, piedras, bolsas, madera, alambre y otras estructuras metálicas (presencia abundante de material contaminante); pobre drenaje (presencia de lodo y charcos)	≥ 3
	Disponibilidad de sombra	Sombra no disponible	Sombra disponible	—	—	0
	Condiciones y limpieza del área pre-ordeño / área de ordeño	—	Buena: piso antideslizante, sin huecos o rejillas abiertas, área limpia previo a iniciar el ordeño, libre de lodo y materia fecal acumulada	Regular: piso resbaloso o con huecos o rejillas abiertas, parcialmente sucio	Malo: piso resbaladizo con huecos y rejillas abiertas, área sin limpiar previo al ordeño, lodo y material fecal acumulada	≥ 3
	Nivel de ruido ³	—	—	—	—	≥ 80 dB

¹Las Cinco Libertades y las cinco Provisiones; ²Puntos de corte establecidos a nivel individual y a nivel de hato que indican un nivel inaceptable para cada variable evaluada; ³Promedio del nivel de ruido calculado utilizando todas las lecturas hechas a lo largo del proceso de ordeño en cada visita a cada finca
PCN=Punto de corte-negativo; NH=Nivel hato;

En función de los resultados para cada variable (cada variable debe tener un nivel aceptable, es decir, por debajo del punto de corte negativo, para poder obtener los puntos asignados a ella, de lo contrario se le asignan cero puntos; Tabla 3), se realizó una clasificación final, donde cada finca se clasificó como 'excelente', 'buena', 'aceptable' y 'no aceptable' (Tabla 3) (9).

La estadística descriptiva incluyó el cálculo de porcentajes, medianas y rango intercuartil (1^{er} y 3^{er} cuartiles – RIC). El tamaño de las fincas se categorizó en función de la mediana del número de vacas en producción en las fincas visitadas,

dejando el tamaño de finca como una variable dicótoma [fincas pequeñas (≤ 20 vacas en producción) vs. fincas grandes (> 20 vacas en producción)]. La homogeneidad de la varianza y la normalidad de las variables continuas se evaluaron gráficamente y utilizando la prueba de Anderson-Darling, respectivamente. Las pruebas de Chi-cuadrado (o prueba exacta de Fisher) y Kruskal Wallis se usaron para evaluar las diferencias en las variables categóricas y continuas, respectivamente, entre las temporadas seca y de lluvias, y entre fincas pequeñas *versus* grandes.

Tabla 3. Clasificación de variables basadas en el animal y en manejo/recursos en función de su nivel de importancia para garantizar un nivel adecuado de bienestar de las vacas lecheras.

Categoría	Variables	PA ¹
Fundamental	Condición corporal ^a	5
	Heridas de integumento ^a	5
	Mosca de los cuernos: <i>Haematobia irritans</i> ^a	5
	Mosca del establo: <i>Stomoxys calcitrans</i> ^a	5
	Distancia de fuga ^a	5
	Prevalencia de Mastitis clínica ^a	5
	Cojeras ^a	5
	Cáncer ocular ^a	5
	Síndrome de vaca caída ^a	5
	Fotosensibilización ^a	5
	Limpieza de bebederos ^b	5
	Disponibilidad de agua de bebida ^b	5
	Nivel de ruido durante ordeño ^b	5
Intermedia	Suciedad de miembros posteriores ^a	3
	Suciedad de ubre ^a	3
	Prevalencia de mastitis subclínica ^a	3
	Reactividad durante el ordeño ^a	3
	Condición y limpieza de senderos ^b	3
	Condición y limpieza de potreros ^b	3
	Disponibilidad de sombra ^b	3
	Condición y limpieza de área pre-ordeño ^b	3
Condición y limpieza del área de ordeño ^b	3	
Tiempo de espera en área pre-ordeño ^b	3	
Básica	Pérdida de pelo (integumento) ^a	1
	Condición de bebederos ^b	1
	Condición de comederos ^b	1
	Limpieza de comederos ^b	1
	Área circundante a bebederos ^b	1
Total de puntos²		100

¹Cada variable debe tener un nivel aceptable (por debajo del punto de corte negativo) para poder obtener los puntos asignados a ella, de lo contrario se le asignan cero puntos.

²Puntaje general de bienestar animal: Excelente (90 a 100 puntos), Buena (70 a 89 puntos), Aceptable (40 de 69 puntos), y No aceptable (≤ 39 puntos).

^aVariables basadas en el animal

^bVariables basadas en manejo/recursos

PA=Puntos asignados.

Se utilizó un modelo de regresión lineal simple (PROC MIXED in SAS) para evaluar la asociación entre variables basadas en el animal y en manejo/recursos a nivel de hato con el PBA otorgado a cada finca. Cada variable se dicotomizó en función del punto de corte negativo establecido a nivel de hato, donde 0 indicaba cumplimiento y 1 indicaba incumplimiento. Cualquier variable que tuviera una asociación con PBA utilizando un nivel de significancia $p < 0.20$ (análisis univariable) se ofreció al modelo multivariable. Una variable se consideró un factor de confusión cuando la diferencia entre los coeficientes

del modelo completo y el modelo reducido fue $> 20\%$. El modelo se redujo utilizando el método de eliminación hacia atrás y las variables permanecieron en el modelo cuando $p < 0.1$. La homocedasticidad se evaluó en el modelo final graficando los residuos estandarizados frente a los valores predichos del modelo. La normalidad de los residuos se evaluó mediante la prueba de Anderson-Darling. El R^2 se calculó en SAS usando la fórmula

$$R^2 = (1 - \text{SCE} / \text{SCT})$$

Donde SCE es la suma de cuadrados residual y SCT es la suma de cuadrados total. Este coeficiente de determinación se calculó para describir la cantidad de varianza del BA que se explica por las variables.

RESULTADOS

La mediana (RIC) del tamaño de finca para fincas pequeñas y grandes fue 12 (9 a 15) y 38 (28 a 66) vacas en producción, respectivamente. Entre las fincas pequeñas ($n = 12$), cinco fincas ordeñaban sus vacas manualmente (dos fincas en un área fija designada y tres fincas en el potrero donde las vacas pastoreaban) y siete fincas usaban sistemas de ordeño mecánico (cinco fincas usaban una sala de ordeño convencional y dos fincas utilizaron un sistema de ordeño portátil para ordeñar vacas en pastoreo). Dentro de las fincas grandes ($n = 13$), solo una finca ordeñaba vacas manualmente en un área fija designada, dos fincas usaban un sistema de ordeño mecánico portátil y 10 fincas usaban una sala de ordeño mecánico convencional. Todas las fincas tenían una mezcla de razas, pero la raza predominante fue Holstein (81%), seguida de ganado cruzado (7.4%, cruces entre Holstein x Jersey y Brown Swiss x Holstein), Normando (5.8%) y Jersey (3.1%), entre otros. El número promedio de trabajadores y ordeñadores por finca fue de 3 ± 1 y 2 ± 1 personas, respectivamente. El nivel educativo más común entre los trabajadores fue la escuela primaria (64%), seguido de la secundaria (32%), y el 4% de los trabajadores eran técnicos.

Variables basadas en el animal. La tabla 4 resume la mediana de la prevalencia a nivel de hato y el rango para cada una de las variables evaluadas basadas en el animal. Se encontró que la mediana del PCC de vacas lecheras en diferentes etapas de la lactancia fue de 3.0 [RIC, vacas en el primer tercio de la lactancia (1 a 60

días en producción, DEP): 2.5 a 3.0, n=141; en el segundo tercio (61 a 240 DEP): 2.5 a 3.0, n=345; tercio tercero (241 a 305 DEP): 2.75 a 3.5, n= 100; y con más de 305 DEP: 3.0 a 3.5, n=99]. El sitio anatómico donde más pérdida de pelo y heridas en el integumento estuvieron más presentes fue en el vientre (al nivel del ombligo - línea ventral; Figura 1). En 8 (6 fincas grandes

y 2 pequeñas) de las 25 fincas, la prevalencia de vacas con heridas en la línea ventral superó el 15%. En 8 (3 pequeñas y 5 grandes) de las 25 fincas, la prevalencia de vacas con pérdida de pelo en la línea ventral superó el 15%. En los otros sitios donde había evidencia de heridas o pérdida de pelo, la población afectada no superó el 2% y el 3%, respectivamente.

Tabla 4. Resumen de la mediana de la prevalencia a nivel de hato de variables basadas en el animal por tamaño de finca y agrupadas.

Variables	Mediana de la prevalencia a nivel de hato, % (rango ¹)			
	Tamaño de finca ²		Valor p ³	Todas las fincas
	Pequeñas	Grandes		
Condición corporal, < 2.5	0 (0 to 20)	2.5 (0 to 9)	NS	3.3 (0 to 20)
Heridas en línea ventral	1.5 (0 to 25)	11 (0 to 72)	*	5 (0 to 72)
Pérdida de pelo en línea ventral	1.2 (0 to 34)	6 (0 to 57)	NS	3 (0 to 57)
Recuento de moscas/vaca				
<i>H. irritans</i> ≥150 moscas	1 (0 to 72)	5 (0 to 42)	NS	2.4 (0 to 72)
<i>S. calcitrans</i> ≥ 25 moscas	3 (0 to 78)	0 (0 to 54)	NS	0 (0 to 78)
Suciedad miembros posteriores ⁴	32 (6 to 50)	20 (10 to 33)	**	25 (6 to 50)
Suciedad ubre ⁴	8 (0 to 30)	5 (0 to 21)	NS	7 (0 to 30)
Enfermedades				
Mastitis clínica	0 (0 to 7,4)	1 (0 to 7)	*	0 (0 to 7.4)
Mastitis Subclínical	46 (0 to 59)	27 (2 to 53)	NS	28 (0 to 59)
Cojeras	0 (0 to 43)	0 (0 to 8)	NS	0 (0 to 43)
Vaca caída	0	0 (0 to 4)	NS	0 (0 to 4)
Cáncer ocular	0 (0 to 43)	0 (0 to 4)	NS	0 (0 to 43)
Fotosensibilización	0 (0 to 17)	0 (0 to 4)	NS	0 (0 to 17)
Distancia de fuga ≥ 5 m	0 (0 to 12)	0 (0 to 8)	NS	0 (0 to 12)
Reactividad durante ordeño ⁵	0 (0 to 10)	1 (0 to 9)	NS	0 (0 to 10)

¹Rango: mínimo y máximo; ²Pequeñas (≤ 20 vacas en producción) y grandes (> 20 vacas en producción); ³NS = no significativo; *p<0.1 (tendencia); **p<0.05; ⁴Puntuación de suciedad ≥3 = sucio.

⁵Reactividad ≥ 3 = inquieta/reactiva.

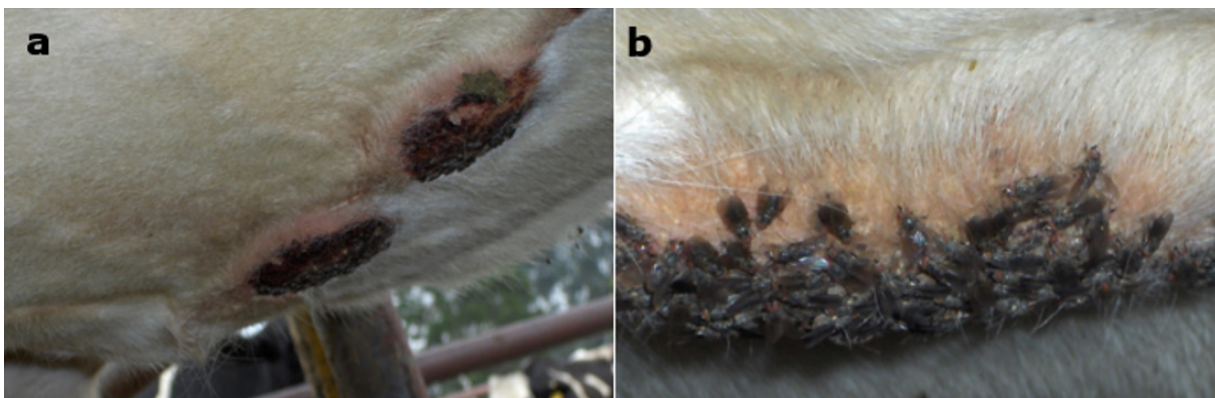


Figura 1. a) Lesión de integumento en la línea ventral de una vaca en producción; b) Mosca hematófaga *Haematobia irritans* alimentándose en la zona de la línea ventral lastimada en una vaca. Fuente: F. E. García-Castro.

Con respecto a la presencia de moscas hematófagas, en promedio se encontró que una vaca tenía 56 ± 64 *Haematobia irritans* (mín=0, máx=326, n=773) y 9 ± 18 *Stomoxys calcitrans*

(mín=0, máx=136, n=772). En seis fincas (3 pequeñas y 3 grandes), más del 15% de las vacas evaluadas tenían recuentos de *Haematobia irritans* ≥ 150 moscas/vaca. Del mismo modo,

seis fincas (5 pequeñas y 1 grande) estaban por encima del punto de corte aceptable para los recuentos de *Stomoxys calcitrans* (<15% del rebaño tenía 25 moscas/vaca).

La puntuación de la suciedad en las vacas fue aceptable (puntuación de suciedad = 1 y 2) en la mayoría de las vacas evaluadas con respecto a los miembros posteriores y la ubre (77% [n = 1048] y 93% [n = 1257]; respectivamente). Diecinueve fincas (10 pequeñas y 9 grandes) excedieron el límite establecido para la prevalencia de vacas con patas sucias, mientras que seis fincas (4 pequeñas y 2 grandes) excedieron el límite (prevalencia < 15%) con respecto a la prevalencia de vacas con ubres sucias.

En relación con la prevalencia de enfermedades, 21 fincas (10 pequeñas y 11 grandes) excedieron el límite establecido para la prevalencia de mastitis subclínica (< 15%) y 3 fincas excedieron el límite establecido para la prevalencia de mastitis clínica ($\leq 3\%$). La prevalencia de cojeras fue superior al 10% en 4 fincas. La prevalencia a nivel de hato de vacas caídas fue inferior al 15% en todas las fincas. Del mismo modo, la prevalencia a nivel de hato de cáncer ocular y fotosensibilización en todas las fincas, menos una, fue inferior al 15%. Al observar el comportamiento de las vacas, la mediana de la distancia de fuga entre todas las vacas evaluadas en las 2 visitas (n=715) fue de 2.5 m (rango de 0 a 9 m). Ninguna finca tuvo más del 15% de su hato con distancias de fuga ≥ 5 m. Con respecto al comportamiento de reactividad durante el ordeño, las vacas estaban en su mayoría tranquilas (91%), 6.5% de los animales estaban inquietos, 2% muy inquietos y 0.5% agresivos. Ninguna finca presentó más del 15% de sus animales en la categoría 'muy inquieto' o superior (puntaje 3 o 4). El tamaño de finca tendió a afectar las heridas en la línea ventral y la mastitis clínica (Tabla 4).

Variables de basadas en manejo y recursos.

Encontramos que la limpieza de los bebederos se clasificó como buena (puntaje 1) en la mayoría de las fincas en las 2 visitas (36%). El número de fincas con bebederos clasificados como sucios (puntaje 3) no difirió por tamaño de finca. Siete fincas (3 pequeñas y 4 grandes) tenían bebederos clasificados como sucios (4 fincas tuvieron este puntaje en ambas visitas). La disponibilidad de agua fue adecuada en la mayoría de las fincas (n=22), sin diferencias

por tamaño. Sin embargo, 3 fincas grandes no tenían agua disponible para para las vacas cuando se visitaron en la temporada seca. Solo el 4% (n=1) y el 8% (n=2) de las fincas evaluadas tenían un mal estado con respecto a bebederos y comederos, respectivamente. Además, 2 fincas tenían un área circundante al bebedero en malas condiciones y 3 fincas presentaban un mal estado de limpieza de los comederos. En las visitas, la condición y la limpieza de los senderos se clasificaron como buenas en el 42% de las fincas, como regulares en el 37% y como malas en el 21% de las fincas. La condición del potrero se encontró en buen estado en el 28% de las fincas, regular en el 68% y mala en el 4%. Solo el 16% de las fincas (n=4) tenían siempre sombra disponible para las vacas en el potrero. No se encontraron diferencias entre los tamaños de las fincas.

Con respecto a las instalaciones y el manejo del ordeño, la condición y la limpieza del área pre-ordeño y del área de ordeño no difirieron entre los tamaños de las fincas. La primera se calificó como buena en el 52% de las fincas, regular en el 28% y mala en el 20%, mientras que el área de ordeño fue buena en el 60%, regular en el 28% y mala en el 12% de las fincas. Al observar el nivel de ruido durante el ordeño, la mediana del nivel de ruido (RIC) fue de 70 dB (63 a 75 dB). Además, la mediana (RIC) del tiempo que las vacas tuvieron que esperar para ser ordeñadas (en el área de espera pre-ordeño) fue de 38.5 min (18 a 62 min). Ninguna de las fincas tenía más del 15% de sus vacas lecheras esperando 2 o más horas para ser ordeñadas.

Puntaje de bienestar animal. En general, la mediana de PBA fue de 82 (RIC: 75 a 87; mín=67; máx=97). Específicamente, dos fincas se clasificaron como 'excelentes' (mediana PBA: 94.5; mín=92; máx=97), 20 fincas como 'buenas' (mediana PBA: 82.5; mín=72; máx=89) y 3 fincas como 'aceptable' (mediana de PBA: 68; mín=67; máx=68). Ninguna finca fue clasificada como 'no aceptable'. En el análisis multivariante, encontramos que el incumplimiento con respecto a la mastitis subclínica, puntaje de suciedad de miembros posteriores y ubres, heridas, recuentos de *Haematobia irritans* y la condición/limpieza del área de espera pre-ordeño se asociaron con una disminución general de PBA (Tabla 5). Estas variables explicaron el 84% de la varianza en el PBA ($R^2 = 0.84$).

Table 5. Modelo de regresión lineal de variables asociadas con el puntaje de bienestar animal en finca^a ($R^2 = 0.84$).

Variables	Coficiente	SE	g.l.	Valor p
Cumplimiento mastitis subclínica ¹				
No	-5.64	2.12	18	0.015
Si	Referente			
Cumplimiento suciedad MP ²				
No	-3.60	1.92	18	0.076
Si	Referente			
Cumplimiento suciedad ubre ²				
No	-6.71	1.87	18	0.002
Si	Referente			
Cumplimiento heridas ³				
No	-5.13	2.09	18	0.025
Si	Referente			
Cumplimiento <i>recuento Haematobia</i> ⁴				
No	-6.56	2.30	18	0.010
Si	Referente			
Cumplimiento área pre-ordeño ⁵				
No	-6.18	2.10	18	0.008
Si	Referente			
Intercepto	94.6	2.39	---	---

^aPuntaje de bienestar animal: variable dependiente continua, donde 90 a 100 puntos = Excelente; 70 a 89 = Buena; 40 a 69 = Aceptable; y ≤ 39 = No aceptable;

¹Prevalencia de vacas con mastitis subclínica < 15%; ²Prevalencia de vacas con miembros posteriores (MP) o ubres sucias < 15%; ³Prevalencia de vacas con heridas en la línea ventral < 15%; ⁴Prevalencia de vacas con ≥ 150 moscas *Haematobia* < 15%; ⁵Condición/limpieza del área pre-ordeño calificado como bueno/limpia (<3).

Diferencias generales entre temporada seca y de lluvias.

Las principales diferencias encontradas entre las temporadas se relacionaron con las heridas y el puntaje de suciedad. El número de vacas con heridas en la línea ventral fue significativamente mayor durante la temporada seca en comparación con la temporada de lluvias (20 vs. 12%, respectivamente; $p=0.001$). Además, encontramos que un mayor porcentaje de vacas tenían los miembros posteriores y la ubre clasificadas como sucias (puntaje de suciedad 3 y 4) durante la temporada de lluvias en comparación con la seca (miembros posteriores: 41 vs. 10%, $p<0.001$; ubre: 16 vs. 2%, $p<0.001$).

DISCUSIÓN

En general, el nivel de bienestar de las vacas encontrado en las fincas fue bueno, motivador y alentador porque la mayoría de las fincas se clasificaron como 'buenas', dos fincas se clasificaron 'excelentes' y ninguna finca se clasificó como 'no aceptable'. Estos resultados son comparables a los hallazgos de estudios similares realizados en países de América Latina como Costa Rica (20) y Chile (21), donde el 55% y el 47% de las fincas se clasificaron como 'buenas', respectivamente, y 0 fincas fueron consideradas 'no aceptables'. Por el contrario,

nuestros hallazgos contrastan los resultados de un reciente estudio mexicano, donde todas las fincas se clasificaron como 'aceptables', aunque ninguna se consideró 'no aceptable' (22).

Por otro lado, identificamos un número importante de variables con un alto porcentaje de incumplimiento en las fincas (mastitis subclínica, suciedad de miembros posteriores y ubre, heridas de la línea ventral, recuentos de moscas *Haematobia irritans* y condición/limpieza del área pre-ordeño) que juntos explicaron el 84% de la variación en el puntaje general de bienestar animal; por lo tanto, contribuyendo en mayor proporción a un PBA desfavorable, lejos de la excelencia, al clasificar las fincas. De manera similar, en fincas lecheras argentinas (23) y mexicanas (22), otros investigadores encontraron mastitis subclínica y, suciedad y heridas de las vacas, respectivamente, como variables de impacto en el bienestar de las vacas.

Entre las variables basadas en el animal significativamente asociadas con el PBA, la que tuvo menos cumplimiento entre las fincas fue la prevalencia de mastitis subclínica. En este estudio, encontramos una mediana de prevalencia a nivel de hato del 28%, que es menor en comparación con los hallazgos de otros estudios realizados en Colombia (39.5% en

Antioquia (24) y 54.3% en Norte de Santander (25)) y en el noroeste de Argentina (48.5% (23)). A pesar de ser inferior a los estudios anteriores, la prevalencia de mastitis subclínica en este estudio (en el 84% de las fincas) excedió el valor máximo recomendado para las fincas lecheras (15%) (16).

El hecho de haber encontrado una alta prevalencia de mastitis subclínica en las fincas activa una alarma sobre posibles errores cometidos durante la rutina de ordeño y la higiene de la sala (26). Además, la mastitis es una de las enfermedades más importantes en el ganado lechero, ya que tiene efectos negativos no solo en la producción sino también en el bienestar, ya que se considera una de las enfermedades más dolorosas en las vacas lecheras (27). Sin embargo, se sabe poco sobre los efectos de la mastitis subclínica en el bienestar de las vacas y su relación con el dolor. Peters et al (28) encontraron que el umbral térmico nociceptivo tendía a ser menor en vacas con mastitis subclínica en comparación con vacas sanas, concluyendo que la mastitis subclínica podría ser un problema de bienestar. En Argentina, Suárez et al. (23) encontraron que el riesgo de sacrificio era 5.4 veces mayor para las vacas con mastitis subclínica en comparación con las vacas sanas. Se necesita más investigación en esta área para determinar el impacto en el bienestar de las vacas.

La segunda variable basada en el animal con bajo cumplimiento entre las fincas fue la suciedad de los miembros posteriores y la ubre. En este estudio, la mediana de la prevalencia de las vacas con patas y ubres sucias fue de 25% y 7%, respectivamente, lo cual fue similar a los hallazgos de García et al (8), quienes realizaron un estudio observacional entre 2008 y 2009 en la misma región lechera de Colombia. La suciedad de las vacas en nuestro estudio fue inferior a los valores informados en un estudio similar en México (donde > 80% de las vacas se encontraron con patas y ubre sucias (22)), en este estudio mexicano, los autores mencionaron que los productores no perciben esto como un problema.

Es importante tener en cuenta el riesgo asociado con tener animales sucios y la presentación de mastitis. Se ha encontrado que la higiene de las patas traseras se correlaciona con la higiene de las ubres, que también se correlaciona positivamente con la presentación de mastitis (29) y con las puntuaciones de CMT (23). Sant'Anna y Paranhos da Costa (11) encontraron un efecto positivo significativo del nivel de

suciedad de los miembros posteriores y la ubre en el recuento de células somáticas, lo que afectaría la calidad de la leche, el precio de la leche y el bienestar de las vacas.

Otras variables basadas en el animal con bajo cumplimiento fueron la prevalencia de heridas y moscas hematófagas, específicamente la *Haematobia irritans*. Con respecto a las heridas, el 32% de las fincas tenían más del 15% del hato con lesiones en la línea ventral. La causa de este tipo de lesiones es desconocida. Sin embargo, planteamos la hipótesis de que podría tratarse de una dermatitis filarial causada por *Stephanofilaria stilesi*, que se sabe que causa lesiones en el cordón umbilical y se inyecta en la piel de las vacas cuando la mosca *Haematobia irritans* se alimenta (30).

Con respecto a las moscas, en nuestro estudio, el 24% de las fincas tenían más del 15% de su hato con recuentos de *Haematobia irritans* por encima de 150 moscas/vaca. La presencia de moscas en el ganado lechero es un factor estresante que afecta no solo la producción sino también la comodidad de los animales. Una gran cantidad de moscas en una vaca afecta directamente la expresión de su comportamiento natural. Wolley et al (14) encontraron una correlación positiva entre la presencia de moscas y las respuestas de comportamiento del ganado, mostrando un aumento en los movimientos de la cabeza, patas, cola y piel, y un aumento en el tiempo que duran de pie y agrupadas para proteger su cuerpo de ser picado. Resultados similares fueron encontrados por Vitela-Mendoza et al (31) además de encontrar un mayor estrés (niveles más altos de cortisol) debido a la presencia de moscas.

Nuestros hallazgos señalan la necesidad de implementar planes de manejo integrales para controlar los ectoparásitos en las fincas lecheras.

Entre las variables basadas en el manejo y los recursos, se encontró que el incumplimiento con respecto a las condiciones y la limpieza del área de espera pre-ordeño fue una variable significativamente asociada con una disminución en el PBA general. García et al (8) encontraron que, en promedio, el 30% de las fincas tenían un área de espera sucia, un poco similar a nuestros hallazgos. Además, DeVries et al (32) encontraron que cuanto más tiempo pasaban las vacas paradas en el área de espera, peor era la higiene de las ubres. En un estudio observacional en Brasil, se encontró que el riesgo de metritis era 2.1 veces mayor para las vacas lecheras en

fincas con áreas de pre-ordeño sucias (33). Por lo tanto, si esta área está en malas condiciones, como descubrimos en nuestro estudio, el riesgo de suciedad de las ubres y, en consecuencia, mastitis, y metritis, podría ser mayor en las fincas con incumplimiento.

Con respecto a las diferencias relevantes entre las visitas por temporada, encontramos que durante la temporada de lluvias las vacas estaban más sucias (patas y ubres más sucias) en comparación con la temporada seca, que fue similar a los hallazgos de Sant'anna y Paranhos da Costa (11). DeVries et al (32) afirman que la higiene del área de descanso (donde se acuestan las vacas) puede influir en la suciedad de las ubres, mientras que el manejo del estiércol, la frecuencia de limpieza de los caminos, entre otros, son factores que pueden influir en la puntuación de suciedad de los miembros posteriores. Cuando las vacas se mantienen en fincas basadas en pastoreo, las condiciones de los potreros y los senderos durante el aumento de la precipitación son difíciles de controlar, por lo que se forman fácilmente charcos y flujos de lodo, lo que podría ser la causa del aumento de la suciedad durante la temporada de lluvias.

Conclusiones e implicaciones futuras. En su mayor parte, el nivel de bienestar de las fincas lecheras basadas en pastoreo en la Sabana de Bogotá, Colombia, fue bueno, ya que la mayoría de las fincas se clasificaron como 'buenas'. Esto significa que hay oportunidades de mejora, especialmente con respecto a la rutina de ordeño, la limpieza de las vacas y el control de ectoparásitos, por lo tanto, oportunidades para lograr la excelencia. Hay muchas fortalezas en términos de bienestar animal de los sistemas

de lechería especializada en pastoreo, que son el tipo más común de ganadería en Colombia. Las vacas viven en un entorno natural, con más espacio, libertad de movimiento y en general, con una superficie natural cómoda para descansar y acostarse. Sin embargo, se deben implementar estrategias para mitigar posibles factores negativos asociados a un ambiente al aire libre, como encharcamientos en los potreros, senderos y áreas de ordeño, y la presencia de moscas. Finalmente, en América Latina, la preocupación de los ciudadanos por el bienestar animal está aumentando, asociando los estándares de bienestar no solo con la compra ética de productos alimenticios, sino también con la seguridad alimentaria y la buena calidad (34). Por lo tanto, están dispuestos a pagar más por productos favorables al bienestar animal (34,35). En consecuencia, la mejora del nivel de bienestar en finca debe verse como un hito en el desarrollo estratégico de la industria láctea colombiana.

Conflicto de interés

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de interés.

Agradecimientos

Esta investigación fue financiada por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural del gobierno de Colombia y fue parte del proyecto "Desarrollo y aplicación de tecnologías para mejorar la producción y calidad de carne y leche" - Agenda de investigación y desarrollo rural de la Corporación Colombiana de Investigación Agrícola AGROSAVIA. Agradecemos a todos los productores que participaron en este estudio.

REFERENCIAS

1. Barrios Hernández D, Olivera Ángel M. Análisis de la competitividad del sector lechero: caso aplicado al norte de Antioquia, Colombia INNOVAR. Rev. Cienc. Admin. Soc. 2013; 23(48):33-41. Disponible en: <http://www.fce.unal.edu.co/media/files/innovar/v23n48/v23n48.pdf>
2. FEDEGAN. Estadísticas: Producción. [Online]. Federación Colombiana de Ganaderos: Colombia; 2019. [Accessed 1st May 2019]. URL Disponible en: <https://www.fedegan.org.co/estadisticas/produccion-0>
3. FEDEGAN. Estadísticas: Inventario ganadero. Predios ganaderos. [Online] Federación Colombiana de Ganaderos: Colombia; 2019. [Accessed 23 Nov 2019]. URL Disponible en: <https://www.fedegan.org.co/estadisticas/inventario-ganadero>
4. FEDEGAN. Ganadería Colombiana. Hoja de ruta 2018 – 2022. [Online]. Federación Colombiana de Ganaderos: Colombia; 2018. [Accessed 23 Nov 2019]. URL Disponible en: http://static.fedegan.org.co.s3.amazonaws.com/publicaciones/Hoja_de_ruta_Fedegan.pdf

5. Huertas SM, Gallo G, Galindo F. Drivers of animal welfare policy in the Americas. *Rev Sci Tech Off Int Epiz.* 2014;33(1):67-76. http://web.oie.int/boutique/index.php?page=ficprod&id_prec=1307&id_produit=1370&lang=en&fichrech=1
6. Mota-Rojas D, Orihuela A, Strappini-Asteggiano A, Cajiao-Pachón MN, Agüera-Buendía E, Patricia Mora-Medina, Ghezzi M, Alonso-Spilsbury M. Teaching animal welfare in veterinary schools in Latin America. *Int J Vet Sci. Med.* 2018; 6(2):131-140. <https://doi.org/10.1016/j.ijvsm.2018.07.003>
7. Paranhos da Costa MJR, Huertas SM, Gallo C, Dalla Costa OA. Strategies to promote farm animal welfare in Latin America and their effects on carcass and meat quality traits. *Meat Sci.* 2012; 92(3):221–226. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.03.005>
8. García-Castro FE, Márquez-Lara D, Donado-Godoy P, Medrano-Galarza C. Bienestar animal en ganado de leche de la Sabana de Bogotá – Colombia. Bogotá: Corpoica; 2012.
9. De Vries M, Bokkers EAM, van Schaik G, Botreau R, Engel B, Dijkstra T, de Boer IJM. Evaluating results of the Welfare Quality multi-criteria evaluation model for classification of dairy cattle welfare at the herd level. *J Dairy Sci.* 2013; 96(10):6264-6273. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6129>
10. Vasseur E, Gibbons J, Rushen J, de Passillé AM. Development and implementation of a training program to ensure high repeatability of body condition scoring of dairy cows. *J Dairy Sci.* 2013; 96(7):4725–4737. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2012-6359>
11. Sant'Anna AC, Paranhos da Costa MJR. The relationship between dairy cow hygiene and somatic cell count in milk. *J Dairy Sci.* 2011; 94(8):3835–3844. <http://www.doi.org/10.3168/jds.2010-3951>
12. Nash CGR, Kelton DF, DeVries TJ, Vasseur E, Coe J, Zaffino Heyerhoff JC, Bouffard V, Pellerin D, Rushen J, de Passillé AM, Haley DB. Prevalence of and risk factors for hock and knee injuries on dairy cows in tiestall housing in Canada. *J Dairy Sci.* 2016; 99(8):6496-6506. <http://doi.org/10.3168/jds.2015-10676>
13. Jensen KMB, Jespersen JB, Birkett MA, Pickett JA, Thomas G, Wadhams LJ, Woodcock CM. Variation in the load of the horn fly, *Haematobia irritans*, in cattle herds is determined by the presence or absence of individual heifers. *Med Vet Entomol.* 2004; 18(3):275–280. <http://doi.org/10.1111/j.0269-283X.2004.00506.x>
14. Woolley CE, Lachance S, DeVries TJ, Bergeron R. Behavioural and physiological responses to pest flies in pastured dairy cows treated with a natural repellent. *Appl Anim Behav Sci.* 2018; 207(2):1-7. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2018.07.009>
15. Ruegg P. Investigation of mastitis problems on farms. *Vet. Clin. N. Am. Food-A.* 2003; 19(1):47–73. [https://doi.org/10.1016/S0749-0720\(02\)00078-6](https://doi.org/10.1016/S0749-0720(02)00078-6)
16. Adkins PRF, Middleton JR. Methods for diagnosing mastitis. *Vet Clin N Am Food-A.* 2018; 34(3):479-491. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2018.07.003>
17. Flower FC, Weary DM. Effect of hoof pathologies on subjective assessments of dairy cow gait. *J Dairy Sci.* 2006; 89(1):139–146. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72077-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72077-X)
18. Hemsworth PH, Coleman GJ, Barnett JL, Borg S. Relationships between human-animal interactions and productivity of commercial dairy cows. *J Anim Sci.* 2000; 78(11):2821-2831. <https://doi.org/10.2527/2000.78112821x>
19. Grandin T. Behavioral agitation during handling of cattle is persistent over time. *Appl Anim Behav Sci.* 1993; 36(1):1-9 [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(93\)90094-6](https://doi.org/10.1016/0168-1591(93)90094-6)
20. Di Giacinto Villalobos A, Rojas González M, Estrada König S, Romero Zúñiga JJ. Bienestar animal en hatos lecheros especializados de Costa Rica asociados a una cooperativa de productores de leche. *Rev Cienc Vet.* 2014; 32(1):7-19. <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/veterinaria/index>

21. Castro Castro M. Evaluación del bienestar animal en sistemas de Producción de bovinos de leche intensivos de la zona Central de Chile utilizando el protocolo Welfare Quality®. [Tesis]. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. Escuela de Ciencias Veterinarias. 2017. Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/151117>
22. Silva Salas MA, Torres Cardona MG, Brunett Pérez L, Peralta Ortiz JJG, Jiménez-Badillo M. Evaluación de bienestar de vacas lecheras en sistema de producción a pequeña escala aplicando el protocolo propuesto por Welfare Quality. *Rev Mex Cienc Pecu.* 2017; 8(1):53-60. <http://dx.doi.org/10.22319/rmcp.v8i1.4306>
23. Suárez H, Martínez GM, Bertoni EA. Mastitis, a Health- Related Indicator of Dairy Cow Welfare and Productivity Víctor. *J Dairy Vet Sci.* 2017; 4(5):1-5. <http://doi.org/10.19080/JDVS.2017.04.555650>
24. Ramírez Vásquez N, Arroyave Henao O, Cerón-Muñoz M, Jaramillo M, Cerón J, Palacio LG. Factores asociados a mastitis en vacas de la microcuenca lechera del altiplano norte de Antioquia, Colombia. *Rev. Med. Vet.* 2011; 22:31-42. <https://doi.org/10.19052/mv.562>
25. Mendoza JA, Vera YA, Peña LC. Prevalencia de mastitis subclínica, microorganismos asociados y factores de riesgo identificados en hatos de la provincia de pamplona, Norte de Santander. *Rev Med Vet. Zoot.* 2017; 64(2):11-24. <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v64n2.67209>
26. Maddalena Zucali M, Bava L, Tamburini A, Brasca M, Vanoni L, Sandrucci A. Effects of season, milking routine and cow cleanliness on bacterial and somatic cell counts of bulk tank milk. *J Dairy Res.* 2011; 78(4):436-441. <https://doi.org/10.1017/S0022029911000598>
27. Medrano-Galarza C, Gibbons J, Wagner S, de Passillé AM, Rushen J. Behavioral changes in dairy cows with mastitis. *J Dairy Sci.* 2012; 95(12):6994-7002. <https://dx.doi.org/10.3168/jds.2011-5247>
28. Peters MDP, Silveira IDB, Fischer V. Impact of subclinical and clinical mastitis on sensitivity to pain of dairy cows. *Anim.* 2015; 9(12):2024-2028. <https://doi.org/10.1017/S1751731115001391>
29. Dohmen W, Neijenhuis F, Hogeveen H. Relationship between udder health and hygiene on farms with an automatic milking system. *J Dairy Sci.* 2010; 93(9):4019-4033. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-3028>
30. Franco Silva LA, Rabelo RE, de Moura MI, Soares Fioravanti CC, Ferreira Borges LM, Rocha de Oliveira Lima C. Epidemiological aspects and treatment of parasitic lesions similar to Stephanofilariasis disease in nursing cows. *Cienc Agrar* 2010; 31(3):689-698. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2010v31n3p689>
31. Vitela-Mendoza I, Cruz-Vázquez C, Solano-Vergara J, Orihuela-Trujillo A. Short communication: Relationship between serum cortisol concentration and defensive behavioral responses of dairy cows exposed to natural infestation by stable fly, *Stomoxys calcitrans*. *J Dairy Sci.* 2016; 99(12):9912-9916. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2016-11484>
32. DeVries TJ, Aarnoudse MG, Barkema HW, Leslie KE, von Keyserlingk MAG. Associations of dairy cow behavior, barn hygiene, cow hygiene, and risk of elevated somatic cell count. *J Dairy Sci.* 2012; 95(10):5730-5739. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2012-5375>
33. Rolnei R, Daros RR, Hötzel MJ, Bran JA, LeBlanc SJ, von Keyserlingk MAG. Prevalence and risk factors for transition period diseases in grazing dairy cows in Brazil. *Prev Vet Med.* 2017; 145(15):16-22. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2017.06.004>
34. Vargas-Bello-Perez E, Miranda-de la Lama GC, Lemos Teixeira D, Enríquez-Hidalgo D, Tadich T, Lensink J. Farm Animal Welfare Influences on Markets and Consumer Attitudes in Latin America: The Cases of Mexico, Chile and Brazil. *J Agric Environ Ethics.* 2017; 30(5):697-713. <http://doi.org/10.1007/s10806-017-9695-2>
35. Miranda-de la Lama GC, Estévez-Moreno LX, Sepúlveda WS, Estrada-Chavero MC, Rayas-Amor AA, Villarroel M, María GA. Mexican consumers' perceptions and attitudes towards farm animal welfare and willingness to pay for welfare friendly meat products. *Meat Sci.* 2017; 125:106-113. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.12.001>