

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**Determinación y cuantificación de indicadores de bienestar animal en 10 establos
de la Región Lagunera**

**POR
JESSICA YARITZA LEGARDA MENDOZA**

**TESIS
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:**

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA

MAYO DE 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

Determinación y cuantificación de indicadores de bienestar animal en 10
establos de la Región Lagunera

POR
JESSICA YARITZA LEGARDA MENDOZA

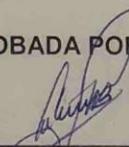
TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

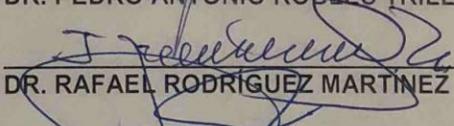
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

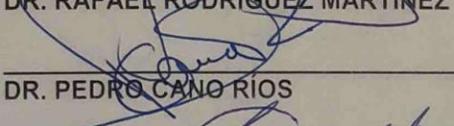
PRESIDENTE:


DR. PEDRO ANTONIO ROBLES TRILLO

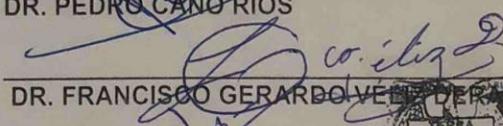
VOCAL:

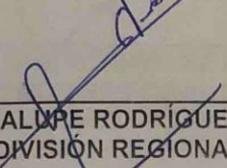

DR. RAFAEL RODRIGUEZ MARTINEZ

VOCAL:


DR. PEDRO CANO RÍOS

VOCAL SUPLENTE:


DR. FRANCISCO GERARDO VELA DE LAS


MVZ. J. GUADALUPE RODRIGUEZ MARTÍNEZ
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal

TORREÓN, COAHUILA

MAYO DE 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

Determinación y cuantificación de indicadores de bienestar animal en 10
establos de la Región Lagunera

POR
JESSICA YARITZA LEGARDA MENDOZA

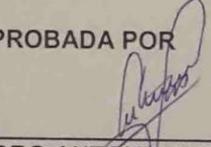
TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

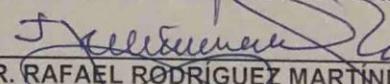
APROBADA POR

ASESOR PRINCIPAL:



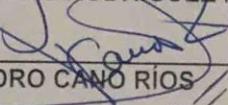
DR. PEDRO ANTONIO ROBLES TRILLO

ASESOR:

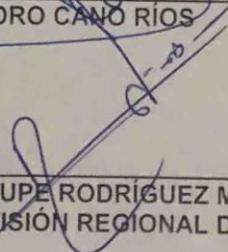


DR. RAFAEL RODRIGUEZ MARTINEZ

ASESOR:



DR. PEDRO CANO RÍOS



MVZ. J. GUADALUPE RODRIGUEZ MARTINEZ
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL


Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal

TORREÓN, COAHUILA

MAYO DE 2018

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por poner siempre los medios y las personas correctas en mi vida para permitirme llegar hasta este momento.

A la UAAAN-UL, mi Alma Mater, por darme la oportunidad de formarme para mi vida profesional, siempre estará en mi corazón.

A mi asesor Dr. Pedro Antonio Robles Trillo, por su amistad, su apoyo durante toda mi carrera y gran ayuda en la realización de este trabajo pues por él este culminó exitosamente.

Al Dr. Rafael Rodríguez Martínez, Dr. Pedro Cano Ríos y Dr. Francisco Gerardo Véliz Deras, por haber aceptado participar en la presentación de mi examen profesional:

Al MC. Luis Ramón Saucedo Valenzuela y al MVZ. EPAB. Francisco Papadakis Reyes, por su apoyo, amistad y colaboración para la realización de este trabajo.

Al jurado, por sus sugerencias, observaciones y correcciones en la revisión de este trabajo.

DEDICATORIA

A mis padres, Carmen Lilia Mendoza Meza y Luis Alberto Legarda Ordoñez, por darme la vida, por su confianza, sacrificio y dedicación.

A mi hermano, Luis Alberto Legarda Mendoza, por cuidarme y hacerme saber que siempre podré contar con su apoyo y amor.

A mi novio, Cruz Omar Alderete Loera, por su amor, paciencia y ayuda a lo largo de todo el proceso de este trabajo. * ♡

A mis amigos, con quienes compartí una de las mejores etapas de mi vida, por su motivación y apoyo incondicional.

A David Ávila, por su manera tan especial de motivarme a concluir este trabajo.

RESUMEN

La creciente atención mundial al bienestar de los animales de granja ha llevado a muchos programas diferentes diseñados para asegurar un cierto nivel de bienestar animal en la producción de alimentos. El objetivo del presente trabajo fue evaluar y comparar el bienestar que presentan las vacas en periodo de reto, frescas y altas productoras de 10 establos en La Comarca Lagunera mediante indicadores propuestos como factibles para la estimación del estado de bienestar de un hato determinado, siendo estos: condición corporal, llenado de rumen, actividad de rumia, locomoción y densidad de población. Las visitas se llevaron a cabo en el periodo comprendido entre el 20 de junio al 11 de octubre de 2017, evaluando un total de 2,689 animales durante y después de la ordeña para determinar el llenado de rumen, la condición corporal (CC), locomoción, rumia y densidad de población de vacas en reto, frescas y altas productoras. El llenado de rumen se evaluó durante el traslado de las vacas hacia la sala de ordeña, a excepción de las de reto las cuales se observaron en su corral, considerando los puntos 1 y 2 de la clasificación propuesta por. La CC también se midió durante el traslado a la sala de ordeña o mientras se entrampaban para el manejo de rutina con el método descrito por el *Welfare Quality® Assessment Protocol* para bovinos lecheros, considerando los puntos 1: muy delgada y 2: muy gorda, apoyándonos también con el sistema de evaluación de Elanco. La locomoción se valoró utilizando un esquema modificado agrupando las vacas con puntuación 2 y 3 en el grupo 1 – Moderadamente cojas y 4 y 5 en el grupo 2 – Severamente cojas. La evaluación se llevó a cabo mientras las vacas se dirigían a la sala de ordeño. Debido a que no todos los establos movilizaban de su corral a las vacas en estado preparto, no fueron consideradas para llevar a cabo la calificación del estado de locomoción. La actividad de rumia se determinó visualmente a una distancia considerable para no modificar la conducta de los animales con la presencia del observador seleccionando al azar tres perímetros (4mt de ancho por 10mt de profundidad) equidistantes en cada corral de cada estado fisiológico de los hatos evaluados. En cada área de muestreo se contó el total de animales rumiando y se obtuvo el porcentaje de rumia en relación al total de vacas en el área, repitiendo el procedimiento dos veces al día. Los animales que se encontraban comiendo no se tomaron en cuenta para esta evaluación. La densidad de población se determinó mediante el número de animales en

el corral en relación a la capacidad de comederos disponibles por corral. Para la variable de llenado de rumen se observó diferencia significativa ($P < 0.05$) entre el grupo de vacas frescas y los otros dos grupos de animales con una media de 22% de vacas con rumen vacío. También hubo diferencia significativa en la evaluación de la CC donde las vacas frescas y en periodo de reto presentaron una media de 13% de animales con CC extrema mientras que las vacas altas productoras obtuvieron una media de 5%. Los resultados del presente trabajo muestran que hubo diferencias significativas en las comparaciones del llenado ruminal y la CC de las vacas en las tres etapas de lactancia evaluadas, siendo los animales en periodo de transición los que presentan un menor bienestar animal en base a los indicadores considerados. Por lo anterior, concluimos que es de suma importancia el manejo adecuado del periodo de transición y el constante monitoreo del mismo ya que es la etapa en la que las vacas presentan un mayor riesgo de padecer enfermedades y, por lo tanto, presentar un pobre bienestar.

Palabras clave: confort, bovinos lecheros, periodo de transición, criterios, evaluación.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	ii
RESUMEN	iii
ÍNDICE DE CUADROS	vi
INTRODUCCIÓN	1
REVISIÓN DE LITERATURA	2
Buena alimentación	5
Rumia	5
Llenado ruminal	7
Condición corporal	8
Factores de alojamiento que determinan el bienestar animal	10
Estrés Calórico	11
Densidad de Población	12
Comportamiento de descanso	14
Buena Salud	15
Locomoción.....	15
MATERIALES Y MÉTODOS	20
Localización y duración del estudio	20
Indicadores	21
Llenado de rumen	21
Condición corporal	21
Locomoción.....	21
Rumia	22
Densidad de población.....	22
Análisis estadístico.....	22
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
CONCLUSIÓN	30
LITERATURA CITADA	31

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Sistema de puntuación visual para el llenado de rumen.....	8
Cuadro 2. Sistema de puntuación modificado para la evaluación de la locomoción.....	17
Cuadro 3. Sistema de puntuación para la evaluación de la locomoción.....	19
Cuadro 4. Comparación de la calificación de llenado ruminal en 3 estados de lactancia de vacas de 10 establos.....	23
Cuadro 5. Comparación de medias de la calificación de llenado ruminal de los tres estados de lactancia de 10 establos.....	24
Cuadro 6. Comparación de la calificación de rumia en 3 estados de lactancia de vacas de 10 establos.....	25
Cuadro 7. Comparación de Locomoción en 2 estados de lactancia de vacas de 10 establos.....	26
Cuadro 8. Comparación de la calificación de la condición corporal en 3 estados de lactancia de vacas de 10 establos.....	27
Cuadro 9. Comparación de medias de la calificación de la condición corporal de los tres estados de lactancia de los 10 establos.....	28
Cuadro 10. Comparación de Densidad de Población en 3 estados de lactancia de vacas de 10 establos.....	29

INTRODUCCIÓN

La demanda de sistemas de garantía de productos de origen animal de alta calidad, en términos de salud, seguridad y respeto del bienestar de los animales, ha ido en aumento durante las últimas décadas. Las presiones económicas, innovaciones tecnológicas, los cambios demográficos y las expectativas del consumidor han contribuido al impulso de los cambios en la industria láctea mundial. Estos cambios han tenido profundos efectos en la salud y bienestar de las vacas lecheras y en las prácticas y sistemas de manejo de las mismas (Battini et al., 2014; Barkema et al., 2015). La creciente atención mundial al bienestar de los animales de granja ha llevado a muchos programas diferentes diseñados para asegurar un cierto nivel de bienestar animal en la producción de alimentos (Tind & Fraser, 2010).

La Organización Mundial de Sanidad Animal define a un animal con bienestar cuando este está "sano, cómodo, bien nutrido, seguro, es capaz de expresar un comportamiento innato y que está sufriendo estados desagradables como el dolor, el miedo y la angustia" (von Keyserlingk, Rushen, de Passillé, & Weary, 2009). En el 2008 el protocolo de Welfare Quality definió 4 áreas principales de las necesidades de los animales. Estos principios y criterios de bienestar son los siguientes: 1. Buena alimentación: ausencia de hambre prolongada, ausencia de sed prolongada; 2. Buena vivienda: comodidad alrededor del descanso, confort térmico, facilidad de movimiento; 3. Buena salud: ausencia de lesiones, ausencia de enfermedad, ausencia de dolor inducido por procedimientos de manejo y 4. Comportamiento apropiado: expresión de los comportamientos sociales, expresión de otros comportamientos, buena relación humano-animal, estado emocional positivo. (Battini et al., 2014)

Para evaluar el bienestar animal a nivel de granja existen dos categorías amplias de indicadores: indicadores basados en el animal, por ejemplo, condición corporal y locomoción; e indicadores basados en los recursos, por ejemplo, densidad de población (de Vries et al., 2016). Sin embargo, la evaluación del

bienestar animal a nivel granja requiere de mucho tiempo y dinero, por lo que ha surgido la necesidad de utilizar indicadores de mayor relevancia en el bienestar.

Debido a su impacto laboral y el derrame económico que genera, la producción de leche constituye una de las actividades económicas más importantes de La Región Lagunera, sin embargo, no existe información sobre estudios de bienestar que se hayan hecho en la región a nivel de producción animal. El objetivo del presente trabajo fue evaluar y comparar el bienestar que presentan las vacas en periodo de reto, frescas y altas de 10 establos en La Comarca Lagunera mediante indicadores propuestos como factibles para la estimación del estado de bienestar de un hato determinado, siendo estos: condición corporal, llenado de rumen, actividad de rumia, locomoción y densidad de población.

REVISIÓN DE LITERATURA

Las preocupaciones sobre el bienestar de los animales típicamente incluyen 3 preguntas: ¿está funcionando bien el animal? (por ejemplo, buena salud, productividad, etc.), ¿el animal se siente bien? (por ejemplo, ausencia de dolor, etc.) y, ¿el animal es capaz de vivir de acuerdo con su naturaleza? (por ejemplo, realizar comportamientos naturales que se piensa que son importantes para él, como el pastoreo). La Organización Mundial de Sanidad Animal define a un animal con bienestar cuando este está "sano, cómodo, bien nutrido, seguro, es capaz de expresar un comportamiento innato y que está sufriendo estados desagradables como el dolor, el miedo y la angustia" (von Keyserlingk et al., 2009).

La demanda de sistemas de garantía de productos de origen animal de alta calidad, en términos de salud, seguridad y respeto del bienestar de los animales, ha ido en aumento durante las últimas décadas. Las presiones económicas, innovaciones tecnológicas, los cambios demográficos y las expectativas del consumidor han contribuido al impulso de los cambios en la industria láctea mundial. Estos cambios han tenido profundos efectos en la salud y bienestar de las vacas lecheras y en las prácticas y sistemas de manejo de las mismas (Battini

et al., 2014; Barkema et al., 2015). El término calidad se refiere a las expectativas que los clientes tienen respecto a cierto servicio o producto. Implícitamente se refiere tanto a las características técnicas del producto, el proceso de producción del que proviene y la percepción que el cliente tiene sobre ambos, sin embargo, la calidad ya no puede asociarse solo al producto, sino que debe extenderse al propio proceso de producción. La sanidad animal, el bienestar de los animales, la seguridad alimentaria y la salud pública se han convertido en cuestiones primordiales en la política, en la estrategia de los minoristas, en la preocupación de los consumidores y, en última instancia, entre los propios productores (Noordhuizen & Metz, 2005).

Más allá de las demandas del mercado, las preocupaciones sobre el bienestar de los animales deben seguir un razonamiento más profundo, como reconocer que los animales tienen el derecho a vivir saludable y cómodamente. Cualquiera que sea la opinión de una sociedad sobre la importancia del bienestar animal, la interpretación y evaluación moral de lo que constituye bienestar o, lo que es más importante, problemas de bienestar, difiere entre culturas, regiones, tiempo e individuos (Ohl & Van Der Staay, 2012). No obstante, la industria de la carne de vacuno sigue careciendo de esta cuestión. Los procesos de producción modernos están diseñados para maximizar la productividad y la rentabilidad, sin considerar las necesidades básicas de salud y bienestar animal (Saucedo, Chavez, & Jurado, 2013).

La ambición de la ganadería moderna es criar y mantener un ganado productivo y saludable (Meen et al., 2015) y el bienestar de los animales se está convirtiendo cada vez más en una preocupación de la política internacional y en las operaciones comerciales (Costa, Hötzel, Longo, & Balcão, 2013). El bienestar de los animales de granja depende del cuidado humano. Los productores deciden tanto la elección de los sistemas de vivienda como la forma en que se maneja el sistema (Kielland, Skjerve, Østerås, & Zanella, 2010). Es por esto que los productores individuales y especialistas deben examinar cada fase de sus operaciones y adoptar principios, minimizando el estrés y ofreciendo la máxima

oportunidad para condiciones saludables (Albright, 1983).

Esta creciente atención mundial al bienestar de los animales de granja ha llevado a muchos programas diferentes diseñados para asegurar un cierto nivel de bienestar animal en la producción de alimentos (Tind & Fraser, 2010). Es importante recordar que las normas de bienestar comercialmente aceptables en base a la productividad del hato no necesariamente significan que el bienestar animal individual es óptimo, es por eso que se requiere una evaluación multi-criterio utilizando una multitud de indicadores de bienestar (Graaf et al., 2017).

A los científicos en bienestar animal se les ha asignado la tarea de definir parámetros objetivos y cuantificables del estado de bienestar de los animales en determinadas condiciones y proporcionar soluciones a los problemas de bienestar animal identificados por la sociedad (Ohl & Van Der Staay, 2012). La evaluación del bienestar animal a nivel establo puede basarse en la evaluación de la provisión de recursos y manejo, observación directa de los animales y examen de los registros de la granja. Considerando que la inspección del medio ambiente puede indicar el potencial de ciertas condiciones de bienestar, la evaluación de la salud, la condición corporal y el comportamiento de los animales puede utilizarse para inferir los efectos de la vivienda y el manejo sobre el bienestar de estos animales (Costa et al., 2013).

Para mejorar la eficiencia al identificar hatos lecheros con un bajo bienestar, una estrategia prometedora es estimar el nivel de bienestar de los hatos basados en datos más sencillos de obtener. Varios estudios han explorado la posibilidad de predecir el bienestar del ganado lechero basándose en datos de hatos disponibles en bases de datos nacionales. Estos datos son colectados de manera rutinaria de los establos y van relacionados a la identificación y registro, productividad y fertilidad. Sin embargo, hasta ahora esto no ha sido muy acertado, pudiendo llevar al riesgo de obtener estimaciones incorrectas del nivel de bienestar de los hatos (de Vries et al., 2016).

La evaluación del bienestar animal requiere un enfoque multidimensional y debe tener como objetivo determinar el bienestar real de los animales, incluyendo

tanto su estado físico como mental. Los principios y criterios de bienestar son los siguientes:

1. Buena alimentación: ausencia de hambre prolongada, ausencia de sed prolongada;
2. Buena vivienda: comodidad alrededor de descanso, confort térmico, facilidad de movimiento;
3. Buena salud: ausencia de lesiones, ausencia de enfermedad, ausencia de dolor inducido por procedimientos de manejo;
4. Comportamiento apropiado: expresión de los comportamientos sociales, expresión de otros comportamientos, buena relación humano-animal, estado emocional positivo. (Battini et al., 2014)

El primer paso en un análisis del bienestar de los animales es describir las prácticas de manejo más comúnmente utilizados que pueden ser un peligro para el bienestar de los animales (Vasseur et al., 2010).

Buena alimentación

Rumia

La rumia es un comportamiento natural para los rumiantes; es necesaria para descomponer el tamaño de las partículas de alimentación de manera que puedan pasar a través del orificio reticulo-omasal. Además, es esencial para proporcionar a las bacterias del rumen un mayor acceso a las partículas de alimento durante la fermentación microbiana. La rumia se ha asociado con la salud en ganado lechero y, más recientemente, los cambios en la rumia se han utilizado para evaluar las respuestas a los factores de estrés agudos y a enfermedades (Schirrmann, Chapinal, Weary, Heuwieser, & von Keyserlingk, 2012).

La rumia es el proceso de regurgitación, remasticación, salivación y deglución de ingesta para reducir el tamaño de partícula del alimento y mejorar la digestión de las fibras (Schirrmann, von Keyserlingk, Weary, Veira, & Heuwieser, 2009). El estímulo para iniciar la rumia es el contacto de partículas gruesas en la

pared ruminal; se produce una contracción del retículo que precede las contracciones del ciclo de mezcla y eleva el material por encima del nivel del cardias; este se abre y el alimento es absorbido por una presión negativa, similar a la del eructo. Se regurgita un bolo de aproximadamente 130 gr con cierta cantidad de líquido. La remasticación dura de 25 a 60 segundos y consiste en 30 a 80 movimientos horizontales de mandíbula, típicos de los rumiantes. Al cabo de aproximadamente un minuto, el bolo es reingerido y vuelve al rumen tal como un bolo recién consumido, pero ya más despedazado y más fácilmente atacable por las bacterias. Los períodos de rumia son cortos, de 20 a 50 minutos, raramente más de 90, y tienden a ser más frecuentes después de las comidas.

Los rumiantes son capaces de convertir materiales vegetales fibrosos y ricos en celulosa en fuentes de energía. Estos materiales fibrosos se someten primero a la fermentación pregástrica, en segundo lugar, se regurgitan en intervalos frecuentes, se vuelven a masticar y finalmente se tragan de nuevo para una degradación adicional (Ambriz-Vilchis, Jessop, Fawcett, Shaw, & Macrae, 2015).

La rumia reduce el tamaño de partícula del alimento para la degradación ruminal e inicia el proceso de extracción del contenido soluble del alimento. Además, al estimular la producción de saliva, la rumia ayuda a mantener la función correcta (Ambriz-Vilchis et al., 2015), y mejorar la salud ruminal (Schirrmann et al., 2009), manteniendo el pH dentro de un intervalo adecuado para la actividad celulolítica microbiana (Ambriz-Vilchis et al., 2015).

Se ha propuesto que la actividad ruminal podría utilizarse como un indicador de salud y bienestar animal, ya que tiene un efecto significativo sobre la ingesta y la utilización de forraje, que se correlacionan directamente con el rendimiento, la salud y el bienestar (Ambriz-Vilchis et al., 2015). La disminución de la rumia se interpreta como un indicador de estrés, ansiedad o enfermedad y está influenciada por factores nutricionales como la digestibilidad del alimento, el consumo de fibra detergente neutro (FDN), la composición dietética y la calidad del forraje (Schirrmann et al., 2009). Durante el estrés por calor también se puede

reducir la rumia y se observa un menor flujo sanguíneo al epitelio ruminal (Soriani, Panella, & Calamari, 2013).

Inmediatamente después del parto, las vacas sufren de algunos cambios tales como su reagrupamiento a un corral de frescas, son ordeñadas 2 o 3 veces al día y alimentadas con una dieta diferente (lactante). Se ha demostrado que la rumia se ve afectada por el estrés y alterada por los cambios en el manejo, como el reagrupamiento o cambios en la dieta, especialmente en FDN o el tamaño de partícula del forraje (Schirmann, Chapinal, Weary, Vickers, & von Keyserlingk, 2013). Por otra parte, los tiempos de rumia y de descanso se asocian positivamente, ayudando a explicar por qué los picos de rumia se dan en la noche cuando es más probable que las vacas estén descansando (y menos probable que se estén alimentando) (Schirmann et al., 2012).

Llenado ruminal

Los cambios en el consumo de alimento son útiles en la detección temprana de enfermedades en vacas lecheras. La ingesta de materia seca (IMS) reducida se asocia con la manifestación clínica de enfermedades como la mastitis. Estudios recientes han demostrado que la disminución de la IMS preparto es un factor de riesgo para la metritis y la cetosis subclínica postparto. El llenado ruminal, definido como la cantidad total de líquido y MS (kg) en el rumen, está relacionado con la IMS, la composición de la ración, la digestibilidad y la velocidad de paso del alimento ingerido Burfeind et al., (2010), quienes promueven el uso sistemático de signos visualmente discernibles ("señales de la vaca") como una herramienta para monitorear la salud de las vacas. Estas señales incluyen un sistema de puntuación visual de 5 puntos para el llenado del rumen:

Cuadro 1. Sistema de puntuación visual para el llenado de rumen (tomado de Burfeind et al., (2010).

Puntuación de llenado ruminal	Apariencia de la fosa paralumbar		
	Relación con los procesos transversales	Relación con la última costilla	Forma
1	Cavita el ancho de una mano dentro de los procesos transversales	Cavita el ancho de una mano detrás de ella	Rectángulo vacío
2	Cavita menos que el ancho de una mano dentro de los procesos transversales	Cavita el ancho de una mano detrás de ella	Triángulo
3	Cae verticalmente hacia abajo más o menos el ancho de una mano y luego se abulta hacia fuera	Cavita menos que el ancho de una mano detrás de ella	
4	Se arquea inmediatamente por debajo de los procesos transversales	La piel está cubriendo el área detrás de ella	Se abulta directamente
5	Procesos transversales no visibles	Última costilla no visible	El rumen casi la borra

Condición corporal

La condición corporal (CC) se considera cada más vez como una medida del estado de bienestar para vacas lecheras. Battini et al., (2014) y Vasseur, Gibbons, Rushen, & de Passillé, (2013) coinciden en que la CC es un método subjetivo para la evaluación del estado nutricional de los animales de granja en base a la estimación de la grasa corporal, mientras que Matthews, Cameron, Sheahan, Kolver, & Roche, (2012) lo consideran un indicador de bienestar válido en muchas especies: bovinos, búfalos, ovejas y cabras, ya que se asocia con el historial de niveles de consumo de alimento y la incidencia de trastornos de la salud en el periparto. Su validez concurrente ha sido confirmada por Russel et al. (1969) y Santucci et al. (1991), quienes encontraron que la CC es un buen

predictor de los depósitos de grasa y está altamente correlacionada con el contenido de grasa de la canal.

El primer sistema de puntuación para vacas lecheras fue una escala de 0-5 puntos, adaptado de un sistema utilizado para clasificar al ganado bovino de carne. Otros sistemas de CC evolucionaron independientemente en todo el mundo, con una escala más refinada de 6 puntos en el Reino Unido (0-5), una escala de 8 puntos desarrollada en Australia (1-8), un sistema de 5 puntos establecida en los Estados Unidos (1-5), y una escala de 10 puntos introducido en Nueva Zelanda (1-10) (Roche, Kay, Friggens, Loor, & Berry, 2013).

La mayoría de las enfermedades metabólicas se deben a la pérdida excesiva de CC, insuficiencia nutricional, o a la falta de procesos metabólicos principales para el cambio de las demandas de gestación a las de lactancia. Se ha reportado una asociación lineal entre la CC y la incidencia de fiebre de leche, donde las probabilidades de que una vaca la padeciera era 13% y 30% superiores con una CC al parto de menos de 2.5 y mayor que 3.5, respectivamente, en comparación a las de CC de 3.0 al parto. Una CC excesiva al parto resulta en una mayor pérdida de CC después del parto, lo que aumenta el riesgo de fiebre puerperal, cetosis e hígado graso. El riesgo de cetosis se duplica en vacas lecheras con una CC al parto de más de 3.5 en comparación con las de CC de 3.25 al parto. Así, vacas más gordas produjeron más leche, pero tuvieron una mayor pérdida de CC después del parto y tanto un mayor grado de infiltración de grasa en el hígado como un mayor riesgo de enfermedades metabólicas asociadas a lipidosis hepática excesiva. En comparación, las vacas delgadas corren el riesgo de una reducción acentuada de la competencia inmune en el periparto si se someten a una restricción de alimento antes del parto, probablemente aumentando el riesgo de enfermedades infecciosas (Roche et al., 2015, 2013).

Roche et al., (2009) y Matthews et al., (2012) coinciden en que este perfil variará entre las estaciones del año, los animales, las razas y estirpes genéticas, y los sistemas de manejo. Por ejemplo, las vacas con mejor genética para la

producción de leche y como resultado, un perfil de lactancia elevado, tienen un perfil de CC deprimido. Se ha reportado que factores a nivel de hato, tales como la carga animal, el contenido de carbohidratos no estructurales (CNE) en la ración totalmente mezclada (RTM), el nivel de concentrado ofrecido a vacas alimentadas con pasto, o si los animales pastorean o se les ofrece una RTM completa también afectan la CC de la vaca.

Por otro lado, Matthews et al., (2012) asoció negativamente el consumo de materia seca ($p < 0,05$) con la CC durante la lactancia media y tardía. Para el ganado lechero alimentado con concentrado, se ha reportado una relación negativa entre la CC y la IMS asociándose también con una CC más elevada ($P < 0.01$) en la lactancia mediana y tardía, pero no en la lactancia temprana.

Como las vacas no son capaces de consumir suficiente alimento para satisfacer sus necesidades energéticas durante la lactancia temprana, se ha demostrado que los perfiles CC de las vacas después del parto se comportan de manera contraria a la curva de producción de leche, disminuyendo la CC conforme aumenta la producción de leche (Adams et al., 2017).

Factores de alojamiento que determinan el bienestar animal

En las operaciones lecheras se utiliza una amplia gama de sistemas de vivienda y manejo, y algunos pueden afectar negativamente el bienestar de la vaca (Adams, Lombard, Fossler, Román-Muñiz, & Koprál, 2017), pudiendo verse afectado, por ejemplo, por el entorno físico en que está alojado el ganado (diseño de los establos, tipo de suelo, diseño de comedero, la calidad del medio ambiente, etc.), y mediante la estrategia de agrupación y la densidad de población. Mejorar el nivel de bienestar en una granja ajustando los factores de vivienda o manejo es complicado porque el bienestar animal es un concepto multidimensional, sin embargo, conocer las posibles sinergias de los factores de vivienda y manejo para diferentes indicadores de bienestar animal es esencial para los productores que buscan mejorar el nivel de bienestar general de su hato (de Vries et al., 2015).

El riesgo relativo de higiene puede variar dependiendo de la cama porque los diferentes tipos de ésta tienen cargas bacterianas diferentes. Los conteos bacterianos en los extremos de los pezones son relativamente bajos en las vacas alojadas en la arena, en comparación con las vacas alojadas en aserrín. Sin embargo, existen más estreptococos en los extremos de los pezones cuando las vacas son alojadas en camas de arena, pero en la arena limpia hay un menor crecimiento de *Klebsiella pneumoniae*. Estas diferencias en las cargas bacterianas son importantes porque son un indicador de crecimiento en arena. Por otro lado, Kull, Ingle, Black, Eberhart, & Krawczel (2017) encontraron que la cama de arena reciclada es una fuente de *Mycoplasma spp.*, bacterias que pueden causar mastitis; sin embargo, cuando se limpió la arena reciclada con un desinfectante común ya no se pudo aislar *Mycoplasma spp.*

Estrés Calórico

Los efectos adversos del estrés por calor sobre el rendimiento del ganado siempre van acompañados de efectos negativos en los parámetros fisiológicos y de bienestar de los animales (Honig et al., 2012). El estrés térmico se produce cuando las temperaturas superan la zona termo neutral (ZTN) del animal (Fabris et al., 2017). Por otra parte, se sabe que las vacas lecheras tienen una fuerte motivación de buscar sombra para evitar el calor y la luz solar durante el tiempo de calor y que el consumo subóptimo de agua disminuye el rendimiento animal notablemente más rápido que cualquier otro nutriente y, si se combina con el estrés térmico, puede comprometer gravemente el bienestar de los animales (Costa et al., 2013).

El estrés térmico en los rumiantes también se asoció con reducciones en la frecuencia y amplitud de las contracciones del rumen y un retraso en el pasaje de la ingesta (Honig et al., 2012) y se ha recomendado el enfriamiento activo de las vacas usando ventiladores y aspersores como una práctica de manejo común para la reducción del estrés por calor (Fabris et al., 2017).

Densidad de Población

Desde finales de los años setenta se han investigado las necesidades de espacio de las vacas lecheras lactantes y siguen siendo un área activa de investigación debido a los posibles efectos sobre el comportamiento, la productividad y el bienestar (Krawczel et al., 2012). La cantidad de espacio que se proporciona a los animales en explotaciones intensivas es una de las cuestiones más polémicas para el público preocupado por el bienestar de los animales de granja. Telezhenko, von Keyserlingk, Talebi, & Weary (2012) describieron que el espacio por animal puede afectar el costo de construcción, pero que mantener a los animales en condiciones de sobrepoblación puede conducir a problemas de comportamiento y de salud.

Las diferencias en las densidades de los animales no se controlan por un solo factor sino por la combinación del tamaño del grupo y el tamaño del corral. Sin embargo, Wang et al. (2016) investigaron los efectos de diferentes densidades de población sobre el comportamiento, la productividad y los índices de confort de las vacas lecheras Holstein lactantes, observando que la subpoblación contribuye al comportamiento natural de las vacas (descanso, alimentación, comportamiento de rumia) mientras que la sobrepoblación no causó efecto negativo en el comportamiento, la productividad e índices de comodidad de vacas.

La industria lechera recomienda que cada vaca tenga aproximadamente 0,6 m lineales de espacio de comedero y un 5% de exceso de alimento (en relación con los requisitos estimados) para garantizar el acceso a alimento 24 h/día (Collings, Weary, Chapinal, & von Keyserlingk, 2011), para asegurar que todas las vacas puedan alimentarse simultáneamente (Huzzey, DeVries, Valois, & von Keyserlingk, 2006) y reducir la competencia (Vasseur et al., 2015), mientras que incrementar la densidad de población puede aumentar la competencia sobre los comederos y disminuir el tiempo que las vacas pasan alimentándose y echadas (Talebi, von Keyserlingk, Telezhenko, & Weary, 2014), además de que la sobrepoblación reduce el tiempo de descanso y las interacciones agresivas son también más comunes cuando las vacas están en sobrepoblación porque

compiten por recursos limitados (Fregonesi, Tucker, & Weary, 2007).

El comportamiento alimentario en las vacas lecheras alojadas libremente se ve afectado por el diseño de los comederos y el manejo de la alimentación, incluyendo la densidad de población en los comederos y la disponibilidad de alimento fresco. Este comportamiento está altamente sincronizado y alcanza un pico inmediatamente después del suministro de alimento fresco y después del ordeño. Las vacas de alta producción utilizan entre 3 y 6 h/d, consumiendo aproximadamente 23 kg de MS/d en 9 a 14 comidas/día. A mayor densidad de población, las vacas aumentan el comportamiento competitivo directo a través del aumento de los desplazamientos en los comederos y compiten indirectamente aumentando sus tasas de alimentación. Las vacas subordinadas son las más afectadas, mostrando los mayores incrementos en la tasa de alimentación y reducciones en la IMS (Collings et al., 2011).

Huzzey et al., (2006) encontraron que los tiempos diarios de alimentación de las vacas disminuyen con el aumento de la densidad de población, detectando un aumento lineal ($P < 0,001$) en el tiempo que las vacas permanecieron de pie e inactivas en el área de alimentación y un aumento en el número de veces que una vaca desplazó a otra.

Los grupos con sobrepoblación consumen un 11% menos de alimento que los grupos sin sobrepoblación durante las 2 h siguientes al suministro de alimento fresco, que es cuando las vacas están altamente motivadas para alimentarse. Las vacas en sobrepoblación compensan la reducción en la ingesta al aumentar la IMS en las horas siguientes, resultando en IMS similar durante un período de 24 horas. Por otro lado, se reportó una IMS reducida para vacas en sobrepoblación durante los períodos de alimentación máxima y una IMS mayor en las horas siguientes. Sin embargo, las medidas de la función ruminal no se incluyeron en el estudio, pero se alienta a la investigación futura para evaluar los efectos de las restricciones temporales en el acceso al alimento en el pH del rumen y acidosis ruminal subaguda, porque estas respuestas se asocian con períodos de alimentación rápida (Collings et al., 2011).

Comportamiento de descanso

El comportamiento de descanso es una expresión de la comodidad de las vacas, ya que puede verse afectada por el tipo de cama, la densidad de población y el diseño de los establos (Miguel-Pacheco, Thomas, Kaler, Craigon, & Huxley, 2016).

Las vacas lecheras estabuladas pasan aproximadamente del 50% al 60% de su tiempo echadas, es decir de 12 a 13h/día (Fregonesi et al., 2007), y una manera de determinar si su medio ambiente es adecuado es evaluando su capacidad de alcanzar ese tiempo de descanso (Kull et al., 2017). La reducción del tiempo de reposo debido a la pérdida de acceso a un espacio de descanso se ha asociado con efectos perjudiciales. En primer lugar, se observa una respuesta al estrés cuantificada por concentraciones aumentadas de cortisol en sangre cuando las vacas experimentan tiempos de reposo reducidos debido a sobrepoblación u otros medios de denegación de acceso a un espacio de descanso y, en segundo lugar, las vacas sometidas a un número restringido de horas de descanso y alimentación intentan minimizar la pérdida de tiempo de reposo al disminuir el tiempo de alimentación por lo que, un aumento en el comportamiento anormal de descanso, que indica una menor comodidad de la vaca, fue la medida primaria basada en el animal para evaluar el riesgo de cojera en 103 granjas en Alemania y Austria. Los resultados de este experimento demuestran que el aumento de la densidad de población afecta a corto plazo el tiempo de alimentación de las vacas lecheras lactantes (Krawczel et al., 2012). En el mismo sentido, Solano et al., (2016) reportan que cuando el acceso a los establos está restringido, las vacas le dan prioridad al descanso sobre la alimentación y que la privación del descanso de las vacas induce al estrés

Los tiempos de rumia y de descanso se asocian positivamente, ayudando a explicar por qué los picos de rumia en la noche cuando es más probable que las vacas estén descansando (y menos probable que se estén alimentando) (Schirrmann et al., 2012).

En comparación con las vacas con mayor libertad de descanso, el ganado con acceso restringido al descanso tiene mayores aumentos agudos en las concentraciones de cortisol, respuestas reducidas a los desafíos de ACTH y concentraciones reducidas de hormona de crecimiento circulante. La salud de los cascos y la locomoción también se ven comprometidas cuando las vacas lecheras pasan menos tiempo acostadas. Las vacas mantenidas en condiciones de sobrepoblación son más propensas a competir indirectamente por los puestos al acostarse más rápidamente después de la ordeña y también existe una mayor competencia directa, en forma de desplazamientos de puesto en el comedero cuando se reduce el número de puestos (Fregonesi et al., 2007). Según Kovács et al., (2014), el reconocimiento y la evaluación del estrés son aspectos importantes en la mejora de los sistemas de gestión del ganado lechero en materia de bienestar animal.

Buena Salud

Locomoción

Algunas de las consecuencias más importantes de un pobre bienestar en el ganado lechero son la aparición de enfermedades, en particular los trastornos de patas, extremidades y mastitis. La cojera en el ganado lechero es un serio problema de bienestar y causa pérdidas económicas significativas (Coignard et al., 2014)(Winckler & Willen, 2001). La detección de vacas cojas es importante para mejorar el bienestar de los animales (Nechanitzky et al., 2016). A menudo las cojeras han sido consideradas como un componente esencial en los protocolos de evaluación del bienestar en las explotaciones (Winckler & Willen, 2001), además, se han identificado como una de las amenazas más graves para el bienestar de las vacas lecheras en la UE debido a su amplia distribución, y el dolor que la vaca experimenta (O'Driscoll, Lewis, & Kennedy, 2015).

Los trastornos ortopédicos que causan cojera pertenecen a las enfermedades más comunes y económicamente más relevantes del ganado lechero en todo el mundo. Se ha demostrado que las cojeras resultan en una

disminución de la producción de leche, una menor eficiencia reproductiva y un mayor sacrificio de animales y muchos ganaderos no se dan cuenta de las consecuencias financieras de ello, llegando hasta un 24% de vacas lactantes clínicamente cojas. En los establos mejor manejados, el 5% o menos de las vacas lactantes sufren de cojera. La dermatitis digital, erosión del cuerno del talón, úlceras de la suela, y la enfermedad de la línea blanca se mostraron como las lesiones de cascos predominantes de las vacas lecheras (Adams et al., 2017; Grandin, 2014; Nechanitzky et al., 2016).

En un estudio realizado por (Hemsworth, Barnett, Beveridge, & Matthews, 1995), la prevalencia de cojeras fue alta en situaciones en las que el personal demostró impaciencia al movilizar las vacas. Las vacas están en riesgo de padecer de cojera cuando son forzadas a moverse rápidamente por el pasillo porque tanto la velocidad del movimiento como las condiciones de saturación de espacio frecuentemente resultan en menos opciones para colocar sus patas.

Los trastornos locomotores agudos conducen a una disminución en (1) el consumo de alimento, (2) número de comidas, (3) visitas a los alimentadores, y (4) una disminución considerable en las horas dedicadas para comer (Nechanitzky et al., 2016).

La observación visual de alteraciones de la marcha y la postura sigue siendo el método más común para identificar las vacas cojas. El sistema de calificación de la locomoción demostró ser una herramienta útil para evaluar la cojera y, como tal, una parte valiosa de la evaluación del bienestar del hato en el ganado lechero. Se han propuesto diversos métodos de puntuación para evaluar la marcha. El sistema de cinco niveles de puntuación en la locomoción se muestra en el cuadro 2 (Winckler & Willen, 2001).

Cuadro 2. Sistema de puntuación modificado para la evaluación de la locomoción (tomado de Winckler & Willen, (2001).

Puntuación de cojera	Criterios
1	Marcha normal
2	Marcha desigual
3	Zancada corta con una extremidad
4	Zancada corta con más de una extremidad o alta reticencia a soportar peso en una extremidad
5	No apoya una extremidad o alta resistencia a soportar peso en dos o más extremidades

Los indicadores de cojeras incluyen el cambio de peso entre las patas traseras, descansando un pie, un peso irregular al moverse de un lado a otro y la renuencia a soportar peso en un pie particular. La postura posterior arqueada de vacas de pie en corrales se ha evaluado como un método de diagnóstico para la detección de cojeras (García-Muñoz, Vidal, Singh, & Silva-del-Río, 2016). Sin embargo, en un estudio realizado por Schlageter-Tello et al., (2015) se propuso que los evaluadores que realizan puntajes de locomoción y los desarrolladores de sistemas de puntuación de locomoción automática deberían dar prioridad a la renuencia a soportar el peso, la marcha asimétrica y la columna arqueada, ya que estos fueron los rasgos con mayor relación en el puntaje de locomoción.

Adams et al., (2017) definió el sistema de puntuación de la siguiente manera:

1 = en buena condición: no hay alteración visible de la marcha a una anomalía de la marcha muy leve; Libertad de movimiento con pasos normales. Las vacas más viejas pueden tener un ligero arco, pueden aparecer un poco más rígidas, y pueden caminar más lentamente, pero no hay ninguna molestia obvia.

2 = leve o moderadamente cojo: anomalía visible de la marcha, que puede incluir la longitud de la zancada acortada, el movimiento de la cabeza y/o columna arqueada. La vaca parece incómoda y camina anormalmente; El miembro afectado es o puede no ser obvio.

3 = severamente cojo: anomalía obvia de la marcha, que puede incluir

longitud de la zancada reducida, prominente movimiento de la cabeza, y/o arco pronunciado de la columna, con la vaca favoreciendo uno o más miembros. Las vacas vacilarán o se negarán a soportar peso en el miembro afectado, y caminar será extremadamente difícil; Estas vacas parecen estar en dolor.

Según Schlageter-Tello et al., (2015), los evaluadores que realizan puntajes de locomoción y los desarrolladores de sistemas de puntuación de locomoción automática deberían dar prioridad a la renuencia a soportar el peso, la marcha asimétrica y la columna arqueada.

Cuadro 3. Sistema de puntuación para la evaluación de la locomoción (tomado de Schlageter-Tello et al., (2015).

Puntaje	Locomoción	Columna arqueada	Asimetría de la marcha	Cabeceo	Renuencia a soportar peso
1	Movimiento suave y fluido	Columna plana	Zancada larga y confiada	Cabeza fija	Todas las extremidades soportan peso por igual
2	Locomoción imperfecta pero la capacidad de moverse libremente no disminuye Hay capacidad de locomoción, pero la capacidad para moverse libremente se ve comprometida	Columna ligeramente arqueada	Andar ligeramente asimétrico	Cabeceo ligero	Se puede percibir una ligera cojera
3	Es obvia la disminución en la capacidad para moverse libremente	Columna arqueada	Zancadas cortas	Cabeceo (asociado con la liberación de la extremidad afectada del suelo)	Se percibe cojera
4	La capacidad de moverse está severamente restringida y debe ser vigorosamente animada a moverse	Columna notablemente arqueada	Zancadas cortas y titubeantes	Cabeceo evidente (asociado con la liberación de la extremidad afectada del suelo)	Claramente renuente a soportar peso en al menos una extremidad, pero usa esa extremidad en locomoción
5		Columna exageradamente arqueada	Zancadas muy cortas, titubeantes y deliberadas	Cabeceo exagerado (asociado con la liberación de la extremidad afectada del suelo)	Incapacidad para soportar el peso de la extremidad o más de una extremidad claramente afectada

Con el fin de recomendar tratamientos para cojeras, es importante entender su impacto en el comportamiento de la vaca y el bienestar. Las cojeras pueden afectar también al tiempo que las vacas pasan echadas. Una identificación temprana de la cojera permite que los animales sean tratados antes de que los impactos en el comportamiento de descanso se desarrollen (Miguel-Pacheco et al., 2016). Por otro lado, un estudio ilustró la asociación entre CC y cojeras, siendo los animales delgados más propensos a sufrir cojeras (Adams et al., 2017).

Otro aspecto afectado por cojeras es la eficiencia reproductiva, siendo las vacas cojas las que presentan mayor número de días abiertos, mayor riesgo de falla en la concepción y una mayor incidencia de la ciclicidad ovárica retrasada. Incluyendo la producción y las pérdidas de reproducción, así como los gastos de tratamiento, se ha estimado que el costo de un caso de cojera va de \$120 a \$215 dólares, dependiendo de la causa (Hoffman, Moore, Wenz, & Vanegas, 2013).

La prevalencia de cojeras en los hatos lecheros podría reducirse mediante la adopción de estrategias de mitigación que disminuyan la incidencia de cojeras, o por la detección temprana de las mismas y el tratamiento que mejora el pronóstico y la tasa de curación. Sin embargo, los productores de lácteos parecen tener dificultades con la identificación de la cojera, lo que da como resultado una subestimación de su prevalencia (García-Muñoz et al., 2016).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización y duración del estudio

Las visitas a 10 establos de la Comarca Lagunera, región ubicada en el centro-norte de México conformada por parte de los estados de Coahuila y Durango, se llevaron a cabo en el periodo comprendido entre el 20 de junio al 11 de octubre de 2017 evaluando 2,689 animales en tres etapas de lactancia diferentes (reto, frescas y altas productoras). Los establos tenían un rango aproximado de 800 hasta 7,000 vacas en producción. Para cada establo se dedicó un día, acudiendo durante y después de la ordeña para realizar el registro directo

de las observaciones y determinar las siguientes variables con los procedimientos que a continuación se describen (de Vries et al., 2013).

Indicadores

Llenado de rumen

Esta variable se determinó mediante la clasificación de llenado de rumen para vacas productoras de leche propuesta por (Burfeind et al., 2010) de la cual se consideraron los puntos 1 y 2 que consisten en advertir una figura rectangular o triangular como señal de que los animales no han consumido la suficiente materia seca para satisfacer sus necesidades diarias. Las vacas se evaluaron durante su traslado a la sala de ordeña a excepción de las de reto, las cuales se observaron en su corral.

Condición corporal

La condición corporal extrema se midió durante el traslado de las vacas a la sala de ordeña o mientras se entrampaban para su manejo de rutina. Se utilizó el método descrito en el *Welfare Quality® Assessment Protocol* para bovinos lecheros, considerando los puntos 1 y 2, donde 1 – Muy delgada: indicadores de “muy delgada” en al menos tres regiones del cuerpo, y 2 – Muy gorda: indicadores de “muy gorda” presentes en al menos tres regiones del cuerpo (Welfare Quality, 2009) apoyándonos también con el sistema de evaluación de condición corporal de Elanco (Elanco Animal Health, 2009).

Locomoción

Las cojeras se valoraron utilizando un esquema modificado (Winckler & Willen, 2001) agrupando las vacas con puntuación 2 y 3 en el grupo 1: moderadamente cojas y a las que tuvieron puntuación 4 y 5 en el grupo 2: severamente cojas. La evaluación se llevó a cabo mientras las vacas se dirigían

a la sala de ordeño (Schlageter-Tello et al., 2014). Debido a que no todos los establos movilizaban de su corral a las vacas en estado parto, no fueron consideradas para llevar a cabo la calificación del estado de locomoción, evaluando un total de 1,987 animales.

Rumia

Esta variable se determinó visualmente a una distancia considerable para no modificar la conducta de los animales con la presencia del observador. Se seleccionaron al azar tres perímetros (4 m por 10 m) equidistantes en cada corral de cada estado fisiológico de los hatos evaluados. En cada área de muestreo se contó el total de animales rumiando y se obtuvo el porcentaje de rumia en relación al total de vacas en el área, repitiendo el procedimiento dos veces al día. Los animales que se encontraban comiendo no se tomaron en cuenta para esta evaluación.

Densidad de población

Se determinó mediante el número de animales en el corral en relación a la capacidad de comederos disponibles por corral.

Análisis estadístico

Para explorar las asociaciones entre los indicadores de bienestar animal se utilizó la prueba de Friedman de estadística no paramétrica según Steel R. G. D. y Torrie J. H. (1985). La diferencia es significativa cuando el valor de F_r es mayor a 0.05 y altamente significativa cuando el valor es mayor a 0.01. La comparación entre los tres estados de lactancia se realizó con 3 tratamientos y 10 repeticiones correspondientes a cada establo y 2 tratamientos para dictaminar la diferencia entre cada etapa (reto/frescas, reto/altas y altas/frescas). El análisis se corrió con

el programa de estadística de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este estudio se realizó en diez establos de La Laguna evaluando cinco indicadores de bienestar y comparándolos entre tres etapas de lactancia, siendo estas reto, frescas y altas productoras.

En el cuadro 4 se muestran los resultados de la comparación de la ausencia de llenado ruminal entre los estados de lactancia de los 10 establos evaluados. Se observa que los rangos para esta variable entre las etapas fisiológicas fueron de 2% a 20% en vacas en reto, de 14% a 34% en vacas frescas y de 6 a 24% en vacas altas productoras y se encontró diferencia significativa ($P < 0.01$) entre todas las etapas de lactancia. Este indicador se relaciona con la IMS y se determinó considerando la clasificación 1 y 2 en señal de que las vacas no han consumido suficiente materia seca.

Cuadro 4. Comparación de la calificación de llenado ruminal en 3 estados de lactancia de vacas de 10 establos.

Establo	Llenado Ruminal (Li. R)		
	Etapa de Lactancia		
	Reto	Frescas	Altas
1	4%	20%	17%
2	2%	22%	9%
3	7%	27%	21%
4	9%	14%	6%
5	11%	14%	9%
6	13%	34%	24%
7	8%	28%	11%
8	9%	26%	24%
9	8%	15%	17%
10	20%	21%	12%
Media	9%	22%	15%
Fr = 13.4		(0.05) = 5.99	
		(0.01) = 9.21	

Nuestros resultados muestran que las vacas frescas tienen mayor porcentaje de un rumen vacío que los otros dos grupos evaluados, como lo descrito en un estudio realizado por Holcomb, Horn, Head, Hall, & Wilcox, (2001) donde encontraron que las vacas lecheras de alto rendimiento generalmente no pueden consumir cantidades suficientes de energía durante la lactancia temprana. Esta disminución del consumo comienza aproximadamente 3 semanas antes del parto y se reduce dramáticamente en los últimos 7 días preparto (Mcnamara, Mara, Rath, & Murphy, 2003) resultando en un balance energético negativo (BEN) y aumento de ácidos grasos no estratificados (AGNE) en el torrente circulatorio durante el periparto. El exceso de movilización de grasa y el BEN puede disminuir la función del sistema inmune, asociándose también con efectos negativos en la salud y producción de los animales (Barletta et al., 2017).

La comparación de medias de llenado ruminal entre cada uno de los estados de lactancia se presenta en el cuadro 5, donde se observa diferencia significativa ($P < 0.05$) entre el grupo de vacas frescas y los otros dos grupos de animales, la media de llenado ruminal de las vacas frescas fue 32% más alta en relación que la de las vacas altas productoras.

Cuadro 5. Comparación de medias de la calificación de llenado ruminal de los tres estados de lactancia de 10 establos.

Estado de lactancia	Media¹	Nivel de significancia
Frescas	22 ^a	$P < 0.05$
Altas	15 ^b	$P < 0.05$
Reto	9 ^b	$P < 0.05$

¹Medias con igual letra son iguales estadísticamente según Friedman al 5%.

En el cuadro 6 se muestran los resultados de la comparación del comportamiento de rumia de las vacas en los tres estados de lactancia, no se observaron diferencias significativas ($P > 0.05$).

Cuadro 6. Comparación de la calificación de rumia en 3 estados de lactancia de vacas de 10 establos.

Establo	Rumia		
	Etapa de Lactancia		
	Reto	Frescas	Altas
1	31%	59%	39%
2	22%	20%	17%
3	48%	35%	44%
4	38%	48%	27%
5	16%	25%	48%
6	35%	48%	48%
7	38%	11%	41%
8	41%	48%	26%
9	18%	41%	37%
10	23%	30%	27%
Media	31%	37%	35%
Fr = 1.8		(0.05) = 5.99	
		(0.01) = 9.21	

El rango general de rumia entre todos establos y los estados de lactancia fue de 11% a 59% de vacas rumiando y esto se observó en las vacas recién paridas y la media general de animales rumiando en los tres estados de lactancia en los 10 establos fue de 34%. Este resultado concuerda con lo reportado por Kaufman, Asselstine, LeBlanc, Duffield, & DeVries, (2017) quienes tras evaluar los minutos de rumia al día en cuatro granjas, encontraron un rango de 400 a 600 minutos al día, lo que representa del 27% al 42% del día en la actividad de rumia. Además, Kaufman, LeBlanc, McBride, Duffield, & DeVries, (2016) demostraron que las vacas diagnosticadas con cetosis subclínica postparto (con mayor incidencia entre los 5 y 16 días en leche) presentan menor actividad de rumia que las vacas sanas durante una semana antes y una semana después del parto.

Los resultados de la comparación de la calificación de la locomoción se muestran en el cuadro 7, en el cual se observa que no hubo diferencias ($P > 0.05$) entre las vacas en estado fresco y altas productoras. El rango de lesiones en patas fue de 11% a 30% en las vacas frescas y de 11% a 17% en las vacas altas productoras.

Cuadro 7. Comparación de Locomoción en 2 estados de lactancia de vacas de 10 establos.

Establo	Locomoción	
	Etapa de Lactancia	
	Frescas	Altas
1	30%	17%
2	13%	12%
3	13%	17%
4	16%	8%
5	12%	10%
6	13%	12%
7	25%	12%
8	22%	13%
9	11%	13%
10	12%	12%
Media	17%	13%
Fr = 1.6	(0.05) = 3.84	
	(0.01) = 6.63	

Las cojeras moderadas en los animales provocan una disminución en el tiempo de descanso, movimiento y del tiempo de IMS, por lo que disminuye la condición corporal (Weigele, Gygax, Steiner, Wechsler, & Burla, 2018). Sin embargo, se ha reportado que vacas con una CC <2.5 (en una escala del 1-5) son más propensas a sufrir cojeras (Green, Huxley, Banks, & Green, 2014).

Con respecto a la comparación de la calificación de la condición corporal, se observó una diferencia significativa ($P < 0.05$) en los 3 estados de lactancia (cuadro 8), las vacas en producción alta fueron las que mostraron la media menor de condición de los estados de lactancia evaluados, mientras que las de reto y frescas tuvieron una media superior. La diferencia mostrada fue de 62% menos en las vacas altas productoras en relación a los otros dos grupos. Para la

evaluación de este indicador se consideraron los puntos 1: muy delgada y 2: muy gorda ya que la condición corporal extrema refleja un mayor riesgo de comprometer el bienestar animal (Roche et al., 2009), especialmente durante la etapa de transición donde se presenta la mayor incidencia de enfermedades metabólicas.

Cuadro 8. Comparación de la calificación de la condición corporal en 3 estados de lactancia de vacas de 10 establos.

Establo	Condición corporal (C.C)		
	Etapa de lactancia		
	Reto	Frescas	Altas
1	28%	9%	2%
2	10%	10%	4%
3	7%	16%	10%
4	19%	8%	0%
5	14%	12%	13%
6	17%	11%	6%
7	0%	24%	1%
8	14%	22%	3%
9	12%	7%	6%
10	7%	6%	1%
Media	13%	13%	5%
		(0.05) = 5.99	
		(0.01) = 9.21	

Nuestros resultados muestran que las vacas en periodo de transición presentaron un mayor porcentaje de una CC extrema (muy flaca o muy gorda) lo que puede comprometer la salud de dichos animales. Esto coincide con (Rathbun et al., 2017) que demostraron que las vacas que perdían una unidad de CC o más durante el periodo de transición y lo atribuyen a las concentraciones máximas de β -hidroxibutirato (BHB_{max}) en la sangre, y además, BHB_{max} disminuyó linealmente a medida que disminuyó la pérdida de CC. Por otro lado, las vacas sobre condicionadas con una CC mayor a 4.0 al parto tuvieron concentraciones circulantes más altas de ácidos grasos no estratificados en la lactancia temprana hasta 7 semanas después del parto en comparación con las vacas con una CC moderada o baja (Barletta et al., 2017) lo cual disminuye la IMS, resultando en pérdida de CC. Estos datos apoyan la importancia del mejoramiento del manejo

de la CC de la vaca en periodo de transición para reducir la incidencia de enfermedades metabólicas.

La comparación de medias de la calificación de la condición corporal de las vacas en los tres estados de lactancia de los 10 establos mostró diferencias significativas entre las vacas altas productoras en relación a los otros dos grupos (cuadro 9).

Cuadro 9. Comparación de medias de la calificación de la condición corporal de los tres estados de lactancia de los 10 establos.

Estado de lactancia	Media ¹	Nivel de significancia
Frescas	13 ^a	P < 0.05
Reto	13 ^a	P < 0.05
Altas	5 ^b	P < 0.05

¹Medias con igual letra son iguales estadísticamente según Friedman al 5%.

Los resultados de la comparación de la densidad de población (cuadro 10) en los tres estados de lactancia de los 10 establos muestran un rango de 29% a 116%, correspondiendo al lote de vacas frescas el porcentaje mayor de acumulación de vacas en su corral, sin embargo, no se observó diferencia significativa ($P > 0.05$) en esta variable.

Cuadro 10. Comparación de Densidad de Población en 3 estados de lactancia de vacas de 10 establos.

Establo	Densidad de Población (D.P)		
	Etapa de Lactancia		
	Reto	Frescas	Altas
1	61%	52%	74%
2	80%	80%	80%
3	101%	56%	77%
4	75%	51%	86%
5	88%	87%	86%
6	44%	42%	74%
7	31%	116%	92%
8	33%	29%	43%
9	94%	45%	80%
10	72%	71%	75%
Media	68%	63%	77%
		(0.05) = 5.99	
		(0.01) = 9.21	

CONCLUSIÓN

Los resultados del presente trabajo muestran que hubo diferencias significativas en las comparaciones del llenado ruminal y la CC de las vacas en las tres etapas de lactancia evaluadas, siendo los animales en periodo de transición los que presentan un menor bienestar animal en base a los indicadores considerados. Por lo anterior, concluimos que es de suma importancia el manejo adecuado del periodo de transición y el constante monitoreo del mismo ya que es la etapa en la que las vacas presentan un mayor riesgo de padecer enfermedades y, por lo tanto, presentar un pobre bienestar.

LITERATURA CITADA

- Adams, A. E., Lombard, J. E., Fossler, C. P., Román-Muñiz, I. N., & Koprak, C. A. (2017). Associations between housing and management practices and the prevalence of lameness, hock lesions, and thin cows on US dairy operations. *Journal of Dairy Science*, *100*(3), 1–18. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11517>
- Albright, J. L. (1983). Status of Animal Welfare Awareness of Producers and Direction of Animal Welfare Research in the Future 1. *Journal of Dairy Science*, *66*, 2208–2220. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(83\)82070-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(83)82070-0)
- Ambriz-Vilchis, V., Jessop, N. S., Fawcett, R. H., Shaw, D. J., & Macrae, A. I. (2015). Comparison of rumination activity measured using rumination collars against direct visual observations and analysis of video recordings of dairy cows in commercial farm environments. *Journal of Dairy Science*, *98*(3), 1750–1758. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8565>
- Barkema, H. W., von Keyserlingk, M. A. G., Kastelic, J. P., Lam, T. J. G. M., Luby, C., Roy, J.-P., ... Kelton, D. F. (2015). Invited review: Changes in the dairy industry affecting dairy cattle health and welfare. *Journal of Dairy Science*, *98*(11), 7426–7445. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9377>
- Barletta, R. V., Filho, M. M., Carvalho, P. D., Del Valle, T. A., Netto, A. S., Rennó, F. P., ... Wiltbank, M. C. (2017). Association of changes among body condition score during the transition period with NEFA and BHBA concentrations, milk production, fertility, and health of Holstein cows. *Theriogenology*, *104*, 30–36. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.07.030>
- Battini, M., Vieira, A., Barbieri, S., Ajuda, I., Stilwell, G., & Mattiello, S. (2014). Invited review: Animal-based indicators for on-farm welfare assessment for dairy goats. *Journal of Dairy Science*, *97*(11), 6625–48. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7493>
- Burfeind, O., Sepúlveda, P., von Keyserlingk, M. A. G., Weary, D. M., Veira, D. M., & Heuwieser, W. (2010). Technical note: Evaluation of a scoring system for rumen fill in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *93*(8), 3635–3640. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-3044>

- Coignard, M., Guatteo, R., Veissier, I., Lehébel, A., Hoogveld, C., Mounier, L., & Bareille, N. (2014). Does milk yield reflect the level of welfare in dairy herds? *Veterinary Journal (London, England: 1997)*, 199(1), 184–7. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.10.011>
- Collings, L. K. M., Weary, D. M., Chapinal, N., & von Keyserlingk, M. A. G. (2011). Temporal feed restriction and overstocking increase competition for feed by dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 94(11), 5480–5486. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4370>
- Costa, J. H. C., Hötzel, M. J., Longo, C., & Balcão, L. F. (2013). A survey of management practices that influence production and welfare of dairy cattle on family farms in southern Brazil. *Journal of Dairy Science*, 96(1), 307–317. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5906>
- de Vries, M., Bokkers, E. A. M., Schaik, G. Van, Engel, B., Dijkstra, T., & Boer, I. J. M. De. (2016). Improving the time efficiency of identifying dairy herds with poorer welfare in a population. *Journal of Dairy Science*, 99(10), 1–15. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9979>
- de Vries, M., Bokkers, E. A. M., van Reenen, C. G., Engel, B., van Schaik, G., Dijkstra, T., & de Boer, I. J. M. (2015). Housing and management factors associated with indicators of dairy cattle welfare. *Preventive Veterinary Medicine*, 118(1), 80–92. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2014.11.016>
- de Vries, M., Bokkers, E. A. M., van Schaik, G., Botreau, R., Engel, B., Dijkstra, T., & de Boer, I. J. M. (2013). Evaluating results of the Welfare Quality multi-criteria evaluation model for classification of dairy cattle welfare at the herd level. *Journal of Dairy Science*, 96(10), 6264–73. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6129>
- Fabris, T. F., Laporta, J., Corra, F. N., Torres, Y. M., Kirk, D. J., Mclean, D. J., ... Dahl, G. E. (2017). Effect of nutritional immunomodulation and heat stress during the dry period on subsequent performance of cows. *Journal of Dairy Science*, 100(8), 1–10. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12313>

- Fregonesi, J. A., Tucker, C. B., & Weary, D. M. (2007). Overstocking Reduces Lying Time in Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, *90*(7), 3349–3354. <https://doi.org/10.3168/jds.2006-794>
- García-Muñoz, A., Vidal, G., Singh, N., & Silva-del-Río, N. (2016). Evaluation of two methodologies for lameness detection in dairy cows based on postural and gait abnormalities observed during milking and while restrained at headlock stanchions. *Preventive Veterinary Medicine*, *128*, 33–40. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2016.04.005>
- Graaf, S. De, Ampe, B., Winckler, C., Radeski, M., Mounier, L., Kirchner, M. K., & Haskell, M. J. (2017). Trained-user opinion about Welfare Quality measures and integrated scoring of dairy cattle welfare. *Journal of Dairy Science*, *100*(8), 1–13. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12255>
- Grandin, T. (2014). Animal welfare and society concerns finding the missing link. *Meat Science*. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.05.011>
- Green, L. E., Huxley, J. N., Banks, C., & Green, M. J. (2014). Temporal associations between low body condition, lameness and milk yield in a UK dairy herd. *Preventive Veterinary Medicine*, *113*(1), 63–71. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2013.10.009>
- Hemsworth, P. H., Barnett, J. L., Beveridge, L., & Matthews, L. R. (1995). The welfare of extensively managed dairy cattle: A review. *Applied Animal Behaviour Science*, *42*(3), 161–182. [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(94\)00538-P](https://doi.org/10.1016/0168-1591(94)00538-P)
- Hoffman, A. C., Moore, D. A., Wenz, J. R., & Vanegas, J. (2013). Comparison of modeled sampling strategies for estimation of dairy herd lameness prevalence and cow-level variables associated with lameness. *Journal of Dairy Science*, *96*(9), 5746–5755. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6891>
- Holcomb, C. S., Horn, H. H. Van, Head, H. H., Hall, M. B., & Wilcox, C. J. (2001). Effects of Prepartum Dry Matter Intake and Forage Percentage on Postpartum Performance of Lactating Dairy Cows 1. *Journal of Dairy Science*, *84*(9), 2051–2058.

[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74649-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74649-8)

Honig, H., Miron, J., Lehrer, H., Jackoby, S., Zachut, M., Zinou, A., ... Moallem, U. (2012). Performance and welfare of high-yielding dairy cows subjected to 5 or 8 cooling sessions daily under hot and humid climate. *Journal of Dairy Science*, *95*(7), 3736–3742. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5054>

Huzzey, J. M., DeVries, T. J., Valois, P., & von Keyserlingk, M. A. G. (2006). Stocking Density and Feed Barrier Design Affect the Feeding and Social Behavior of Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*, *89*(1), 126–133. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72075-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72075-6)

Kaufman, E. I., Asselstine, V. H., LeBlanc, S. J., Duffield, T. F., & DeVries, T. J. (2017). Association of rumination time and health status with milk yield and composition in early-lactation dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *101*(1), 462–471. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12909>

Kaufman, E. I., LeBlanc, S. J., McBride, B. W., Duffield, T. F., & DeVries, T. J. (2016). Association of rumination time with subclinical ketosis in transition dairy cows. *Journal of Dairy Science*. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10509>

Kielland, C., Skjerve, E., Østerås, O., & Zanella, A. J. (2010). Dairy farmer attitudes and empathy toward animals are associated with animal welfare indicators. *Journal of Dairy Science*, *93*(7), 2998–3006. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2899>

Kovács, L., Jurkovich, V., Bakony, M., Szenci, O., Póti, P., & Tózsér, J. (2014). Welfare implication of measuring heart rate and heart rate variability in dairy cattle: literature review and conclusions for future research. *Animal: An International Journal of Animal Bioscience*, *8*(2), 316–30. <https://doi.org/10.1017/S1751731113002140>

Krawczel, P. D., Mooney, C. S., Dann, H. M., Carter, M. P., Butzler, R. E., Ballard, C. S., & Grant, R. J. (2012). Effect of alternative models for increasing stocking density on the short-term behavior and hygiene of Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *95*(5), 2467–2475. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4686>

Kull, J. A., Ingle, H. D., Black, R. A., Eberhart, N. L., & Krawczel, P. D. (2017). Effects of

- bedding with recycled sand on lying behaviors , udder hygiene , and preference of lactating Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 100(9), 1–11. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12307>
- Matthews, L. R., Cameron, C., Sheahan, A. J., Kolver, E. S., & Roche, J. R. (2012). Associations among dairy cow body condition and welfare-associated behavioral traits. *Journal of Dairy Science*, 95(5), 2595–601. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4889>
- Mcnamara, S., Mara, F. P. O., Rath, M., & Murphy, J. J. (2003). Effects of Different Transition Diets on Dry Matter Intake , Milk Production , and Milk Composition in Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 86(7), 2397–2408. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73834-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73834-X)
- Meen, G. H., Schellekens, M. A., Slegers, M. H. M., Leenders, N. L. G., van Erp-van der Kooij, E., & Noldus, L. P. J. J. (2015). Sound analysis in dairy cattle vocalisation as a potential welfare monitor. *Computers and Electronics in Agriculture*, 118, 111–115. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2015.08.028>
- Miguel-Pacheco, G. G., Thomas, H. J., Kaler, J., Craigon, J., & Huxley, J. N. (2016). Effects of lameness treatment for claw horn lesions on lying behaviour in dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science*, 179, 11–16. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2016.04.001>
- Nechanitzky, K., Starke, A., Vidondo, B., Müller, H., Reckardt, M., Friedli, K., ... Zehner, N. (2016). Analysis of behavioral changes in dairy cows associated with claw horn lesions. *Journal of Dairy Science*, 99(4), 2904–2914. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10109>
- Noordhuizen, J. P. T. M., & Metz, J. H. M. (2005). Quality control on dairy farms with emphasis on public health , food safety , animal health and welfare. *Livestock Production Science*, 94, 51–59. <https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2004.11.031>
- O'Driscoll, K., Lewis, E., & Kennedy, E. (2015). Effect of feed allowance at pasture on lying behaviour and locomotory ability of dairy cows. *Applied Animal Behaviour*

Science, 166, 2–11. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2015.02.008>

- Ohl, F., & Van Der Staay, F. J. (2012). Animal welfare : At the interface between science and society. *The Veterinary Journal*, 192(1), 13–19. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2011.05.019>
- Rathbun, F. M., Pralle, R. S., Bertics, S. J., Armentano, L. E., Cho, K., Do, C., ... White, H. M. (2017). Relationships between body condition score change , prior mid-lactation phenotypic residual feed intake , and hyperketonemia onset in transition dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 100(5), 1–12. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12085>
- Roche, J. R., Friggens, N. C., Kay, J. K., Fisher, M. W., Stafford, K. J., & Berry, D. P. (2009). Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. *Journal of Dairy Science*, 92(12), 5769–801. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2431>
- Roche, J. R., Kay, J. K., Friggens, N. C., Looor, J. J., & Berry, D. P. (2013). Assessing and Managing Body Condition Score for the Prevention of Metabolic Disease in Dairy Cows. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2013.03.003>
- Roche, J. R., Meier, S., Heiser, A., Mitchell, M. D., Walker, C. G., Crookenden, M. A., ... Kay, J. K. (2015). Effects of precalving body condition score and prepartum feeding level on production, reproduction, and health parameters in pasture-based transition dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 98(10), 7164–7182. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-9269>
- Saucedo, R. a, Chavez, M. G., & Jurado, P. (2013). Beef cattle welfare evaluation during the dry season in the northern Mexico's cow-calf system using a visual methodology. *S. Afr. j. Anim. Sci.*, 43(1), 1. Retrieved from http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-15892013000100007&lang=pt
- Schirmann, K., Chapinal, N., Weary, D. M., Heuwieser, W., & von Keyserlingk, M. a G. (2012). Rumination and its relationship to feeding and lying behavior in Holstein dairy

- cows. *Journal of Dairy Science*, 95(6), 3212–7. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4741>
- Schirmann, K., Chapinal, N., Weary, D. M., Vickers, L., & von Keyserlingk, M. a G. (2013). Short communication: Rumination and feeding behavior before and after calving in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 96(11), 7088–92. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7023>
- Schirmann, K., von Keyserlingk, M. A. G., Weary, D. M., Veira, D. M., & Heuwieser, W. (2009). Technical note: Validation of a system for monitoring rumination in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 92(12), 6052–5. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2361>
- Schlageter-Tello, A., Bokkers, E. A. M., Groot Koerkamp, P. W. G., Van Hertem, T., Viazzi, S., Romanini, C. E. B., ... Lokhorst, K. (2015). Relation between observed locomotion traits and locomotion score in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 98(12), 8623–8633. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-9059>
- Schlageter-Tello, A., Bokkers, E. A. M., Koerkamp, P. W. G. G., Van Hertem, T., Viazzi, S., Romanini, C. E. B., ... Lokhorst, K. (2014). Manual and automatic locomotion scoring systems in dairy cows: A review. *Preventive Veterinary Medicine*, 116(1–2), 12–25. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2014.06.006>
- Solano, L., Barkema, H. W., Pajor, E. A., Mason, S., LeBlanc, S. J., Nash, C. G. R., ... Orsel, K. (2016). Associations between lying behavior and lameness in Canadian Holstein-Friesian cows housed in freestall barns. *Journal of Dairy Science*, 99(3), 2086–2101. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10336>
- Soriani, N., Panella, G., & Calamari, L. (2013). Rumination time during the summer season and its relationships with metabolic conditions and milk production. *Journal of Dairy Science*, 96(8), 1–13. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6620>
- Steel R. G. D. y Torrie J. H. 1985. Bioestadística: Principios y Procedimientos. 2 ed. McGraw-Hill Latinoamericana. Bogotá, Colombia. pp. 532-533.
- Talebi, A., von Keyserlingk, M. A. G., Telezhenko, E., & Weary, D. M. (2014). Reduced

- stocking density mitigates the negative effects of regrouping in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 97(3), 1358–1363. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6921>
- Telezhenko, E., von Keyserlingk, M. A. G., Talebi, A., & Weary, D. M. (2012). Effect of pen size , group size , and stocking density on activity in freestall-housed dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 95(6), 3064–3069. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4953>
- Tind, J., & Fraser, D. (2010). On-farm welfare assessment for regulatory purposes : Issues and possible solutions. *Livestock Science*, 131(1), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.02.025>
- Vasseur, E., Borderas, F., Cue, R. I., Lefebvre, D., Pellerin, D., Rushen, J., ... de Passillé, a M. (2010). A survey of dairy calf management practices in Canada that affect animal welfare. *Journal of Dairy Science*, 93(3), 1307–1315. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2429>
- Vasseur, E., Gibbons, J., Rushen, J., & de Passillé, a M. (2013). Development and implementation of a training program to ensure high repeatability of body condition scoring of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 96(7), 4725–37. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6359>
- Vasseur, E., Gibbons, J., Rushen, J., Pellerin, D., Pajor, E., Lefebvre, D., & Passillé, A. M. De. (2015). An assessment tool to help producers improve cow comfort on their farms. *Journal of Dairy Science*, 98(1), 1–11. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8224>
- von Keyserlingk, M. A. G., Rushen, J., de Passillé, A. M., & Weary, D. M. (2009). Invited review: The welfare of dairy cattle--key concepts and the role of science. *Journal of Dairy Science*, 92(9), 4101–11. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2326>
- Wang, F. X., Shao, D. F., Li, S. L., Wang, Y. J., Azarfar, A., & Cao, Z. J. (2016). Effects of stocking density on behavior , productivity , and comfort indices of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 99(6), 1–9. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10098>
- Weigele, H. C., Gyax, L., Steiner, A., Wechsler, B., & Burla, J.-B. (2018). Moderate lameness leads to marked behavioral changes in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 101(3), 2370–2382. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13120>

Winckler, C., & Willen, S. (2001). The reliability and repeatability of a lameness scoring system for use as an indicator of welfare in dairy cattle. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 51(Supplement 030), 103–107.
<https://doi.org/10.1080/090647001316923162>