

UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN

Campus Loma Bonita



LICENCIATURA EN ZOOTECNIA

**“ACONDICIONAMIENTO AMBIENTAL Y EL BIENESTAR ANIMAL
EN UNIDADES DE PRODUCCIÓN DE LECHE BOVINA EN LOMA
BONITA, OAXACA”**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN ZOOTECNIA

PRESENTA


JORGE PACHECO SÁNCHEZ

ASESOR DE TESIS

DRA. MA. TERESA KIDO CRUZ

LOMA BONITA, OAXACA. DICIEMBRE DEL 2020

“Página de aprobación “

 **Universidad del Papaloapan**
Licenciatura en Zootecnia
Loma Bonita, Oaxaca a a 4 de diciembre de 2020.

M.E. Yesenia Barrientos Arenal
Jefa del Departamento de Servicios Escolares
PRESENTE

Mediante la presente, le informo que esta jefatura con el visto bueno de la Vice-rectoría Académica, ha designado a los siguientes profesores como sinodales del examen profesional del exalumno, el **C. Jorge Pacheco Sánchez**, quien defenderá su trabajo de tesis titulado **"Acondicionamiento ambiental y el bienestar animal en unidades de producción de leche bovina en Loma Bonita, Oaxaca"** para obtener el título de Licenciado en Zootecnia.

Titulares.
Presidente M.C. Julián Cotera Rivera
Secretario. Dr. César Julio Martínez Castro
Vocal: Dra. Ma. Teresa Kido Cruz

Suplentes.
Dr. Cecilio Ubaldo Aguilar Martínez
M.C. José Antonio Marina Clemente

Sin más por el momento, le envió un cordial saludo.

Atentamente


Dra. Tania Zuñiga Marroquin
Jefa de Carrera de Lic. en Zootecnia


M.C. Héctor López Arjona
Vice-rector Académico




C.c.p. M.C. Hector López Arjona. Vice-rector académico. Para su conocimiento
C.C.p: Archivo

Universidad del Papaloapan. Campus Loma Bonita, Co. Cd. Universitaria, Loma Bonita, Oaxaca.
C.P. 68100. Tel: 01 (281) 87 222 39
www.unpa.edu.mx

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada principalmente a mis padres; el señor Luis Pacheco y a la señora Silvia Esther Sánchez por haberme dado la vida y enseñarme a vivirla, a mis hermanos por el gran apoyo que me brindaron durante todos estos años. Gracias a ellos soy la persona que soy y pude concluir con esta etapa.

AGRADECIMIENTOS

Principalmente a Dios que me permitió llevar a cabo este proyecto, a mis padres y hermanos por su apoyo y amor incondicional, a la Universidad del Papaloapan y cada uno de los maestros que contribuyeron en mi formación.

Agradezco a mis revisores y asesora de tesis la Dra. Ma. Teresa Kido Cruz por el gran apoyo, paciencia y el tiempo dedicado, al cuerpo académico Bioeconomía y Caracterización de la Biodiversidad por haberme hecho parte del proyecto que hizo posible este trabajo financiado, y al Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP) por dicho financiamiento.

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS.....	VI
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS	4
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	4
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
3. HIPÓTESIS.....	5
4. REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
4.1. PRODUCCIÓN PECUARIA EN MÉXICO	6
4.2. PRODUCCIÓN PECUARIA EN LA CUENCA DEL PAPALOAPAN.....	8
4.3. BIENESTAR ANIMAL EN BOVINOS	10
4.3.1. <i>Libertades que garantizan el bienestar animal</i>	11
4.4. TEORÍA DE LOS COSTOS.....	18
4.4.1. <i>Costos de producción</i>	20
4.4.2. <i>Clasificación de costos y sus criterios</i>	21
4.4.3. <i>Costos y su relación con la productividad o rentabilidad</i>	23
5. MATERIALES Y MÉTODOS	25
5.1. LOCALIZACIÓN	25
5.2. TRABAJO DE GABINETE	25
5.3. TRABAJO DE CAMPO.....	26
5.4. ANÁLISIS DE INVESTIGACIÓN.....	28
5.4.1. <i>Parámetros relacionados con la libertad de hambre</i>	30
5.4.2. <i>Parámetros relacionados con la libertad de sed</i>	32
5.4.3. <i>Parámetros relacionados con la libertad de incomodidad</i>	35
5.5. HERRAMIENTAS MATEMÁTICAS	38
5.5.1. <i>Media ponderada</i>	39
5.5.2. <i>L spline (Interpolación Segmentaria Cúbica)</i>	39
5.5.3. <i>Integral de Choquet</i>	40
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42

6.1. UNIDADES DE PRODUCCIÓN PECUARIA - UPP	42
6.1.1. <i>Recolección de datos</i>	42
6.2. EVALUACIÓN DE PARÁMETROS RELACIONADOS CON LA LIBERTAD DE HAMBRE. 43	
6.2.1. <i>La suficiencia de alimento diario</i>	44
6.2.2. <i>Condición corporal</i>	46
6.3. EVALUACIÓN DE PARÁMETROS RELACIONADOS CON LA LIBERTAD DE SED 47	
6.3.1. <i>Provisión de agua</i>	48
6.3.2. <i>Limpieza de agua</i>	52
6.4. EVALUACIÓN DE PARÁMETROS RELACIONADOS CON LA LIBERTAD DE INCOMODIDAD..... 54	
6.4.1. <i>Evaluación de la limpieza corporal</i>	54
6.4.2. <i>Manejo pre-ordeño y corral de espera</i>	55
6.4.3. <i>Evaluación de la sala de ordeño</i>	58
6.5. ANÁLISIS MATEMÁTICO..... 60	
6.5.1. <i>Principio de alimentación adecuada P1 (Libertad de hambre)</i>	60
6.5.2. <i>Principio de hidratación adecuada P2 (Libertad de sed)</i>	62
6.5.3. <i>Principio de confort P3 (Libertad de incomodidad)</i>	64
6.5.4. <i>Clasificación final</i>	66
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 68	
7.1. CONCLUSIONES	68
7.2. RECOMENDACIONES.....	69
8. LITERATURA CITADA..... 73	
9. APÉNDICES..... 84	

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. CONDICIÓN CORPORAL	31
CUADRO 2. PRESENCIA DE LIMO.....	35
CUADRO 3. CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA PARA GANADO BOVINO	35
CUADRO 4. CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA SALA DE ESPERA.....	36
CUADRO 5. CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LA SALA DE ORDEÑO	38
CUADRO 6. RELACIÓN DEL TAMAÑO DEL RANCHO (TOTAL DE ESPECÍMENES) CON EL TAMAÑO DE LA MUESTRA A EXAMINAR (FRACCIÓN DEL TOTAL DE ESPECÍMENES). 43	43
CUADRO 7. CLASIFICACIÓN DEL COMPLEMENTO ALIMENTICIO	44
CUADRO 8. CLASIFICACIÓN DEL SUPLEMENTO POR COSTO DE LA SAL MINERAL	44
CUADRO 9. SUFICIENCIA DE ALIMENTO	45
CUADRO 10. CLASIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN CORPORAL (CC. ESCALA 1 A 3)	46
CUADRO 11. CONDICIÓN CORPORAL (PROMEDIOS DE LAS 4 REGIONES CORPORALES)	47
CUADRO 12. CLASIFICACIÓN DE BEBEDEROS POR COSTO	49
CUADRO 13. PUNTUACIÓN DEL CRITERIO PROVISIÓN DE AGUA.....	50
CUADRO 14. VALORACIÓN PARA EL CRITERIO PROVISIÓN DE AGUA	51
CUADRO 15. LIMPIEZA DE AGUA POR RANCHO.....	53
CUADRO 16. LIMPIEZA CORPORAL (PROMEDIOS DE LAS 4 REGIONES CORPORALES)..	55
CUADRO 17. EVALUACIÓN DEL ESPACIO EN LA SALA DE ESPERA	56
CUADRO 18. EVALUACIÓN DE LA SALA DE ESPERA.....	57
CUADRO 19. BIENESTAR DURANTE EL ORDEÑO	59
CUADRO 20. RESULTADOS DE LA FUNCIÓN L-SPLINE PARA CONDICIÓN CORPORAL	60

CUADRO 21. PUNTUACIÓN PARA SUFICIENCIA DE ALIMENTO	61
CUADRO 22. VALORES PARA EL PRINCIPIO DE ALIMENTACIÓN ADECUADA (P1).....	61
CUADRO 23. PUNTUACIÓN PARA SUFICIENCIA DE AGUA.....	62
CUADRO 24. PUNTUACIÓN PARA LIMPIEZA DE AGUA.....	63
CUADRO 25. VALORES PARA EL PRINCIPIO DE HIDRATACIÓN ADECUADA (P2).....	63
CUADRO 26. PUNTUACIÓN PARA SALA DE ESPERA (ÁRBOL DE DECISIÓN).....	64
CUADRO 27. PUNTUACIÓN PARA CONFORT (FUNCIÓN L-SPLINE).....	65
CUADRO 28. VALORES PARA EL PRINCIPIO DE CONFORT (P3).....	66
CUADRO 29. VALORES DE CLASIFICACIÓN DE BIENESTAR.....	67

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. PROCESO PRODUCTIVO Y COSTOS	19
FIGURA 2. DIAGRAMA DE EVALUACIÓN DE BIENESTAR.....	29
FIGURA 3. ÁRBOL DE DECISIÓN PARA SUFICIENCIA DE ALIMENTO.....	30
FIGURA 4. ESCALAS DE CONDICIÓN CORPORAL	31
FIGURA 5. ÁRBOL DE DECISIÓN PARA SUFICIENCIA DE AGUA	33
FIGURA 6. ÁRBOL DE DECISIÓN PARA EVALUAR LA SALA DE ESPERA	37

RESUMEN

Loma Bonita, Oaxaca representa una comunidad con vocación agropecuaria, dentro de la cual el ganado bovino ha tenido particular relevancia. Con sistemas pecuarios de diferentes características; la preocupación común de los ganaderos ha sido incrementar su rentabilidad a partir de la mejora en sus métodos de producción. Sin embargo, algunas de estas prácticas, especialmente las que se refieren al acondicionamiento ambiental, no favorecen el bienestar animal. Es por ello que el objetivo de este trabajo fue evaluar el bienestar animal en ganado bovino asociado al acondicionamiento ambiental de las unidades de producción. En esta investigación se analizaron las siguientes libertades; a) libertad de hambre, b) libertad de sed y c) libertad de incomodidad. Para ello, se evaluaron 12 medidas (Estado de engrasamiento, limpieza de bebederos, acceso a bebederos, limpieza de agua, acceso a pasto, limpieza en; parte inferior, región ventral y dorsal, ubre, número de animales por m², humedad y limpieza de las instalaciones). Con estas medidas se obtuvieron los valores de 7 criterios y 3 principios. La puntuación de todo el sistema para el criterio 1 (ausencia prolongada de hambre) fue de 63 puntos. La libertad de sed fue evaluada con un total de 74.2 puntos. Mientras que la libertad de incomodidad se evaluó con 58.3 puntos.

ABSTRACT

Loma Bonita, Oaxaca represents a community with an agricultural vocation, within which cattle have had particular relevance. With livestock systems of different characteristics; The common concern of the farmers has been to increase their profitability from the improvement in their production methods. However, some of these practices, especially those that refer to environmental conditioning, do not favor animal welfare. That is why the objective of this work was to evaluate the animal welfare in cattle associated with the environmental conditioning of the production units. In this research the following freedoms were analyzed; a) freedom from hunger, b) freedom from thirst, and c) freedom from discomfort. For this, 12 measures were evaluated (state of fattening, cleanliness of drinkers, access to drinkers, cleanliness of water, access to grass, cleaning in; lower part, ventral and dorsal region, udder, number of animals per m², humidity and cleanliness of the facilities). With these measurements the values of 7 criteria and 3 principles were obtained. The system-wide score for criterion 1 (prolonged absence of hunger) was 63 points. Freedom of thirst was evaluated with a total of 74.2 points. While the freedom from discomfort was evaluated with 58.3 points.

1. INTRODUCCIÓN

Una de las preocupaciones recientes que ha adquirido gran relevancia desde el punto de vista del consumo en el mercado internacional de las carnes, es la inclusión de mejoras de condición animal en las cadenas de producción. De acuerdo con Silva *et al.* (2017), los sistemas de producción animal, tanto los tradicionales como los tecnificados se han caracterizado desde hace varios años, por satisfacer la demanda latente de los consumidores en pequeñas y grandes ciudades enfatizando principalmente la relación costo-producción y priorizando el rendimiento, lo que ha provocado en algunas ocasiones que se despoje a los animales de sus necesidades naturales. Según Landa (2012), lo que ha caracterizado a estos métodos de producción, es que pasan por alto el bienestar del animal, teniendo una idea equivocada de que los animales no sienten, que no sufren al someterlos a condiciones de estrés.

En las comunidades de Loma Bonita, la crianza bovina de doble propósito se ha caracterizado por ser el principal sistema de explotación utilizado; debido a esto, los ganaderos cada día buscan mejorar sus métodos de producción, de manera que les resulte redituable, ya sea invirtiendo en nuevas tecnologías, mejorando la alimentación a base de pastoreo con insumos comerciales y productos agrícolas (Martínez *et al.*, 2012). No obstante, existen unidades de producción con instalaciones deficientes en cuanto a cantidad y condiciones físicas, además de que hay productores u operarios que siguen utilizando métodos tradicionales en el manejo, lo que podría ir en contra de los principios de bienestar animal. De acuerdo con Bergaglio *et al.* (2017), lo anterior

repercute de manera directa en los parámetros productivos de leche y carne; específicamente en la calidad de la carne bovina, si el animal es maltratado en las mangas de manejo para tratarlo, se provocan golpes y con ello derrames en los músculos lo que disminuirá el rendimiento de los cortes. Además, el autor sostiene que al someter al animal a estrés se provocan pérdidas de glucógeno lo que a su vez afecta la maduración de la carne perdiendo las cualidades requeridas por los consumidores.

Por otro lado, es importante señalar que en el estado de Oaxaca, en algunos lugares, los productores se han caracterizado por la poca apertura al cambio en sus usos y costumbres, incluidos aquellos que están relacionados con sus actividades económicas. Sin embargo, en los últimos años, se ha observado que los antiguos y nuevos productores agropecuarios de zonas rurales tienen mayor confianza en la apertura de trabajar con los extensionistas y así buscar calibrar métodos de producción; la ayuda que se brinda busca la mejora en cuanto a los productos y subproductos que se obtienen de los animales siendo más aceptados en el mercado y poder contribuir a incrementar la calidad de vida de estas personas. Por tanto, resulta conveniente aprovechar esta apertura para trabajar en conjunto con el sector primario y seguir ofreciendo transferencia técnica haciendo más eficiente las unidades de producción en función del potencial comportamiento en condiciones ambientales propicias, sin pasar por alto el respeto a vulnerar el bienestar de los animales. Sin lugar a dudas uno de los argumentos con el que la mayoría de los productores están de acuerdo es el que tiene que ver con dinero y costos. En la medida en que se

clarifique el costo que asume la inclusión de un correcto control y manejo en los factores que inciden en el bienestar nos permitirá tener animales que puedan expresar su potencial genético y se reflejará positivamente en el incremento en la actividad diaria, consumo de alimento, objetivo producción, longevidad reproductiva y calidad superior de sus productos que resulten favorables; en esa medida la implementación de protocolos de bienestar animal en las unidades de producción pecuarias tendrá mayor aceptación. Se espera, que los resultados del presente proyecto proporcionen información técnica, objetiva e imparcial que permita generar estrategias adecuadas en beneficio de los productores de ganado bovino del municipio de Loma Bonita, Oaxaca.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Estimar los indicadores de bienestar animal en unidades de producción de bovinos de leche relacionando el comportamiento, las condiciones ambientales y el manejo del ganado en Loma Bonita, Oaxaca.

2.2. Objetivos específicos

- a)** Describir las condiciones de producción y ambiente que repercuten en el bienestar de los animales.

- b)** Determinar los indicadores que infieren un correcto manejo y adecuada infraestructura en el comportamiento animal (corrales, mangas de manejo, cargaderos, comederos, bebederos, saladeros, diseño de potreros, entre otros) de cada explotación pecuaria.

- c)** Valorar el grado de bienestar animal referente al acondicionamiento ambiental presente en las unidades de producción.

3. HIPÓTESIS

El grado de bienestar animal en ganado lechero se relaciona de manera directa al acondicionamiento ambiental en las unidades de producción pecuaria.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Producción pecuaria en México

En México, el ganado bovino desempeña un papel de suma importancia económica y social, de este se obtienen productos básicos para la alimentación de la población como carne y leche, siendo esta última de importancia imprescindible para infantes. Hoy en día la producción de leche se lleva a cabo en todas las regiones del país, a pesar de esto, los hatos existentes de bovinos lechero no abastece la demanda en el país, según el SIAP (2019), en México se producen 12 mil millones de litros de leche, 95 L per cápita, que incluyó la integración de sistemas intensivos lecheros, lechería familiar y lechería tropical doble propósito. A pesar de esto nuestro país sigue dependiendo en un 35 % de las importaciones del lácteo en polvo.

La producción de leche líquida en México no la encontramos de una manera homogénea, sino que las unidades de producción se diferencian unas de otras; estas diferencias pueden ser el grado de tecnificación, el número de animales en producción, el potencial productivo y reproductivo, los climas característicos de cada región, además de costumbres y tradiciones (Bastida, 2014).

Por lo anterior, el sector bovino lechero se encuentra dividido geográficamente en tres sistemas:

- 1) Intensivo. En éstos se obtienen los mayores volúmenes de producción láctea, es posible encontrarlos en las zonas áridas, semiáridas y

templadas, y gran parte de los estados de Coahuila, Durango (la comarca lagunera) y Querétaro.

- 2) Familiar. Este lo ubicamos en el altiplano central y sur del país.
- 3) Extensivo o doble propósito. Está distribuido en las zonas tropicales y costas del país (Camacho *et al.*, 2017).

El sistema de producción de leche especializado o intensivo sobresale por contar con mayor número de animales en producción y con altos rendimientos individuales (utilizan razas especializadas), las vacas se encuentran estabuladas en extensiones reducidas; hablando del ordeño y de la producción de forrajes alimenticios se cuenta con un alto grado de tecnología y mecanización, por lo que la leche ordeñada tiene como destino las plantas de industrias pasteurizadoras y transformadoras (Bastida, 2014).

De este sistema deriva el semi especializado, el cual cuenta con ganado de valor genético que se encuentra semi estabulado, complementando su alimentación con forrajes de corte y pastoreo en pequeñas extensiones de terreno, el ordeño puede ser manual o mecánico, practican la inseminación artificial y en cuanto a la infraestructura y tecnología se encuentra en grado intermedio o semi tecnificados, por lo que no cuentan, la mayoría de las veces, con equipos de enfriamiento y almacenamiento del lácteo y sus programas sanitarios son escasos.

La lechería familiar se desarrolla en terrenos de pequeñas superficies, mayormente las personas que trabajan en este son la familia o parientes. El

nivel tecnológico es bajo al igual que la calidad genética de los animales, en este sistema combinan la actividad lechera con la agrícola por lo que el ganado puede estar estabulado o semi estabulado, suministrando forrajes y esquilmos agrícolas, utilizan cruzamientos de razas como la Holstein, Pardo suizo y criollos, no cuentan con registros productivos y la leche que producen que va de los 6 a 9 L por vaca por día es vendida a acopiadores o se destina al autoconsumo (Bastida, 2014).

El sistema extensivo o mejor conocido como doble propósito, según (Bastida, 2014) es considerado importante debido que abastece la región de la Cuenca del Papaloapan con leche y carne; el manejo alimenticio de las vacas es el pastoreo con poca o nula suplementación, realizan programas zoonosanitarios y mejoramiento genético, así como la toma de registros reproductivos, el ordeño se realiza a mano pero también hay quienes utilizan ordeñadora. La leche líquida representa un ingreso que ayuda a cubrir los gastos diarios de la unidad, la cual es vendida directamente al consumidor o a queseros de la región, siendo el verdadero ingreso refaccionario al productor la venta de becerros y vacas de desecho (Martínez *et al.*, 2012).

4.2. Producción pecuaria en la Cuenca del Papaloapan

Gran parte del ganado bovino se encuentra en el trópico húmedo y seco del país, siendo Oaxaca, Veracruz, Campeche, Chiapas, y Tabasco los estados que este abarca (García *et al.*, 2018). De acuerdo con Pérez (2016), el sistema doble propósito bovino aporta el 28 % de la leche y el 39 % de la carne que se consume en el país.

La región tropical del Papaloapan en México, abarca municipios de tres estados, que son Puebla, Oaxaca y Veracruz. En esta región la ganadería bovina que predomina es la de doble propósito, puesto que posee la capacidad de producir leche para su venta diaria así como la comercialización de becerros de buen peso al destete (Martínez *et al.*, 2012), que en términos financieros es lo que busca la mayoría de los productores.

Sin embargo, una limitante que presentan las unidades de producción en las zonas tropicales como el Papaloapan, es la dependencia de su alimentación, cuya disponibilidad está en función de las condiciones climáticas de la región, puesto que en la época de lluvias, junio a septiembre, la producción de forraje se incrementa, y en tiempos de sequía, febrero a mayo, baja considerablemente en cuanto a cantidad y calidad. Además los factores climáticos como, temperatura ambiental, precipitación pluvial y humedad relativa, favorecen las infestaciones parasitarias (Pinilla *et al.*, 2018), lo que acompañado de una mala nutrición provocan diversos grados de anemia y debilidad (Aucay *et al.*, 2017), ocasionando que el ganado lechero decaiga y presente condiciones corporales raquílicas que van de 2.5 hasta 1, en una escala cárnica de 1 al 5 (Sánchez, 2010), donde 1 es una vaca famélica y 5 es una vaca obesa según Wildman *et al.* (1982).

Debido a estas circunstancias las principales razas que se utilizan en los sistemas bovinos de doble propósito son cebuinas (*Bos taurus indicus*) como Indobrasil, Gyr y Sardo negro cruzados con razas europeas (*Bos taurus taurus*) como el Pardo suizo, Holstein, Simental y Charolais (Ruíz *et al.*, 2008), esto con

el fin de encontrar un equilibrio entre producción lechera y adaptabilidad al ambiente hostil.

4.3. Bienestar animal en bovinos

El bienestar animal hace referencia al trato humanitario brindado a los animales, aplicado como el conjunto de medidas para disminuir el estrés, la tensión, el sufrimiento, los traumatismos y el dolor en los animales durante su crianza, transporte, entrenamiento, exhibición, cuarentena y comercialización. La Organización Mundial de Sanidad Animal (2019) lo designa como “el estado físico y mental de un animal en relación con las condiciones en las que vive y muere”. Para este análisis nos referiremos al bienestar animal como el estado del animal y la manera en que afronta las condiciones del entorno. Para que un animal pueda estar en condiciones de bienestar animal deberá estar sano, cómodo, alimentado, seguro, si puede expresar formas innatas de comportamiento, y no padecer sensaciones desagradables de dolor, miedo o desasosiego. En otros términos el animal debe encontrarse en armonía con el entorno, tener salud física y mental y cubiertas sus necesidades específicas. Por lo tanto, se debe tomar en cuenta la cantidad y calidad de agua, alimento y aire que contribuyan a su salud y producción; contacto social con otros animales; suficiente espacio para pararse, echarse, estirarse y realizar patrones normales de comportamiento (incluyendo movimiento y ejercicio); protección de enfermedades y lesiones, y acceso a tratamiento adecuado si estas ocurren; protección contra extremos climáticos (Segato *et al.*, 2015).

El bienestar animal resulta clave en todas las cadenas de producción pecuarias, incluyendo la del ganado bovino, misma que podemos describir como la especie animal con finalidad zootécnica, que dependiendo de su raza o cruzamientos será el objetivo de la producción; leche, carne o ambos (doble propósito); incluyendo toros, bueyes, vacas, toretes, vaquillas y becerros (SIAP, 2007).

4.3.1. Libertades que garantizan el bienestar animal

En los últimos años, la preocupación de los consumidores y de los productores por garantizar el bienestar animal de los especímenes en la ganadería ha llevado a la creación de estándares internacionales y a la realización de auditorías por parte de los comerciantes de productos pecuarios y de las autoridades que han sido las responsables de estos cambios (Tadich, 2011). Para evaluar la sanidad animal la OIE (2019) propone cinco libertades que son responsabilidad del hombre, derecho que conlleva a los animales a gozar de buen estado físico y salud mental, estas son:

a) Libres de sed, hambre y malnutrición

El consumo voluntario del alimento es factor importante en la producción pecuaria ya que, todos los parámetros de comportamiento animal como son, ganancia de peso, gestación, producción de leche, trabajo, etc., dependen en forma directa del consumo de alimento; se busca que el animal consuma más, ya que en animales sanos esto se traduce en mayor producción (Church, 2007). Para esta libertad debe haber un acceso continuo a agua fresca y una dieta que ayude a mantener la salud y el vigor, en otras palabras un animal debe estar

libre de sufrir hambre, sed o una nutrición inapropiada (Solano y Rivadeneira, 2015). Esto es que el animal no sólo deberá de alimentarse en las cantidades correctas y satisfacer la condición de consumo voluntario, sino que también tiene que hacerlo de forma que no produzca problemas de salud a medio/largo plazo derivados de la propia ración en trastornos metabólicos como la obesidad, timpanismo, acidosis y déficit de elementos minerales y vitamínicos.

Una forma de evaluar el estado nutricional de un bovino, el cual se ve reflejado en las reservas corporales, es estimar la condición corporal (CC) de los bovinos destinados a la producción de carne o leche. Evaluar la condición corporal de un bovino macho o hembra consiste en clasificar el grado de reservas corporales energéticas; estas reservas están determinadas por la apreciación visual y palpación de la grasa y la musculatura de los animales; la condición corporal ideal dependerá de factores como el estado fisiológico del animal, por ejemplo: si la vaca se encuentra próxima al parto, posterior al parto, si está seca, si se trata de un becerro en crecimiento o lactación. Para que un productor identifique la condición corporal no es necesario algún equipo especializado, basta simplemente con observar a los animales desde el costado, la región posterior y una vista desde la parte superior, palpar las masas musculares y la grasa de las diferentes áreas, además el productor adquiere destreza y experiencia al calificar al animal.

La CC es una medida subjetiva de la cantidad de grasa o dicho de otra forma de reservas de energía que posee una vaca, es importante saber que esta condición en vacas lecheras se ve afectada por el ciclo de producción, estas

reservas podrán determinar las complicaciones que pudieran enfrentar las vacas al momento o después del parto, en la misma producción de leche y en su eficiencia reproductiva que es un indicador para que pueda seguir en producción (Hazard, 2015).

Las vacas productoras de leche en trópico poseen un desempeño productivo bajo debido al anestro posparto que se ve prolongado debido a la mala alimentación y a la presencia del becerro que representa un estímulo en la vaca, por lo tanto la condición corporal puede representar el bienestar de estas debido a que vacas con una CC regular, 3 a 4, presentan una probabilidad más alta en la concepción después del parto comparado con vacas que paren en una condición considerada como flaca o muy flaca, 1 a 2 (Aban *et al.*, 2018).

b) Libres de incomodidad (factores ambientales)

La segunda libertad se refiere a que un animal debe estar libre de sufrir molestia, malestar y desosiego, por ello debe alojarse en instalaciones que le permitan refugiarse y descansar cómodamente. Proveer un ambiente adecuado que incluya refugio y áreas para descansar y dormir confortablemente. Si se le proporciona un ambiente adecuado, incluyendo protección frente a las inclemencias climáticas y un área de descanso cómoda y adecuada, se está cumpliendo con esta libertad (FAWEC, 2012 y RSPCA, 2006).

Son varios los factores que pueden generar incomodidad en los animales y atentar contra su bienestar, entre los que podemos mencionar; potreros donde son criados y levantados, hasta las mangas, bretes y corrales de manejo. Los

pisos de los corrales deben tener superficies antideslizantes y deben permitir un adecuado drenaje, para minimizar las caídas y contusiones de los bovinos. Además se necesita proveer de sombra y protección frente a las condiciones climáticas adversas, especialmente en los lugares en donde la radiación solar y temperaturas durante el día son muy altas, por ejemplo, el uso de barreras de árboles, cercas vivas y el silvopastoreo las cuales favorecen esta condición. Es necesario que las cercas perimetrales estén en buen estado; las mangas, bretes y corrales de trabajo deben tener superficies lisas, sin salientes que puedan lesionar a los animales. Las mangas deben ser lo suficientemente angostas para que el animal no pueda darse la vuelta, ni permitir que se atasquen dos animales, lo cual resultaría en lesiones cuando son forzados o se produce pánico. El ancho del corredor para los bovinos debe ser de aproximadamente 70 cm en su parte inferior y 85 cm en su parte alta, dependiendo de la raza y del tamaño (INAC, 2004).

De acuerdo con Tafur y Acosta (2006), las instalaciones que sirven para alojar a los animales o bien aquellas en las que se realizan prácticas con los animales deben ser de fácil limpieza y mantenerse en condiciones higiénicas. Debido a la naturaleza del bovino, es más fácil movilizar los animales a través de mangas de diseño curvo cuando se requiere trabajar un grupo o cuando sea necesario embarcarlos. El diseño curvo de estas instalaciones tiene ventajas, ya que el animal avanza sin complicaciones, por que asume que está volviendo al lugar de donde vino, además de no percatarse de las prácticas de manejo que se están realizando con los animales que van delante de él.

Es recomendable que las paredes de las mangas estén totalmente cubiertas, esto facilita el movimiento de los animales ya que se eliminan las distracciones visuales como las personas, sombras y otros elementos. Las instalaciones deben contar con un sistema de iluminación natural o artificial uniforme, puesto que los animales huyen de la oscuridad y se niegan a entrar a un área con poca iluminación (FVSA, 2004).

c) Libres de dolor, lesiones y enfermedades

Esta libertad consiste en que un animal no debe sufrir dolor, heridas o enfermedades, por ello para todo animal en cautiverio deben de prevenirse siempre que sea posible y en caso de que ocurran, diagnosticarlo y tratarlo lo antes posible. A través de prevención o prontitud en diagnósticos y tratamientos. Manteniendo las condiciones de higiene y cuidado adecuadas; que no sufran dolor por prácticas inapropiadas y así establecer una buena relación animal-humano (Nadin, 2012).

Para esta libertad se establece que todo aquel lugar que se dedique a la producción pecuaria o que contenga animales ya sea de manera temporal o permanente debe contar con un plan sanitario preventivo contra enfermedades infecciosas y parasitarias a partir de productos veterinarios registrados y tratamientos aplicados conforme las indicaciones de uso definidas en los envases de cada uno de estos productos y que tienen que ver básicamente con las dosis, la forma en que se deben de administrar, así como su preparación y almacenamiento (Glauber y Barreiro, 2014).

Cuando un animal presente algún tipo de enfermedad deberá ser atendido por un veterinario tan pronto como sea posible, además, este especialista deberá atender las patologías de forma rápida y eficiente, proveyendo al animal de todos aquellos recursos que sean necesarios para librarlos de las mismas y en caso de tener que tomar medidas sanitarias adicionales, el profesional debe hacérselo saber al productor o administrador del rancho y si es necesario sacrificar algún animal debido al tipo de patología que éste padezca, entonces, este sacrificio deberá ser humanitario y deberá realizarse lo más pronto posible para evitar potenciales contagios. Tanto para la sanidad preventiva como para la atención clínica veterinaria específica debe recurrirse a la práctica y/o supervisión de un profesional veterinario matriculado que garantizará el ejercicio médico apropiado en consistencia con el bienestar animal (Price, 1984).

d) Libres de miedo y angustia

Todo animal tiene que ser capaz de evitar sufrir miedo, angustia o estrés, y ello deben permitírsele tanto las instalaciones en las que se encuentre como los operarios de la unidad de producción. Garantizando buen trato y condiciones que eviten el sufrimiento mental e inquietud. Esto se logra mediante distintas prácticas como no dejarlos aislados, sabiendo que los animales domésticos tienen un comportamiento gregario. También con elementos que enriquezcan el ambiente (Nadin, 2012).

Es imprescindible tener en cuenta el manejo en su conjunto con todos los conceptos anteriormente mencionados. También es muy importante el buen trato del hato, no pegarles ni gritarles excesivamente, evitar puyas puntiagudas

y eléctricas, ya que así se conseguirá que no tengan miedo y se mejorará su manejo.

e) Libre de manifestar un comportamiento natural

Esta libertad refiere que todo animal debe poder expresar sus comportamientos normales como si estuviera en estado salvaje, esto significa que debe de tener suficiente espacio en áreas mínimas, instalaciones adecuadas según el objetivo de producción y encontrarse en compañía de un grupo de semejantes. Se refiere a los comportamientos innatos, las reacciones de comportamientos con las cuales los animales ya nacen, sin que dependan de experiencias previas, como por ejemplo, el cuidado maternal de la vaca con su ternero, el fugarse de los predadores y buscar protección ambiental, entre otros.

En este sentido Barros (2003) indica que el comportamiento de un bovino es básicamente un animal de manada de instinto gregario, a diferencia de los humanos y algunas especies no presenta un comportamiento individual y de carácter. Por lo tanto, no debe dejarse a un animal aislado, sino que debe reunirse con otros de su misma especie ya que de esta manera se sienten más seguros, los bovinos consideran a la manada como un refugio, por lo que es más difícil trabajar con un animal aislado que con un grupo de animales, además de procurar un manejo adecuado ya que el bovino instintivamente tiende alejarse de las especies predadoras o dominantes teniendo fortaleza en grupo.

4.4. Teoría de los costos

La teoría de costos es empleada por los economistas para brindar un marco de comprensión sobre cómo las empresas y los individuos asignan sus recursos para poder mantener bajos los costos y altos los beneficios, siendo ambos conceptos muy importantes en la toma de decisiones empresariales. Por lo general, los costos se refieren a los gastos incurridos por una empresa en el proceso de producción, sin embargo, en el ámbito de la economía el costo se usa en un sentido más amplio; en este caso los costos incluyen el valor asignado a los recursos propios del emprendedor, así como el salario del propietario-gerente además del costo de oportunidad (Smriti, 2018).

Dentro de la economía política, como ciencia, es posible identificar la teoría de los costos ligada a la teoría de la producción en una de sus dos grandes ramas; la microeconomía o la economía de la empresa. La teoría de la producción es definida por Spranzi (1996, 120) como “una teoría de relaciones dinámicas entre medios y resultados físicos”. Puesto así, podríamos definir al proceso productivo como el conjunto de acciones secuenciales necesarias para la obtención de algún bien o servicio. En todo proceso productivo es necesario identificar los factores, medios o recursos necesarios para obtener los productos o resultados deseados. Desde la perspectiva económica entonces, el costo representa la vinculación válida entre los factores y su resultado, sin embargo, esta vinculación es necesario hacerla a través de un conjunto de acciones que comprenden el proceso y, por tanto, su validez necesariamente

estará relacionada con la razonabilidad de la interpretación del fenómeno productivo particular que se pretenda costear (Véase Figura 1.).



Figura 1. Proceso productivo y Costos

Fuente: Elaboración propia con base en Spanzi (1996)

Por tanto, entendemos como teoría general de costos a la construcción de esquemas de análisis que interpreten y expliquen coherentemente la realidad del fenómeno productivo y que, por consiguiente, sean útiles a los efectos de vincular razonablemente los factores o recursos empleados con los objetivos o resultados obtenidos, a través de la definición de relaciones funcionales entre las distintas acciones que componen el proceso productivo en cuestión y su valorización. Ésta debe de cuantificar y medir los costos de producción a partir de una lógica económica de los fenómenos propios de la gestión empresarial. La premisa metodológica básica es que las técnicas de costeo *per se* no representan el máximo nivel de abstracción con el que se explica la problemática del costo. Si bien es cierto que una técnica constituye una

“modelización” de la realidad y, como tal, es una abstracción útil para resolver determinados problemas, esto no significa que no haya un nivel de abstracción superior que reúna los principios preliminares, los fundamentos sobre los cuales se asientan y elaboran las diferentes técnicas de costeo. En este plano superior de abstracción es donde se gesta y desarrolla la teoría general de costos, tratando de detectar los aspectos básicos prevalentes y omnipresentes en cualquier técnica de costeo (Cartier, 2008).

4.4.1. Costos de producción

El concepto de costo tiene diferentes significados dependiendo de su estructura y aplicación. Una definición basada en la estructura de Materia Prima Directa, Mano de Obra Directa y Costos Indirectos de Fabricación, es la de **Edward Menesby (2006)**, “el costo se define como la medición en términos monetarios, de la cantidad de recursos usados para algún propósito u objetivo, tal como un producto comercial ofrecido para la venta general o un proyecto de construcción. Para la obtención de un producto se emplean materia prima, materiales de empaque, horas de mano de obra trabajada, prestaciones, personal salariado de apoyo, suministros y servicios comprados y capital atado en inventario, terrenos edificios y equipo”. Por su parte, **Ferguson y Gould (1985)**, definen al costo como “un aspecto de la actividad económica, para el empresario individual esto implica sus obligaciones de hacer pagos en efectivo”, para el conjunto de la sociedad, los costos “representan los recursos que deben sacrificarse para obtener un bien dado”. Esta definición emplea el término sacrificios para referirse a costos que directamente no están relacionados con el

dinero en efectivo, como las depreciaciones del activo fijo, pero están involucrados en el proceso productivo, comercial o de servicio. En este trabajo, haremos referencia a ambas concepciones.

4.4.2. Clasificación de costos y sus criterios

Los costos pueden llegar a clasificarse de maneras diferentes, las clasificaciones que más se utilizan son de acuerdo a la función que estos tienen y de acuerdo al tiempo en que se enfrentan contra los ingresos.

De acuerdo a su función

Gastos de Administración: Son los que se relacionan con la administración de la empresa, gastos como sueldo del personal, pago de servicios (luz, agua, teléfonos, internet, entre otras).

Gastos de Venta: Se le conoce como gastos de venta a los relacionados con la función de ventas, y la distribución del producto, todo lo relacionado con vender por ejemplo, el mantenimiento de equipos de repartos (camiones, motos, pago de vendedores, mercadotecnia, entre otros).

Gastos de Fabricación: Estos son los gastos que se originan en la elaboración de un producto, pueden ser la materia prima que se utiliza, mano de obra, gastos de fabricación. Ejemplos: - Materia Prima Directa - Mano de Obra Directa - Gastos de Fabricación o Costos Indirectos

Gastos de Financiamiento: Son todos los relacionados con el costo de manejar dinero, es decir, los intereses que generan los préstamos, comisiones por aceptación de pagos con tarjeta de crédito, diferencia en el tipo de cambio.

De acuerdo al tiempo en que se enfrentan contra ingresos

Gastos del periodo: "Son las erogaciones que se registran en cuentas de Resultados", entre ellos se encuentran el costo de ventas, renta de local administrativo, sueldos del personal de ventas, intereses mensuales por financiamiento, sueldos del mes de administración y ventas.

Costos del producto: No son más que las erogaciones que se registran inicialmente en cuentas de Balance, como ejemplos, la materia prima, la mano de obra directa e indirecta, los materiales indirectos, los gastos de fabricación o indirectos.

Dentro de los tipos de costos tenemos

Costos de capital: Se afrontan con el fin de adquirir bienes, la duración de estos es mayor a un año, es un costo de inversión y se realizan antes de su utilización, estos son comunes en proyectos sociales, son representados por los terrenos, construcción, equipamiento y otros complementos.

Costos de mantenimiento: Son necesarios para mantener un equilibrio en la calidad y volumen de producción de los bienes capitales.

Costos de operación: Estos son derivados de las compras de bienes o servicios, su vida útil es menor a un año, dentro de estos costos tenemos directos e indirectos.

Directos: Son los insumos y el personal necesario para llevar a cabo el proyecto.

Indirectos: No son tan necesarios como los primeros, pero ayudan a hacer más eficiente el proyecto, son parte del apoyo.

Costos adicionales de los usuarios: Son necesarios en los proyectos sociales, de estos se tienen en cuenta para que la población objetivo reciba los beneficios del proyecto (costos de movilización).

4.4.3. Costos y su relación con la productividad o rentabilidad

Los costos de producción se definen como el valor de los materiales y el conjunto de bienes económicos, se incurre en ellos con la finalidad de conseguir algún producto, en el ámbito pecuario, en la ganadería para ser más precisos, los costos de producción son (el capital invertido, en terrenos, ganado, infraestructura, equipos, insumos, sueldos, entre otros), mientras que los productos que busca obtener son carne, leche, pie de cría y tracción animal teniendo en cuenta la demanda del mercado en su momento.

Cuando hablamos de los costos y su relación con la producción sabemos que existe una alta variación entre estos. Los costos serán diferentes para cada producto determinado, incluso en cada ciclo de un mismo producto hay variaciones, estos costos van a depender de la materia prima, demanda del mercado, mano de obra, etc. Estos cambios constantes afectan la rentabilidad de la unidad de producción (Trejo y Floriuk, 2008).

Estos costos nos permiten tener información cualitativa, cuantitativa y clasificada de los gastos que se llevan a cabo en el proceso de un determinado producto, ya sea por ciclo, por unidad, destino de los gastos, utilidad por unidad,

volumen propuesto, lo cual dependerá del interés del productor y demanda del mercado.

En otras palabras, los costos con la relación que existe entre el resultado final y los factores que fueron necesarios para obtener dicho resultado (Cartier y Osorio, 1992).

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Localización

La presente investigación se desarrolló en territorios de la demarcación de Loma Bonita, Oaxaca. Dicho lugar se encuentra ubicado entre las coordenadas 95°53' longitud oeste y 18°06' latitud norte, a una altura promedio de 30 metros sobre el nivel del mar. Las colindancias de este municipio son las siguientes: hacia al norte limita con el estado de Veracruz y al sur con el municipio de Santiago Jocotepec y San Juan Lalana, al poniente con los municipios de San Juan Bautista Tuxtepec y Santiago Jocotepec, al oriente con el estado de Veracruz (INAFED, 2019).

Económicamente, Loma Bonita se caracteriza por orientar la producción agropecuaria al cultivo de piña, caña azúcar, maíz y ganadería bovina de doble propósito. La ganadería de doble propósito juega papel importante en este municipio ya que es la que mejor se ha adaptado y sostenido a las condiciones del clima tropical. La leche líquida que se obtiene es vendida diariamente lo que ayuda a cubrir los gastos cotidianos del rancho y la venta de carne (becerros y vacas de desecho) es el ingreso refaccionario del ganadero (Martínez *et al.*, 2012).

5.2. Trabajo de gabinete

Se realizó una amplia revisión bibliográfica para identificar las fórmulas y poder llevar a cabo el análisis estructural de los indicadores de bienestar en las unidades de producción agropecuarias que se ajustaran a la zona de estudio. Se buscó información de fuentes confiables y actualizadas tales como; libros,

tesis, revistas, fichas bibliográficas, manuales, artículos en revistas digitales y en general cualquier medio bibliográfico que abordara el tema y que estuviera disponible para su revisión.

En esta fase se realizó el diseño de instrumentos de recolección de datos, mismo que se basó en entrevistas a expertos e investigadores, cuestionarios previos, registros, bases de datos, tarjetas de campo y fichas bibliográficas.

5.3. Trabajo de Campo

En un primer momento, se realizaron entrevistas exploratorias a los productores y expertos pecuarios de Loma Bonita, Oaxaca, para obtener información acerca de los indicadores de bienestar animal, con la finalidad de cumplir los objetivos de la investigación propuesta.

Se recurrió a la observación participativa junto al productor y trabajadores, para describir adecuadamente el manejo y desarrollo de las actividades relacionadas con el bienestar animal en las unidades de producción seleccionadas. Se eligieron Unidades de Producción Pecuaria (UPP) que cubrieran los tres estratos de tecnificación y que además estuvieran inscritos en el Programa Liconsa, porque todos los productores se dedican a la producción de leche, aunque algunos de ellos no de manera exclusiva. Aunado a la observación participativa, se tomaron medidas y se aplicaron entrevistas a los productores. En total se obtuvo información de 23 ranchos, lo que representa el 57% del universo de explotaciones bovinas doble propósito propuesto para el estudio.

Para la obtención de la muestra se recurrió a la fórmula de población finita cuantitativa propuesta por Aguilar (2005).

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{((N - 1) * e^2) + Z^2 * p * q}$$

$$n = \frac{1.96^2 * 0.7 * 0.3 * 40}{((40 - 1) * 0.1^2) + 1.96^2 * 0.7 * 0.3} = 23$$

Donde:

N es igual al universo conocido

Z es el nivel de confianza al 90%

e representa el término de error

p la probabilidad de que ocurra el evento

q la probabilidad de que no ocurra

Además del grado de tecnificación, otro criterio importante para la elección de la unidad de producción visitada fue la aceptación y permiso de los dueños para la entrevista y el levantamiento de muestras (muestreo por conveniencia), esto resultaba especialmente importante ya que la estadía en cada rancho resultó tardada, además se tomaron fotos y videos para constancia y referencia. Para conseguir la autorización de acceso y monitoreo, se contó con la participación del MVZ Francisco Javier Sagastume García, adscrito a la Asociación Ganadera Local enlace del sector; la visita a las unidades de producción se realizó durante el periodo que abarcó de octubre del 2019 - abril del 2020.

5.4. Análisis de investigación

Para el desarrollo de esta investigación resultaba necesario evaluar, en primer lugar, el grado de bienestar animal en el que se encuentra cada unidad de producción, misma que se puede clasificar en 4 magnitudes; Excelente, Buena, Aceptable y No clasificada. En la figura número 2, se muestra el proceso de evaluación para cada uno de los criterios considerados, mismos que son una adaptación del Protocolo Welfare Quality® para ganado bovino. Para obtener un valor final de bienestar de cada granja es necesario seguir tres pasos: a) Recoger las medidas de cada una de las variables, b) Clasificar las puntuaciones de cada uno de los criterios en los cuatro principios fundamentales del bienestar y c) Combinar las puntuaciones de cada uno de los principios para obtener una puntuación final para la unidad de producción.

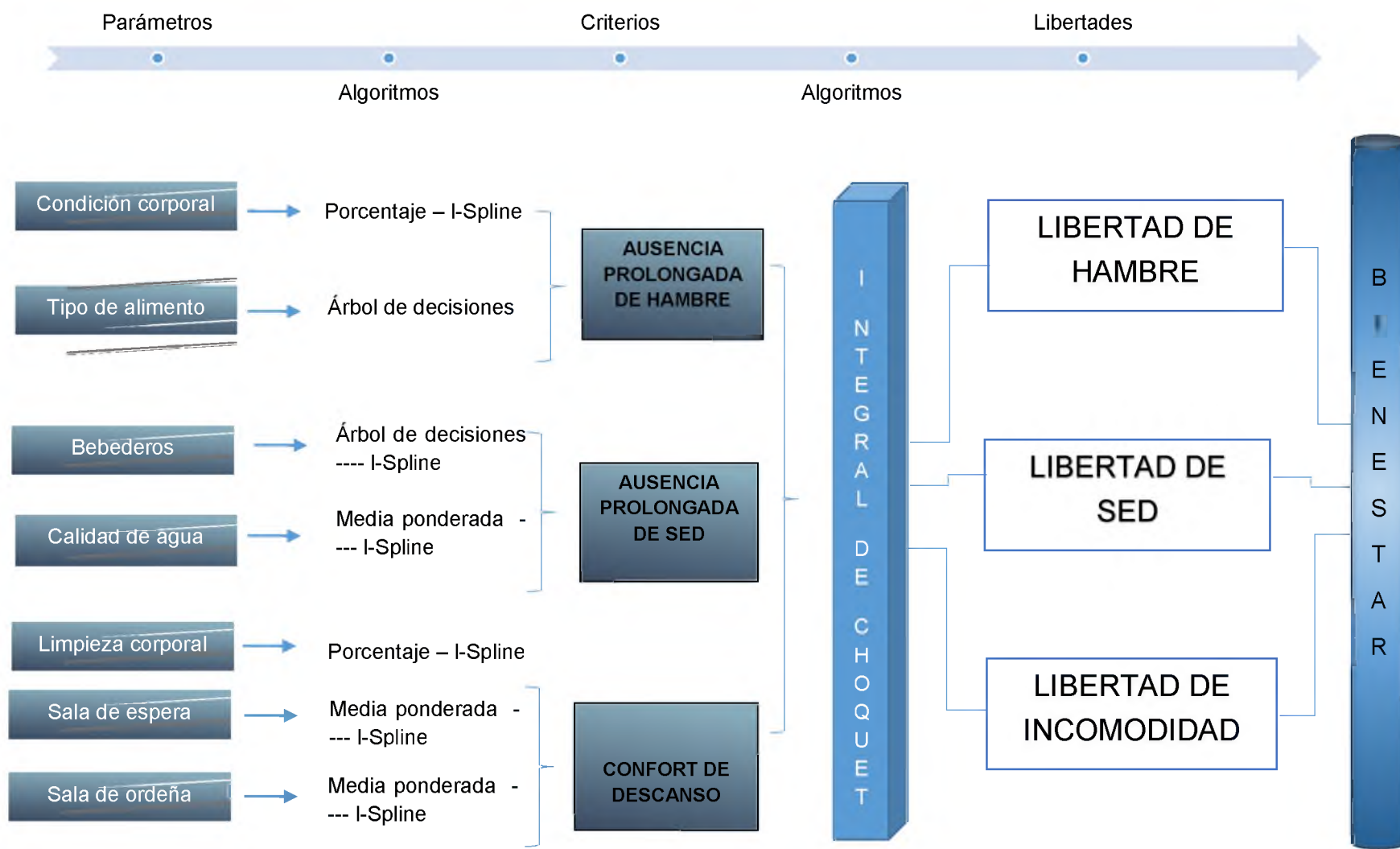


Figura 2. Diagrama de evaluación de bienestar

5.4.1. Parámetros relacionados con la libertad de hambre

Con el objeto de determinar si los animales tenían cubierta su necesidad de alimento, se consideraron 2 parámetros: la suficiencia de alimento y la condición corporal.

La suficiencia de alimento diario. Para el caso de los sistemas estabulados usualmente se mide a partir de la evaluación de los comederos al observar el rechazo del alimento ofrecido. No obstante, en la región de estudio todos los sistemas recurren al pastoreo rotacional o continuo por lo que para su valoración se utilizaron los criterios establecidos en la figura 3 relacionados con el tipo y calidad de alimento ofrecido (Bargo, 2013).

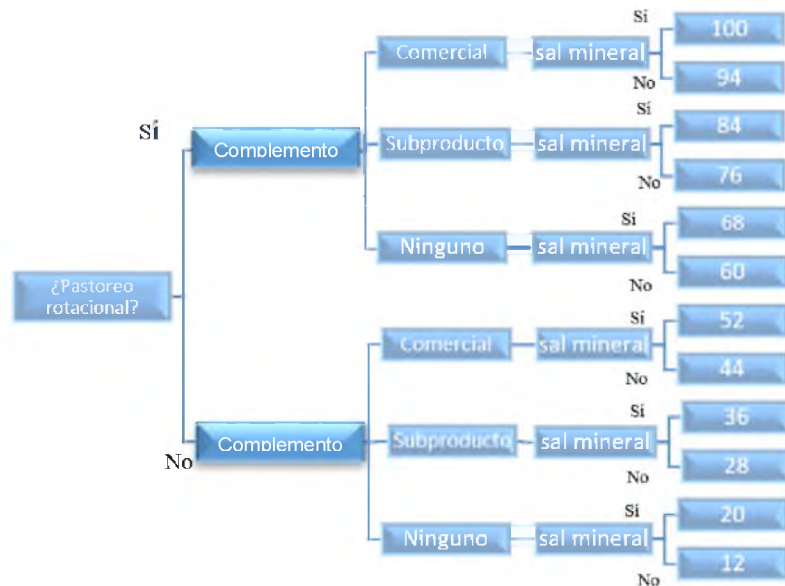


Figura 3. Árbol de decisión para suficiencia de alimento

Fuente: Elaboración propia en base a Bargo (2013) y a expertos encuestados

Condición corporal (CC). En esta investigación la CC consistió en la apreciación visual de las reservas corporales de la vaca, no se recurrió a la palpación manual para evitar estrés, se evaluaron escalas de 1 a 5 donde 1 es una vaca famélica y 5 es una obesa, según Wildman *et al.*

(1982). (Véase Figura 4.).

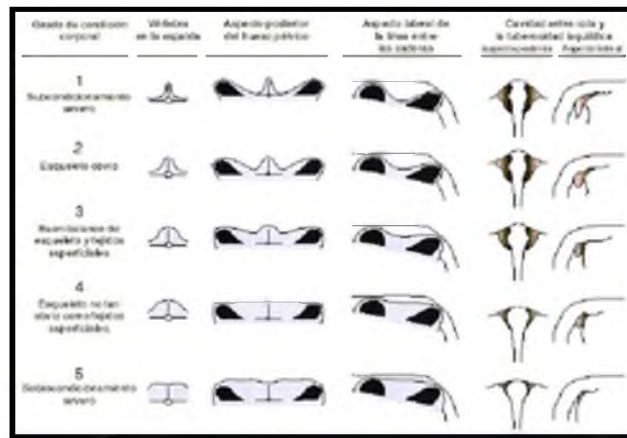


Figura 4. Escalas de condición corporal

Fuente: Wildman *et al.* (1982).

Para simplificarlo; su medición se basó en el estado de engrasamiento o condición corporal de la vaca considerando cuatro regiones que son indicadores de reservas corporales y tres estados (Véase Cuadro 1.).

Cuadro 1. Condición corporal

Criterio: Región Corporal (RC)			
Cola	CP (Cavidad Profunda)	Lomo	VD (Visible depresión)
	SC (Sin Cavidad)		PTA (Presencia de Tejido Adiposo)
	CTG (Cavidad con Tejido Graso)		TAE (Tejido Adiposo Exagerado)
Vértices	EAD (Extremos Apófisis Distinguibiles)	C/C/C	HV (Huesos Visibles)
	EPD (Extremos Poco Distinguibiles)		HPV (Huesos Poco Visibles)
	END (Extremos No Distinguibiles)		HI (Huesos Invisibles)

Fuente elaboración propia con base en Wilman *et al.* (1982).

El cálculo final de cada unidad productiva se obtuvo a partir de la agrupación en 3 escalas: CP1 para los grados 1 y 2; CP2 para los grados 3 y 4 y CP3 para el grado 5. Para el indicador global se obtuvo un porcentaje de cada escala atendiendo a las siguientes ecuaciones:

$$CP1 = (\sum CP_i + \sum VD_i + \sum EAD_i + \sum HV_i)/4 \quad (\text{Ec. 1})$$

$$CP2 = (\sum SC_i + \sum PTA_i + \sum EPD_i + \sum HPV_i)/4 \quad (\text{Ec. 2})$$

$$CP3 = (\sum CTG_i + \sum TAE_i + \sum END_i + \sum HI_i)/4 \quad (\text{Ec. 3})$$

5.4.2. Parámetros relacionados con la libertad de sed

El agua en una unidad de producción es primordial, por lo que el suministro de este líquido vital debe ser suficiente para cubrir las necesidades de cada animal, éste puede constituir de 40 a 75% del peso vivo del cuerpo, la variación depende de la edad, peso y el estado fisiológico del animal. El consumo de agua se encuentra relacionado con el consumo de alimento, funciones productivas y en ocasiones la muerte, por lo tanto, se debe tener en cuenta; **la cantidad y la calidad del agua** que se ofrece al ganado, así como también el agua sirve para la **limpieza de las instalaciones** (Jiménez, 2006).

Provisión de agua. El agua juega un papel importante en el ganado productor de leche, ya que un bovino puede llegar a consumir entre 40 y 100 L por día, de igual manera la cantidad de leche que produce una vaca está relacionada con los litros de agua que consume, una vaca lactando puede llegar a consumir de 2 a 4 L por L de leche producida mientras que una vaca seca requiere 3 L de agua por kg de materia seca consumida.

Por lo tanto el acceso al agua debe ser permanente y esta debe de estar limpia y fresca, debiendo cumplir con las necesidades del animal según su etapa fisiológica y productiva, esta libertad puede ser medible estimando una disponibilidad de agua mínima de rechazo del 50% del consumo estimado por las vacas en función de las condiciones ambientales y tomando en cuenta el consumo de materia seca (3:1) y L de leche producidos por animal (5:1), para complementar con más información se evaluaron los bebederos disponibles en la unidad con la técnica de árbol de decisión.

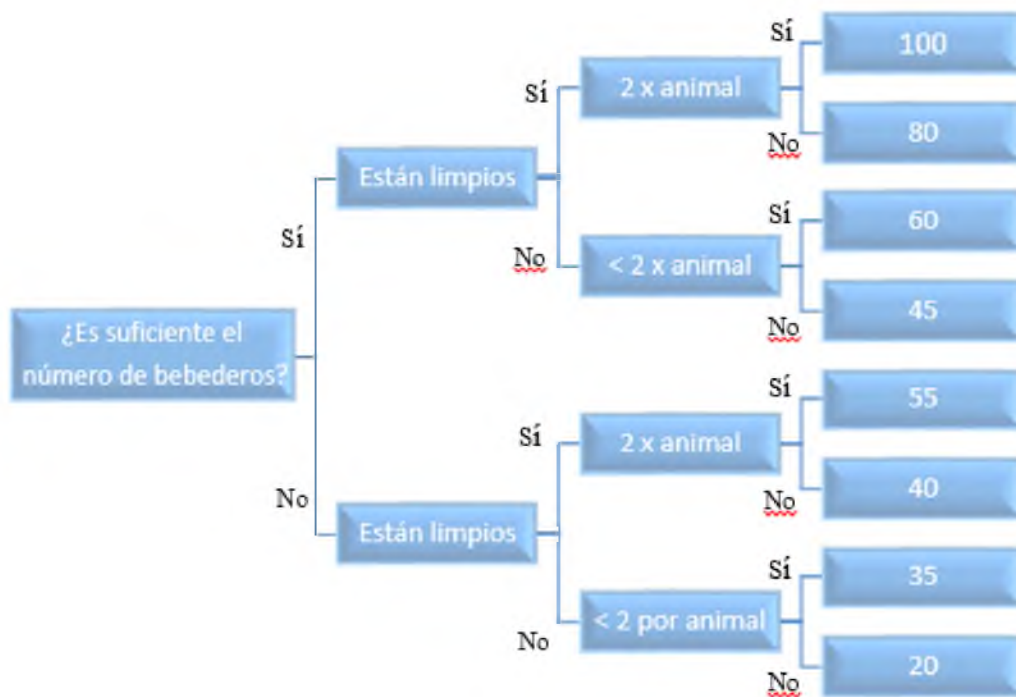


Figura 5. Árbol de decisión para suficiencia de agua

Fuente: Protocolo Welfare Quality® para ganado bovino.

Para poder determinar la suficiencia de agua en el árbol de decisiones, se consideraron la capacidad de los bebederos y la manera en la que ésta se le ofrece al ganado. El agua de bebida que se le proporciona a los animales debe de ser: potable, limpia, fresca y estar siempre disponible; para conservar estas cualidades se deben lavar los bebederos de manera diaria, ya que el agua retenida pierde la frescura y tiende a ensuciarse (Moreno y Molina, 2007). Por tanto, las condiciones físicas en las que se encontraban los bebederos también fueron evaluadas.

Limpieza del agua: Teniendo en cuenta que la provisión de agua debe ser esencial, el agua ofrecida debe de encontrarse en las mejores condiciones, es decir fresca, sin sustancias químicas, ni microbios que puedan ser tóxicos, ya que si el agua ofrecida a los animales se encuentra sucia el consumirla disminuirá la producción. La limpieza del agua puede ser medida por los sólidos y la carga bacteriológica de ésta. Este criterio fue evaluado a partir de tres pruebas: a) turbidez del agua, b) pH y c) presencia de limo. Para la turbidez se usó el disco de Secchi, éste provee una medida de profundidad de la visibilidad de un objeto bajo el agua, así como la transparencia. Mientras mayor sea la turbidez del agua, menor será la visibilidad del disco Secchi. El disco se coloca dentro del agua hasta que desaparece y se registra la profundidad, luego se baja el disco algo más y se sube hasta que reaparece. El promedio de estas dos profundidades es la visibilidad del disco Secchi. Otro criterio utilizado para la turbiedad fue la presencia de limo, ésta se clasificó en 3 categorías (Véase Cuadro 2.).

Cuadro 2. Presencia de Limo



Para medir el pH se ocupó un peachímetro de bolsillo marca HANNA® introduciendo el sensor al agua en cuatro ocasiones enjuagando el sensor entre cada repetición con agua destilada, esto para obtener una media del pH y la temperatura del agua ofrecida (Véase Cuadro 3.).

Cuadro 3. Criterios de evaluación de la calidad de agua para ganado bovino

Criterio	Adecuado	Problema Moderado	Problema Grave
pH	6.5-8.5	5.5-6.5 ó 8.5-9	<5.5 ó >9
Presencia de limo	Sin limo (SL)	Capa ligera (CL)	Capa gruesa (CG)

Fuente: Elaboración propia con base en Beede (1993).

5.4.3. Parámetros relacionados con la libertad de incomodidad

En relación a la libertad de incomodidad se evaluó si el ambiente era adecuado, esto es, que propicie condiciones de confort físico y social sin exposición a diversos estímulos o factores de estrés como son el malestar térmico y/o físico. El ambiente de los animales normalmente se limita a lo que ocurre en el establo y alrededores, con lo cual se deberían tener en cuenta hasta seis áreas distintas: descanso, alimentación, ordeño, circulación, ventilación y bioseguridad. Los criterios aquí analizados fueron los referentes a limpieza corporal, evaluación de la sala de espera y características de la sala de ordeña.

Limpieza corporal: La limpieza y desinfección de los corrales y establos son esenciales para prevenir enfermedades ya que se eliminan bacterias, virus y hongos, por lo tanto la limpieza y aseo de áreas donde los animales interactúan van de la mano con las prácticas o técnicas para la salud y la prevención de enfermedades. La limpieza puede ser medida evaluando la integridad de las extremidades, región ventral y dorsal, cuartos traseros y la ubre de las vacas, tomando como base dos criterios (Silva *et al.*, 2017):

- Limpio: que sería una vaca limpia en su totalidad o con salpicaduras mínimas.
- Sucio: con manchas de lodo o estiércol mayor a la palma de la mano en cualquiera de las zonas mencionadas.

La evaluación cuantitativa se realizó obteniendo un porcentaje de las vacas que estuvieran limpias y las que se evaluaron como sucias (vacas sucias/vacas limpias * 100), siendo éstas las consideradas como un problema que va de moderado a grave.

La sala de espera debe ser una adaptación previa de las vacas al ordeño. En este sentido hay que prestar atención a distintos aspectos para mejorar el bienestar de las mismas y, por tanto, su rendimiento en la sala de espera. Véase Cuadro 4.

Cuadro 4. Criterios de Evaluación para sala de espera

Criterio	Adecuado		Problema Moderado		Problema Grave	
	< 100	>100	< 100	>100	< 100	>100
Ancho de la puerta de entrada (Número de vacas)	3 m	5 m	2-3 m	4-5 m	<2 m	<4 m
Superficie por vaca	> 1.4 m/vaca		1-1.4 m/vaca		< 1 m/vaca	

Fuente: Elaboración propia con base en Cook y Nordlund (2009).

Respecto al espacio adecuado se evaluó el tipo de suelo, el desagüe y la limpieza tal cual se observa en la figura 6. Para la toma de decisión de estos criterios se tomó en cuenta a Segato *et al.* (2015) quien asegura que el suelo en la sala de espera debe ser rayado, con líneas horizontales a la pendiente, para evitar deslizamientos y la pendiente de la sala de espera debe ser suficiente para favorecer el drenaje y limpieza. Se recomienda una pendiente ascendente hacia la sala de ordeño de entre el 2 y el 4%. Superior al 6% se pierde confort.

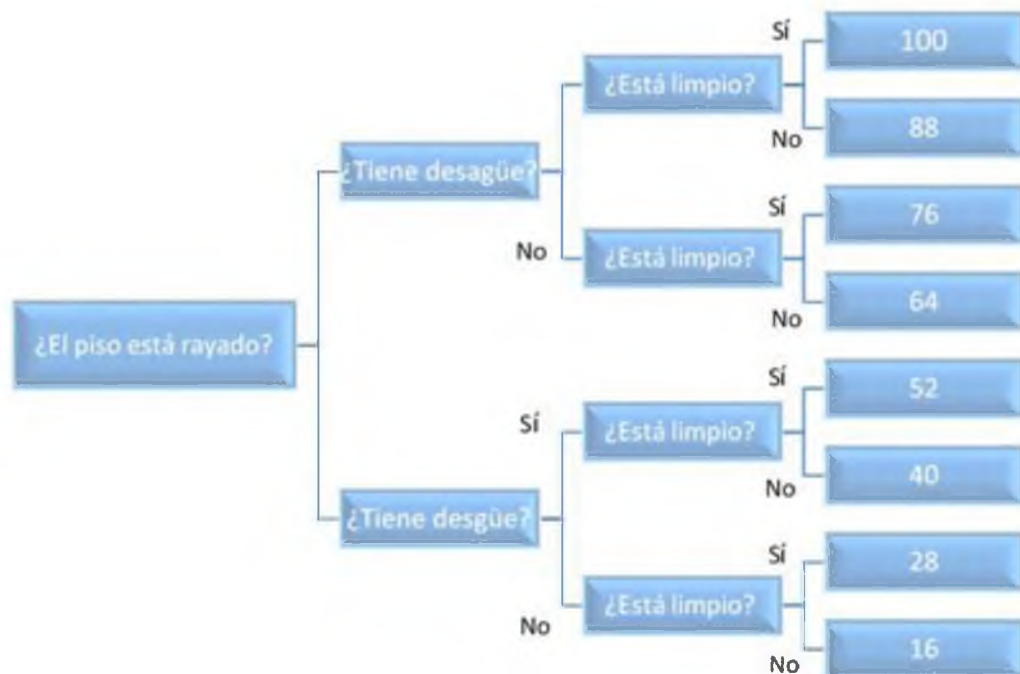


Figura 6. Árbol de decisión para evaluar la sala de espera

Fuente: Elaboración propia con base en Segato *et al.* (2015)

La sala de ordeña. Una instalación de ordeño, considerada de forma global, está formada por un conjunto de zonas y sus correspondientes equipamientos agrupados en un área específica. Trillo (2016) considera que el diseño de las instalaciones de ordeño es uno de los principales factores que influyen en el

dispar rendimiento, expresado en vacas/hora y hombre, que se aprecian en instalaciones del mismo tipo, con el mismo número de unidades e idéntico grado de mecanización. Los criterios que pueden evaluarse sobre el diseño y construcción de una sala de ordeño son innumerables y cada técnico tiene los suyos propios (Véase Cuadro 5.).

Cuadro 5. Criterios de evaluación de la sala de ordeño

Criterio	Adecuado	Problema Moderado	Problema Grave
Tiempo de espera*	45 min/lote	45-60 min/lote	>60 min/lote
Anchos del pasillo de salida**	80-90 cm	70-80 cm	< 70 cm
Limpieza del pezón***	Protocolo completo	Protocolo Incompleto	Sin limpieza
Estimulación pre-ordeño****	Protocolo completo	Protocolo Incompleto	Sin estimulación
Limpieza de la sala*****	Protocolo completo	Protocolo Incompleto	Sin limpieza

Fuente: Elaboración propia en base a distintos autores

*El tiempo de espera no debe ser superior a 45 minutos por lote. Tiempos de espera muy largos hacen que la oxitocina se libere antes de tiempo y aparezcan bajadas de leche anticipadas. También pueden provocar problemas podales y estrés (EFSA, 2009).

**El ancho recomendable es de 80 a 90 centímetros si es recto y de 130 a 160 centímetros si requiere giros. Las vacas tienden a asustarse al desconocer lo que les espera al final del recorrido, de modo que una adecuada amplitud de paso debiera reducir el estrés y permitir una circulación más fluida (EFSA, 2009).

***Limpieza y desinfección del pezón. Se debe seguir siempre un protocolo para evitar la entrada de patógenos. Se recomienda: Aplicar el limpiador de pezones, esperar 30 segundos, limpiar y secar la ubre con papel o toalla (no reusar entre vacas) (Endres y Barberg, 2007).

**** Estimulación de la ubre. Debe ser entre 10 y 20 segundos por vaca. El objetivo es favorecer la bajada de la leche y la salud de la ubre con esta limpieza y masaje. Para esta tarea se debe seguir el siguiente protocolo: utilizar guantes desechables limpios, verter dos o tres chorros de cada pezón en una jarra (no tirar al suelo) y examinar la leche para detectar coágulos, cambios de coloración u otras inconsistencias. Desechar la leche anómala (Munksgaard *et al.*, 2005).

*****Limpieza. Se debe mantener la higiene de la sala de ordeño ante el riesgo de proliferación de gérmenes de la leche. La sala se debe limpiar en cada ordeño (Munksgaard *et al.*, 2005).

5.5. Herramientas matemáticas

Debido a que las medidas que se tomaron en cada uno de los aspectos relacionados con el ambiente evaluado son de muy diversa índole el Protocolo de Welfare Quality® para ganado bovino (2009) propone una serie de herramientas matemáticas que son útiles para unificar criterios y así poder tener una sola evaluación tanto por unidad de producción, como por municipio. Las herramientas cuantitativas utilizadas se describen a continuación.

5.5.1. Media ponderada

La fórmula de la media ponderada es la siguiente (Guzmán, 2011):

$$\text{Media Ponderada} = \sum_{i=1}^N x_i P(x_i) = x_1 P(x_1) + x_2 P(x_2) + x_3 P(x_3) + \dots + x_n P(x_n)$$

La sumatoria representa la forma abstracta de la fórmula y a continuación se presenta el desarrollo de la misma. Y los componentes son:

- **Sumatoria:** Indica que debemos sumar un conjunto de valores desde el primero, hasta el N. Así, si existen 10 valores, deberemos sumar el primero, el segundo, el tercero, y el décimo. En este caso, es una suma de productos. Por tanto, lo que deberemos hacer es sumar el resultado de los productos.
- **n:** Representa el número total de observaciones.
- **x:** La variable X es sobre la que calculamos la media ponderada.
- **i:** Representa la posición de cada observación.
- Por último, a diferencia de la media aritmética aparece el valor **P**. La **P** es de porcentaje, peso o ponderación.

5.5.2. L spline (Interpolación Segmentaria Cúbica)

Cada polinomio $P(x)$ a través del que se construyen los Splines en (m, n) posee grado 3. Por lo que va a tener la forma (Vidal, 1998):

$$P(x) = ax^3 + bx^2 + cx + d$$

Cuando se trata de este tipo de polinomios se consideran cuatro variables por cada intervalo (a, b, c, d) , y una nueva condición para cada punto común a dos intervalos, respecto a la derivada segunda: a) Que las partes de la función a trozos $P(x)$ pasen por ese punto. Es decir, que las dos $P_n(x)$ que rodean al $f(x)$

que queremos aproximar, sean igual a $f(x)$ en cada uno de estos puntos. b) Que la derivada en un punto siempre coincida para ambos lados de la función definida. c) Que la derivada segunda en un punto siempre coincida para ambos lados de la función definida a trozos que pasa por tal punto común.

5.5.3. Integral de Choquet

La integral de Choquet también conocida como esperanza monótona representa la generalización de la Esperanza Matemática en el contexto no-aditivo. Al agregar diferentes criterios ponderados de acuerdo a su importancia se convierte una importante herramienta de decisión multicriterio (Burden y Faires, 1991).

Para evaluar, por ejemplo, el principio de alimentación no es lo mismo tener un valor 20 para Ausencia de hambre y un valor 34 para Ausencia de sed que tener estos mismos valores de manera inversa, es decir, 34 para Ausencia de hambre y 20 para Ausencia de sed. Ya que cuando se calcula el valor es necesario tener en cuenta además del valor de cada criterio, las desviaciones entre sus valores, estando éstas ponderadas por su importancia, que, para este caso, según los expertos, es mayor para la ausencia de sed que para la ausencia de hambre, es decir, se considera más grave que el animal sufra de sed a que sufra de hambre en términos de bienestar animal.

De acuerdo con Chapra y Raimond (1988), la aplicación para el cálculo de los principios consiste en la suma de varios términos, que para el caso de hasta 4 variables es: 1º la variable más baja.

2º la diferencia entre esta y la siguiente multiplicada por el coeficiente de todas las variables menos la más baja.

3º la diferencia entre la tercera más baja y la segunda multiplicada por el coeficiente de las variables restantes.

4º la diferencia entre la variable más alta y la anterior multiplicada por el coeficiente de la más alta.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Unidades de Producción Pecuaria – UPP

Las unidades analizadas se dedican a la producción de leche, las cruces características son Bos taurus taurus por Bos taurus indicus, predominando suizo x cebú ya que ha sido la que mejores resultados ha dado en cuanto a producción y adaptación; la mayoría de los ranchos cuentan con un encargado nombrado mayoral, que es el que dirige el manejo del ganado, se dedica a de pastorear a las vacas de ordeño, así como de administrar vacunas, medicamentos, concentrados y suplementos.

La producción de leche en cada unidad varía de acuerdo al número de vacas ordeñadas, al realizar el muestreo se encontraron ranchos más especializados que otros con diferentes tipos de manejo.

Al ser unidades productoras de leche, el agua cumple un papel fundamental tanto para el consumo de los animales como para el aseo de las instalaciones, la totalidad de los ranchos cuenta con agua limpia y fresca proveniente de pozos, arroyos e incluso utilizan el agua potable de red y tubería proveniente de centros de población.

6.1.1. Recolección de datos

Para la obtención de la base de datos en esta investigación se seleccionó una muestra del número de vacas para cada rancho, ya que como el tamaño de la unidad de producción pecuaria era variable en cuanto a las vacas en producción respecto al hato total, habría que determinar el número de

especímenes a evaluar; para ello se tomó como base el Protocolo Welfare Quality® para ganado bovino como se muestra en el siguiente Cuadro.

Cuadro 6. Relación del tamaño del rancho (total de especímenes) con el tamaño de la muestra a examinar (fracción del total de especímenes)

Rancho	Tamaño	Vacas en ordeña	Tamaño muestra
UP1	75	14	14
UP2	130	30	17
UP3	130	50	28
UP4	450	105	30
UP5	250	26	24
UP6	60	30	30
UP7	50	20	19
UP8	50	25	25
UP9	200	40	30
UP10	87	21	21
UP11	280	125	30
UP12	140	35	30
UP13	200	48	30
UP14	80	18	14
UP15	79	19	18
UP16	69	16	16
UP17	37	11	11
UP18	2	2	2
UP19	25	10	10
UP20	70	32	18
UP21	40	31	30
UP22	105	11	11
UP23	200	36	20

Fuente: Protocolo Welfare Quality®.

6.2. Evaluación de parámetros relacionados con la libertad de hambre

El principio de la libertad de hambre se evaluó a partir de 2 criterios; a diferencia del Protocolo Welfare Quality® que para este principio maneja sólo la condición corporal, en este trabajo se consideró importante agregar la suficiencia de alimento diario.

6.2.1. La suficiencia de alimento diario

En la totalidad del sistema de producción lechero de la comunidad el alimento se proporciona a través del pastoreo, de ahí la importancia de los complementos y suplementos alimenticios especialmente en época de secas. Los principales tipos de alimento adicional se enlistan en las tablas 7. y 8.

Cuadro 7. Clasificación del complemento alimenticio

Clasificación	Descripción	Costo por kilo	Costo por vaca / por día
Tipo A	Ensilado de maíz	\$1.50	\$4.50
Tipo B	Alimento lechero	\$5.25	\$4.50
Tipo C	Melaza	\$3.00	\$1.50
Tipo D	Cebada	\$1.00	\$3.00
Tipo E	Cascara de piña	\$1.00	\$3.00
Tipo F	Levadura	\$140.00	\$1.30
Tipo G	Caña picada	\$4.00	\$8.00

Cuadro 8. Clasificación del suplemento por costo de la sal mineral

Tipo	Descripción	Costo por kilo	Costo por vaca / por día
Tipo A	Sal mineral a granel	\$20.00	\$5.00
Tipo B	Sal mineral Rumisal	\$6.50	\$0.80
Tipo C	Preparada	\$16.00	\$5.70
Tipo D	Magnofoscal	\$90.00	\$2.70
Tipo E	Sal mineral Fosforisal	\$14.00	\$1.20

De los alimentos proporcionados al ganado, como complemento, el más frecuente es el ensilado de maíz, los ganaderos que no lo adquieren en el mercado, lo producen ellos mismos. Sin embargo, también suele ser frecuente que los productores aprovechen los desperdicios de los frutos de la región y con ello cubren la alimentación. Una vez que se ha hecho la clasificación de los suplementos según su tipo, se valoró la suficiencia de alimento con la técnica del árbol de decisión; en donde la mayor puntuación la tienen las unidades cuyo

pastoreo es rotacional, ofrecen el complemento tipo B y, además, suplementan con sal mineral. Véase el siguiente Cuadro:

Cuadro 9. Suficiencia de alimento

Rancho	Pastoreo	Complemento	Sal Mineral
UP1	Rotacional	Tipo A	Sí
UP2	Rotacional	Tipo B	Sí
UP3	Rotacional	Tipo C	Sí
UP4	Rotacional	Tipo B	Sí
UP5	Rotacional	Tipo A	Sí
UP6	Rotacional	Tipo B	Sí
UP7	Continuo	Tipo F	Sí
UP8	Rotacional	Tipo D	Sí
UP9	Rotacional	No	No
UP10	Rotacional	No	Sí
UP11	Rotacional	Tipo D	Sí
UP12	Rotacional	Tipo F	Sí
UP13	Rotacional	No	Sí
UP14	Rotacional	Tipo E	Sí
UP15	Rotacional	Tipo E	Sí
UP16	Rotacional	No	Sí
UP17	Rotacional	Tipo A	Sí
UP18	Rotacional	Tipo G	Sí
UP19	Continuo	Tipo D	Sí
UP20	Rotacional	Tipo G	Sí
UP21	Rotacional	No	Sí
UP22	Rotacional	No	Sí
UP23	Rotacional	Tipo B	Sí

Respecto a la suficiencia de alimento, el 90% de los ganaderos usan pastoreo tipo rotacional y los que no lo usan proporcionan algún tipo de suplemento; el porcentaje de los que no lo hacen corresponde al 26%, cuando se les cuestionó sobre ello, respondieron que no lo consideraban necesario.

Como lo indica Church (2007), cubrir la saciedad está determinado por; el animal, el alimento y el ambiente. A su vez el consumo de alimento en el animal está determinado por 4 factores; consumo voluntario, composición química,

digestibilidad y eficiencia de utilización. Por lo anterior la suficiencia de alimento es una medición compleja de gran importancia que determina el comportamiento productivo del ganado lechero.

6.2.2. Condición corporal

Se evaluó tomando en cuenta medidas basadas en el animal a partir de la clasificación de condición corporal (CC). Se observó al animal desde atrás y desde un costado en el lomo y la zona de la cabeza y cola. Los animales no fueron tocados, solamente observados. La calificación se realizó según los indicadores de la siguiente manera:

Cuadro 10. Clasificación de la condición corporal (CC. escala 1 a 3)

Condición corporal			
	Regular (CP2)	Muy flaca (CP1)	Muy gorda (CP3)
	0 (cero)	1 (uno)	2 (dos)
Cola			
CP1 (Cavidad Prof.)			
CP2 (Sin Cavidad)			
CP3 (Cavidad con Tejido Graso)			
Lomo/Vertebras			
CP1 (Visible depres.)			
CP2 (Tejido Adiposo)			
CP3 (Tejido Adiposo Exagerado)			
C/C/C			
CP1 (Huesos Visibles)			
CP2 (Huesos Poco Visibles)			
CP3 (Huesos Invisibles)			

Una vez que se tuvieron claros los parámetros que nos ayudarían a decidir la condición corporal de cada uno de los ejemplares, se determinó a qué condición pertenecía cada uno de los que componían la muestra. Los resultados por

unidad de producción pecuaria se presentan en el Cuadro 11., indicándonos que aún y cuando en su mayoría los animales tienen una condición normal, el número de vacas consideradas como flacas equivale casi al 50% del total.

Cuadro 11. Condición corporal (Promedios de las 4 regiones corporales)

Rancho	CP1		CP2		CP3	
	n	%	n	%	n	%
UP1	10	71.4	4	28.6	0	0.0
UP2	5	29.4	9	52.9	3	17.6
UP3	10	38.5	14.25	54.8	1.75	6.7
UP4	18	60.0	10	33.3	2	6.7
UP5	7.5	31.3	13	54.2	3.5	14.6
UP6	20.5	66.1	10.5	33.9	0	0.0
UP7	7	36.8	11.5	60.5	0.5	2.6
UP8	6.5	26.0	18	72.0	0.5	2.0
UP9	7.5	25.0	21.5	71.7	1	3.3
UP10	7	33.3	13.5	64.3	0.5	2.4
UP11	13.5	45.0	16.5	55.0	0	0.0
UP12	6.5	21.7	22.5	75.0	1	3.3
UP13	18.75	62.5	11.25	37.5	0	0.0
UP14	9	64.3	5	35.7	0	0.0
UP15	7	38.9	11	61.1	0	0.0
UP16	9.5	59.4	6.5	40.6	0	0.0
UP17	10.5	75.0	3.5	25.0	0	0.0
UP18	0.75	37.5	1.25	62.5	0	0.0
UP19	1.75	17.5	8.25	82.5	0	0.0
UP20	6	33.3	11.75	65.3	0.25	1.4
UP21	13.75	45.8	16.25	54.2	0	0.0
UP22	4.5	40.9	6.25	56.8	0.25	2.3
UP23	6.25	31.3	12.75	63.8	1	5.0
Suma	206.75	43.1	258	53.8	15.25	3.2

6.3. Evaluación de parámetros relacionados con la libertad de sed

Todos los bovinos, incluyendo los terneros no destetados, necesitan suministro suficiente y el acceso a agua de bebida palatable que responda a sus requisitos fisiológicos y esté libre de contaminantes peligrosos para su salud. En relación a este punto Gregory (2004) afirma que los rumiantes por su producción de saliva generalmente no manifiestan los mismos signos de sed que los no

rumiantes, lo cual no es un indicador de que no sufran de ésta. El aporte de agua en cuanto a cantidad y calidad es un aspecto muy importante no sólo del punto de vista del bienestar, sino del punto de vista productivo. Al respecto, se evaluaron 2 criterios: a) provisión y b) limpieza de agua.

6.3.1. Provisión de agua

En lo que se refiere a la disponibilidad de agua es muy difícil estimar la suficiencia, ya que de acuerdo con Lenhinger (2009) los requerimientos de agua se fijan por la cantidad de líquido que se necesita para evitar un balance negativo y los efectos adversos de la deshidratación, el agua es el componentes más importantes del organismo animal, su ingestión es una necesidad vital y constante debido al balance equilibrado entre la ingestión y eliminación de agua. Su disminución en un 0.5%, basta para despertar la sensación de sed y la deshidratación de mayor magnitud produce trastornos graves. Es medio acuoso donde se disuelven todos los líquidos corporales (sangre, linfa, secreciones digestivas, agua de respiración, heces y orina) tanto las secreciones como las excreciones. Por su parte Cook y Nordlund (2009) afirman que los animales pueden sobrevivir hasta con una reducción del 10% del agua existente en el cuerpo; aunque si se reduce el consumo del líquido, los riñones concentran más orina y aparecen enfermedades metabólicas como la Cetosis y de tipo infeccioso como neumonía. No obstante, antes de que aparezcan las enfermedades, es necesario observar algunos signos claros de falta de agua como; la aglomeración del ganado, las esperas y peleas alrededor de los bebederos, así como recipientes vacíos o con bajo nivel de agua. Por lo

que en este análisis se procedió en primer lugar a identificar los diferentes tipos de bebederos que se encuentran en cada rancho, en el Cuadro 12. se muestra una clasificación de los diferentes bebederos atendiendo al tipo y costo.

Cuadro 12. Clasificación de bebederos por costo

Tipo	Descripción	Imagen	Precio de lista
I	Bebedero tipo canoa Acero Inoxidable calidad 304		\$7,955.00
II	Bebedero de cemento circular		\$10,000.00
III	Bebederos de polietileno de alta densidad (HDP) 100% virgen de una sola pieza		\$3,631.00
IV	Río		\$1'000,000.00
V	Bebedero de cemento rectangular		\$12,000.00
VI	Tinas de uso rudo		\$1200
VII	Bebederos multifuncional para ganado de plástico		\$950
VIII	Bebedero para ganado mayor tipo circular		\$1500
IX	Bebedero para ganado mayor tipo canoa		\$3000

Fuente: Elaboración propia

Atendiendo a esta clasificación, se ha determinado la suficiencia para la provisión de agua, los resultados se muestran en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Puntuación del criterio provisión de agua

Rancho	Bebederos			No. Vacas	M lineales	
	No	Tipo	Dimensiones		Requeridos	Existentes
UP1	1	V	5*1*0.50	75	7.5	7
	2	VII	2*0.40*0.40			
UP2	3	V	8*0.50*0.50	130	13	25
	2	VII	2*0.40*0.40			
UP3	2	I	0.80*0.40*0.40	130	13	10.6
	3	V	3*0.40*0.40			
UP4	4	V	8*1*1	450	45	38
	3	V	2			
UP5	4	V	4*1*0.50	250	25	18
UP6	2	V	1*0.40*0.50	60	6	2
UP7	NA	IV	NA	50	5	
UP8	1	V	10*0.50*0.50	50	5	10
UP9	NA	IV	NA	200	20	
UP10	NA	IV	NA	87	8.7	
UP11	5	IX	2*3*0.80	280	28	13
	3	VIII	1			
UP12	5	V	3*0.50*0.80	140	14	15
UP13	1	V	8*1*0.50	200	20	8
UP14	1	II	2	80	8	3
	1	V	1*0.40*0.30			
UP15	1	VI	3*1*0.50	79	7.9	12.5
	3	V	2.5*1*1			
	1	I	2*0.50*0.80			
UP16	2	V	3*1.5*0.70	69	6.9	6
UP17	NA		NA	37	3.7	
UP18	1	VII	2.5*2*1.50	2	0.2	4
	1	III	1.5			
UP19	2	II	2	25	2.5	2
UP20	2	V	4*0.50*0.40	70	7	8
UP21	2	V	2*1*0.60	40	4	5
	1	VI	1*0.70*0.30			
UP22	4	V	4*0.70*0.70	105	10.5	16
UP23	4	V	1.2*2.2*1	200	20	8

*NA. No aplica.

Para la evaluación de suficiencia de agua se ha tomado en consideración el criterio de la FAO (2018); "El número de vacas y la cantidad de agua que

consumen son factores que van a determinar el tamaño de los bebederos, de tal forma que cada vaca pueda disponer como mínimo de diez centímetros de bebedero”. De tal manera que, por ejemplo, para un corral de 100 vacas se necesitan diez metros lineales de bebederos, que podrían estar distribuidos en cinco bebederos de dos metros cada uno, para que puedan consumir agua 10 vacas simultáneamente (Véase Cuadro 14.).

Cuadro 14. Valoración para el criterio provisión de agua

Rancho	Suficiente	Limpio	2 x vaca
UP1	Sí	No	No
UP2	Sí	No	Sí
UP3	No	Sí	No
UP4	No	No	No
UP5	No	No	No
UP6	No	No	No
UP7	Sí	Sí	Sí
UP8	Sí	No	Sí
UP9	Sí	Sí	Sí
UP10	Sí	Sí	Sí
UP11	No	Sí	No
UP12	Sí	No	No
UP13	No	Sí	No
UP14	No	No	No
UP15	Sí	No	No
UP16	No	No	No
UP17	Sí	Sí	Sí
UP18	Sí	No	Sí
UP19	No	No	No
UP20	Sí	No	No
UP21	Sí	No	No
UP22	Sí	No	No
UP23	No	No	No
Totales	11	8	7

En relación a los bebederos, los resultados muestran insuficiencia en la mayoría de las unidades de producción, siendo este uno de los criterios que podrían

resolverse o por lo menos mejorarse relativamente fácil, ya que por lo menos se podrían instaurar protocolos de revisión del aforo de bebederos.

6.3.2. Limpieza de agua

La limpieza del agua es otro punto clave, porque las vacas son más escrupulosas que los humanos a la hora de elegir el agua que ingieren; cuando beben en libertad se acercan al agua, la huelen, luego dan unos cuantos lengüetazos para probarla y finalmente introducen el morro para consumirla (Chase, 2002).

En cuanto a la propiedades fisicoquímicas del agua se consideró el pH del agua, ya que este puede llegar afectar el olor y sabor del agua de bebida en términos más directos un pH menor a 6.5 reduce el consumo de alimentos y llega a producir acidosis en el animal y de manera indirecta puede afectar provocando la precipitación de algunos medicamentos reduciendo su efecto y valores de pH por encima de 8.5 facilita la contaminación del agua por metales como hierro, cobre, plomo y cadmio (Jiménez, 2006).

La turbiedad de las aguas está dada por la presencia de sólidos suspendidos de origen orgánico e inorgánico; entre ellos el limo. Estas sustancias determinan modificaciones en el pasaje de los rayos luminosos, absorbiendo, refractando y reflejando parte de la luz incidente. Si bien la turbiedad no puede tomarse como medida de cantidad de material en suspensión, tiene importancia desde el punto de vista sanitario (Beede, 1993). Este factor se incluyó ya que la mayoría de los bebederos encontrados fue de concreto y se clasificó en tres categorías como se muestra en la siguiente Cuadro 15.

Cuadro 15. Limpieza de agua por rancho

Rancho	Disco Secchi	pH			Temperatura	Limo		
		A	PM	PG		A	PM	PG
UP1	40 cm			4.9	25	SL		
UP2	45 cm	6.6			20		CL	
UP3	40 cm	7.0			20.1		CL	
UP4	50 cm	7.0			25.9			CG
UP5	50 cm	6.9			23.8		CL	
UP6	50 cm	6.7			23	SL		
UP7	NA	6.0			22.1	SL		
UP8	50 cm	6.8			25.8	SL		
UP9	NA	5.9			21.9	SL		
UP10	NA	6.0			21.9	SL		
UP11	45 cm	5.5			24.5	SL		
UP12	45 cm	6.0			24		CL	
UP13	40 cm			4.9	25			CG
UP14	30 cm	6.7			23.9	SL		
UP15	30 cm	6.7			23	SL		
UP16	30 cm	7.0			22.5		CL	
UP17	NA	6.0			22.0	SL		
UP18	40 cm	7.3			24.8		CL	
UP19	50 cm	7.0			20.1			CG
UP20	20 cm	6.6			20.1		CL	
UP21	40 cm	5.9			19.6			CG
UP22	40 cm	6.8			23.7		CL	
UP23	50 cm	7.0			25.9			CG
Totales	41 cm	21	0	2	22.9	10	8	5

A. Adecuado, PM. Problema moderado, PG. Problema grave, NA. No aplica, SL. Sin limo, CL. Con limo, CG. Capa gruesa de limo.

La limpieza del agua medida por disco, temperatura y pH no muestra graves problemas ya que en su mayoría el disco podía apreciarse hasta el fondo, esto se explica porque en su mayoría los bebederos no son muy profundos, mientras que los valores de pH y temperatura son adecuados para la mayoría de los ranchos, cabe señalar que en cuanto a la temperatura sólo se realizó una medida y ésta se hizo sólo en las mañanas.

La fuente de agua se clasificó en 3 categorías de acuerdo a lo encontrado en el trabajo de campo; a) fuente natural: ríos, arroyos y lagos, b) fuente hecha por el

hombre: pozo de brocal y pozo profundo y c) fuente instalada: agua potable, siendo ésta frecuente.

6.4. Evaluación de parámetros relacionados con la libertad de incomodidad

En los sistemas lecheros existen numerosas causas de no confort: fallas de la infraestructura, aumento de las densidades de animales, malos caminos, falta de sombra en los potreros, exceso de moscas, exceso de gritos y ruidos. Fallas en los equipos de ordeña lo cual puede causar sobreordeño y daño en los pezones. La limpieza del animal es un aspecto que debe ser considerado. Las vacas habitualmente son animales que mantienen su pelaje limpio, con excepción de los cascos que pueden ensuciarse al transitar por terrenos con barro. Un pelaje sucio indica que el animal es mantenido en condiciones precarias de higiene. A continuación, se presentan los resultados de: a) limpieza corporal, b) evaluación de la sala de espera y c) evaluación del área de ordeño.

6.4.1. Evaluación de la limpieza corporal

Es muy importante mantener a las vacas limpias para reducir la incidencia de mastitis ambiental en las granjas ya que un número alto de patógenos tiene más oportunidad de colonizar los pezones e infectar la ubre. De acuerdo con Reneau *et al.* (2005) el grado de higiene en las vacas especialmente en la parte inferior de las patas traseras y la ubre, refleja el nivel de limpieza general de la explotación e influye en la cantidad de leche. Para este trabajo se evaluaron 4

regiones corporales en cada vaca de la muestra por unidad de producción, los resultados se presentan en el Cuadro subsecuente.

Cuadro 16. Limpieza corporal (Promedios de las 4 regiones corporales)

ID	Rancho	Extremidades			Ventre/Dorso		Cuartos Traseros		Ubre		Porcentaje Limpieza
	N	L	S	L	S	L	S	L	S		
UP1	14	14	0	14	0	14	0	14	0	100	
UP2	17	5	12	17	0	17	0	17	0	82	
UP3	28	0	28	23	5	25	3	28	0	68	
UP4	30	28	2	30	0	30	0	30	0	98	
UP5	24	24	0	24	0	24	0	24	0	100	
UP6	30	30	0	30	0	29	1	30	0	99	
UP7	19	19	0	17	2	19	0	19	0	97	
UP8	25	23	2	25	0	25	0	25	0	98	
UP9	30	30	0	30	0	30	0	30	0	100	
UP10	21	19	2	19	2	14	5	16	3	81	
UP11	30	19	11	30	0	28	2	30	0	89	
UP12	30	23	7	29	1	23	7	30	0	88	
UP13	30	0	30	30	0	26	4	30	0	72	
UP14	14	14	0	14	0	14	0	14	0	100	
UP15	18	15	3	18	0	14	4	18	0	90	
UP16	16	16	0	16	0	16	0	16	0	100	
UP17	11	7	4	11	0	11	0	11	0	91	
UP18	2	2	0	2	0	2	0	2	0	100	
UP19	10	4	6	10	0	10	0	10	0	85	
UP20	18	18	0	18	0	13	5	18	0	93	
UP21	30	10	20	30	0	26	4	30	0	80	
UP22	11	11	0	11	0	10	1	11	0	98	
UP23	20	19	1	20	0	20	0	20	0	99	
Totales	478	350	128	468	10	440	36	473	3	91	

6.4.2. Manejo pre-ordeño y corral de espera

El manejo preordeño tiene por objetivo obtener la leche de forma higiénica, rápida, completa, sin daño para el animal y minimizando el riesgo de transmisión de infecciones. Las vacas que entran sucias a la sala de ordeño

requieren el doble de tiempo en su preparación, por lo que se reduce el rendimiento de la sala. El lugar de descanso de las vacas, así como los pasillos y zonas de tránsito de los animales deben mantenerse limpios. De acuerdo con Callejo y López (2014) los criterios más importantes que se deben tener en cuenta a la hora de diseñar el corral de espera son: a) Todos los animales deben poder llegar y entrar en él fácilmente; b) Asegurar una fácil entrada de los animales a la sala de ordeño, lo que se facilita cuando la sala de ordeño y el corral de espera forman un conjunto constructivo, sin muros ni puertas de separación entre ambos; c) Disponer una buena iluminación a la entrada de la sala de ordeño; d) Tener una pequeña pendiente ascendente hacia la sala de ordeño (4-5 %) para facilitar el escurrido de los orines y la posterior limpieza, y asegurar una buena adherencia y tracción; e) Sistema de ventilación adecuado, capaz de renovar un caudal de 25-30 m³/minuto y vaca y distribuirlo uniformemente; f) Dimensionar el lugar de acuerdo a la raza de vacas que se esté ordeñando. En el Cuadro 17., se muestran tres de estos criterios, para este estudio no se contempló ni la iluminación, ni la ventilación ya que en todos los casos los espacios son abiertos.

Cuadro 17. Evaluación del espacio en la sala de espera

Rancho	Tipo	Desagüe	Limpieza
UP1	Tierra sin raya	No cuenta	Sucio
UP2	Tierra sin raya	No cuenta	Sucio
UP3	Tierra sin raya	Sí cuenta	Limpio
UP4	Concreto Rayado	Sí cuenta	Limpio
UP5	Tierra con raya	Sí cuenta	Limpio
UP6	Tierra sin raya	No cuenta	Limpio
UP7	Tierra sin raya	Sí cuenta	Limpio
UP8	Concreto Rayado	Sí cuenta	Sucio

UP9	Concreto Rayado	Sí cuenta	Sucio
UP10	Concreto Rayado	Sí cuenta	Limpio
UP11	Concreto Rayado	Sí cuenta	Sucio
UP12	Tierra sin raya	No cuenta	Limpio
UP13	Concreto rayado	No cuenta	Sucio
UP14	Tierra sin raya	No cuenta	Limpio
UP15	Concreto picado	Sí cuenta	Limpio
UP16	Tierra sin raya	No cuenta	Sucio
UP17	Concreto rayado	Sí cuenta	Limpio
UP18	Tierra sin raya	Sí cuenta	Limpio
UP19	Tierra sin raya	No cuenta	Sucio
UP20	Tierra sin raya	No cuenta	Limpio
UP21	Tierra sin raya	No cuenta	Limpio
UP22	Tierra sin raya	Sí cuenta	Limpio
UP23	Concreto rayado	Sí cuenta	Sucio
Total		13	12
			14

Otros dos indicadores que se tomaron en cuenta para la comodidad de las vacas respecto a la sala de espera fue el tamaño de la puerta y la superficie por vaca (Véase Cuadro 18.), ya que especialmente cuando son muchos animales, moverlos de un lugar a otro a través de un espacio reducido puede causar golpes y lesiones. Al respecto la mayoría cumple con lo recomendado por los expertos, no obstante, no ocurre lo mismo en la dimensión del espacio ya que sólo el 39% cumple con los requerimientos de área mínima por animal recomendados por la literatura y aunque el tiempo que esperan no suele ser mucho en algunas ocasiones puede extenderse hasta 4 horas.

Cuadro 18. Evaluación de la sala de espera

Rancho	Puerta	Vaca	Problema	Superficie	Sup/Vaca	Problema
UP1	3 m	14	SP	20 m ²	1.4	PM
UP2	4 m	30	SP	30 m ²	1.0	PM
UP3	3.5 m	50	SP	25 m ²	0.5	PG

UP4	3 m	105	PG	45 m ²	0.4	PG
UP5	3.5 m	26	SP	20 m ²	0.8	PG
UP6	4 m	30	SP	15 m ²	0.5	PG
UP7	3 m	20	SP	20 m ²	1.0	PM
UP8	3.5 m	25	SP	18 m ²	0.7	PG
UP9	3 m	40	SP	540 m ²	13.5	SP
UP10	4 m	21	SP	30 m ²	1.4	PM
UP11	3 m	125	PG	160 m ²	1.3	PM
UP12	3 m	35	SP	25 m ²	0.7	PG
UP13	3 m	48	SP	30 m ²	0.6	PG
UP14	3 m	18	SP	500 m ²	27.8	SP
UP15	4 m	19	SP	360 m ²	18.9	SP
UP16	3.5 m	16	SP	20 m ²	1.3	PM
UP17	2.5 m	11	SP	30 m ²	2.7	SP
UP18	4 m	2	SP	225 m ²	112.5	SP
UP19	1.5 m	10	SP	20 m ²	2.0	SP
UP20	4 m	32	SP	750 m ²	23.4	SP
UP21	3 m	31	SP	500 m ²	16.1	SP
UP22	3 m	11	SP	18 m ²	1.6	SP
UP23	3 m	36	SP	13 m ²	0.4	PG

SP. Sin problema, PM. Problema moderado, PG. Problema grave.

6.4.3. Evaluación de la sala de ordeño

Los ganaderos de vacuno de leche valoran el ordeño como una de las tareas rutinarias más importante y también más agradecidas, entre otras cosas porque el ordeño es el momento de interacción directa más frecuente entre las vacas y el productor. En términos de enfermedades y lesiones relacionadas con el ordeño en sí, es de especial relevancia la prevención de las lesiones del pezón y de las mastitis (especialmente cuando están involucrados los microorganismos de las mastitis contagiosas). El cuidado rutinario de los animales, tales como la desinfección de los pezones y la limpieza y el control de los equipos de ordeño, son de gran importancia para garantizar el bienestar animal durante el ordeño.

Atendiendo a ello, se realizó la evaluación de este criterio en base a 4 indicadores en donde se determinó la ausencia o grado de problemática respecto a cada uno de los protocolos que los teóricos han sugerido para cada uno de ellos. Sin embargo, es importante señalar que un número importante de productores no manejan una división entre sala de ordeña y sala de espera, sino más bien, utilizan el mismo espacio para ordeñar, debido a que esto no es recomendable de acuerdo a la literatura se registró el ancho de pasillo como problema grave. Ello debido a que fue posible evaluar todos los demás aspectos aún y cuando no se contara con una sala de ordeño específica. Los resultados por unidad de producción se muestran en el Cuadro 19.

Cuadro 19. Bienestar durante el ordeño

Rancho	Tiempo espera		Ancho pasillo		Limpieza pezón		Estimulación		Limpieza	
	hrs	Problema	mts	Problema	Protocolo	Problema	Protocolo	Problema	Prot.	Problema
UP1	1.5	PG	---	PG	SL	PG	PI	PM	MS	PG
UP2	2	PG	---	PG	SL	PG	PI	PM	PC	SP
UP3	2.5	PG	1.5	SP	PI	PM	PC	SP	MS	PG
UP4	4	PG	2	SP	PI	PM	PC	SP	PC	SP
UP5	2	PG	---	PG	PC	SP	PI	PM	PC	SP
UP6	3	PG	2	SP	SL	PG	PI	PM	MS	PG
UP7	2	PG	---	PG	PI	PM	PI	PM	PI	PM
UP8	2.5	PG	1.80	SP	SL	PG	PI	PM	PI	PM
UP9	4	PG	---	PG	PI	PM	PI	PM	MS	PG
UP10	2	PG	---	PG	SL	PG	PI	PM	MS	PG
UP11	5	PG	1.80	SP	PC	SP	PC	SP	PC	SP
UP12	4	PG	---	PG	PI	PM	PI	PM	PC	SP
UP13	4:40	PG	1.80	SP	PI	PM	PI	PM	PC	SP
UP14	2.5	PG	---	PG	PI	PM	PI	PM	PI	PM
UP15	2	PG	---	PG	PC	SP	PI	PM	MS	PG
UP16	3	PG	---	PG	PC	SP	PI	PM	MS	PG
UP17	1.5	PG	---	PG	SL	PG	PI	PM	MS	PG
UP18	0.20	SP	---	PG	SL	PG	PI	PM	MS	PG
UP19	1.5	PG	---	PG	PI	PM	PI	PM	MS	PG

UP20	1.5	PG	2	SP	PI	PM	PC	SP	PI	PM
UP21	3.5	PG	.80	SP	PC	PM	PI	PM	PI	PM
UP22	2	PG	---	PG	SL	PG	PI	PM	MS	PG
UP23	1	PG	1.80	SP	SL	PG	PC	SP	PC	SP

SP. Sin problema, PM. Problema moderado, MS. Muy sucio, PG. Problema grave, SL. Sin limo, CL. Con limo, CG. Capa gruesa de limo, PC. Protocolo completo, PI. Protocolo incompleto.

6.5. Análisis Matemático

6.5.1. Principio de alimentación adecuada P1 (Libertad de hambre)

Este principio se conforma de dos criterios; a) condición corporal y b) suficiencia en la alimentación.

Para la condición corporal se obtuvo el porcentaje de las vacas catalogadas como muy flaca CP1 y se aplicó la función I-spline.

El valor I se determinó a partir de:

$$I = 100 - \% CP_1$$

Una vez que se ha obtenido el valor de I, se aplica la fórmula general, que para el caso de todo el sistema resulta;

$$x = 0 + 0.2216596254 * 53 + -0.0027707453 * 53^2 + 0.0000592709 * 53^3$$

$$X = 56.9$$

Los valores por Unidad de producción se presentan en la Cuadro 20.

Cuadro 20. Resultados de la función I-spline para Condición corporal

UP17	25	UP11	55	UP5	68.7
UP1	28.6	UP22	59.1	UP23	68.7
UP6	33.9	UP15	61.1	UP2	70.6
UP14	35.7	UP3	61.5	UP8	74
UP13	37.5	UP18	62.5	UP9	75
UP4	40	UP7	63.2	UP12	78.3
UP16	40.6	UP20	66.7	UP19	82.5
UP21	54.2	UP10	66.7	Todas	56.9

Para la suficiencia de alimento por unidad de producción se utilizó el árbol de decisión (Figura 3.) presentada en la metodología con base a los resultados de la Cuadro 8, presentada en el apartado 6.2.1. El valor para el sistema se obtuvo a partir del promedio de estos resultados (Véase Cuadro 21.).

Cuadro 21. Puntuación para suficiencia de alimento

UP1	84	UP9	60	UP17	84
UP2	100	UP10	68	UP18	84
UP3	84	UP11	84	UP19	84
UP4	100	UP12	84	UP20	84
UP5	84	UP13	68	UP21	68
UP6	100	UP14	84	UP22	68
UP7	52	UP15	84	UP23	100
UP8	84	UP16	68	Todas	80

Para integrar ambos valores se usa la integral de Choquet, de tal manera que;

Si $C_1 < C_2$ Entonces $P_1 = C_1 + (C_2 - C_1) \mu_2$

Si $C_1 > C_2$ Entonces $P_1 = C_2 + (C_1 - C_2) \mu_1$

Si $C_1 = 50$ y $C_2 = 50$ $P_1 = 50$

Cuando se aplica a todo el sistema se obtiene:

$$P_1 = 56.9 + (80 - 56.9) * 0.27$$

$$P_1 = 63$$

Cuadro 22. Valores para el principio de alimentación adecuada (P1)

UP1	43.6	UP9	71.0	UP17	40.9
UP2	78.5	UP10	67.1	UP18	68.3
UP3	67.6	UP11	62.8	UP19	82.9
UP4	56.2	UP12	79.8	UP20	71.4
UP5	72.8	UP13	45.7	UP21	57.9
UP6	51.7	UP14	48.7	UP22	61.5
UP7	60.2	UP15	67.3	UP23	77.2
UP8	76.7	UP16	48.0	Todas	63.4

6.5.2. Principio de hidratación adecuada P2 (Libertad de sed)

Para este principio se determinaron 2 criterios; a) provisión de agua y b) limpieza

La ponderación final para este criterio se da a partir del árbol de decisión propuesto en la metodología (Figura 5.), los resultados se presentan en el siguiente Cuadro 23.

Cuadro 23. Puntuación para suficiencia de agua

UP1	64	UP9	100	UP17	100
UP2	76	UP10	100	UP18	76
UP3	40	UP11	40	UP19	16
UP4	16	UP12	64	UP20	64
UP5	16	UP13	40	UP21	64
UP6	16	UP14	16	UP22	64
UP7	100	UP15	64	UP23	16
UP8	76	UP16	16	Todas	54

El criterio de limpieza fue calculado a partir de 2 indicadores; a) pH y b) presencia de limo, en este caso ambos son igual de importantes por lo que no se ponderó por indicador, sin embargo, sí se hizo una ponderación por tipo de problema que puede generar la falta de la misma en el agua (Véase Cuadro 24.). Asignando un peso de 4 para problema moderado y de 9 para problema grave.

El máximo teórico que puede alcanzarse en esta puntuación es $9 \times 2 = 18$

Para obtener un valor entre 0 y 100 donde cero represente la peor situación y 100 la mejor, usamos la función I-spline.

En este caso el valor de I está determinado por

$$I = 100 - \frac{4 * \text{No. de problemas moderados} + 9 * \text{No problemas graves}}{18} * 100$$

Para todo el Sistema estaría representado por;

$$l = 100 - \frac{4 * \text{No. UP con problemas moderados} + 9 * \text{No. UP con problemas graves}}{414} * 100$$

$$l = 100 - \frac{4 * 8 + 9 * 7}{414} * 100$$

$$L=77$$

Aplicando la formula general se tiene:

$$x = 0 + 0.2216596254 * 77 - 0.0027707453 * 77^2 + 0.0000592709 * 77^3$$

$$X= 28$$

Cuadro 24. Puntuación para limpieza de agua

UP1	12	UP9	100	UP17	100
UP2	28	UP10	100	UP18	28
UP3	28	UP11	100	UP19	12
UP4	12	UP12	28	UP20	28
UP5	28	UP13	0	UP21	12
UP6	100	UP14	100	UP22	28
UP7	100	UP15	100	UP23	12
UP8	100	UP16	28	Todas	77

Cuando se aplica la integral de Choquet se obtiene:

Si $C_1 < C_2$ Entonces $P_2 = C_1 + (C_2 - C_1) \mu_2$

Si $C_1 > C_2$ Entonces $P_2 = C_2 + (C_1 - C_2) \mu_1$

Si $C_1 = 50$ y $C_2 = 50$ $P_2 = 50$

$$P_2 = 54 + (77 - 54) * 0.27$$

$$P_2 = 74.2$$

Cuadro 25. Valores para el principio de hidratación adecuada (P2)

UP1	17.9	UP9	100.0	UP17	100.0
UP2	34.1	UP10	100.0	UP18	34.1
UP3	29.8	UP11	83.8	UP19	12.1
UP4	12.1	UP12	32.6	UP20	32.6
UP5	25.0	UP13	4.8	UP21	17.9
UP6	77.3	UP14	77.3	UP22	32.6

UP7	100.0	UP15	90.3	UP23	12.1
UP8	93.5	UP16	25.0	Todas	74.2

En lo que se refiere al principio de hidratación, se evaluó la libertad de sed en el animal, encontrándose que el 17 % presenta la máxima puntuación, mientras que el 26 % se encuentra en buena condición pero el 17 % presenta condiciones muy malas.

6.5.3. Principio de confort P3 (Libertad de incomodidad)

La valoración de este principio se realizó a partir del cálculo de tres indicadores aplicados a: a) limpieza corporal, b) sala de espera y c) sala de ordeña.

La puntuación que evalúa las características físicas del espacio de la sala de espera ha sido designada a partir del árbol de decisiones generado en la metodología (Figura 6.), el valor global supera ligeramente el 50%, con lo cual podemos afirmar que realmente este criterio no se está cumpliendo en la mayoría de los ranchos. (Véase Cuadro 26.).

Cuadro 26. Puntuación para sala de espera (árbol de decisión)

UP1	16	UP9	88	UP17	100
UP2	16	UP10	100	UP18	52
UP3	52	UP11	88	UP19	16
UP4	100	UP12	28	UP20	28
UP5	100	UP13	64	UP21	28
UP6	28	UP14	28	UP22	52
UP7	52	UP15	100	UP23	88
UP8	88	UP16	16	Todas	58

Para la valoración matemática del resto de los criterios se identificó la gravedad de los problemas que la falta de confort puede provocar en el ganado.

Tipo	Descripción
Criterios de limpieza del animal	Porcentaje de vacas con ubres sucias
	Porcentaje de vacas con patas sucias
Criterios para sala de espera	Dimensión ancho de puerta
	Superficie por vaca
	Tiempo de espera
	Ancho pasillo
Criterios para sala de ordeña	Protocolo de limpieza de pezón
	Estimulación pre ordeño
	Limpieza de sala de ordeño

Dada su importancia se ponderó con 3 para los problemas en el ordeño, 2 para sala de espera y 1 para limpieza. Mientras que el tipo de problema se ponderó con 4 para problema moderado y 9 para problema serio. De tal manera que el máximo teórico para este tipo de problema se obtiene a partir de $9 \times 21 = 181$

Para la función I-spline el índice I está dado por:

$$I = 100 - \frac{4 * \text{No. de problemas moderados} + 9 * \text{No problemas graves}}{181} * 100$$

Una vez que se determinó el índice I para cada unidad de producción, se aplicó la formula general para la función obteniéndose los siguientes resultados:

Cuadro 27. Puntuación para confort (Función I-spline)

UP1	54.5	UP9	60.0	UP17	56.8
UP2	60.0	UP10	48.4	UP18	62.9
UP3	60.0	UP11	67.0	UP19	60.0
UP4	62.9	UP12	54.5	UP20	67.0
UP5	62.9	UP13	63.6	UP21	67.9
UP6	54.5	UP14	63.6	UP22	54.5
UP7	60.7	UP15	60.0	UP23	66.1
UP8	60.0	UP16	60.0	Todas	60.3

Finalmente, para la unificación de criterios se recurrió a la integral de Choquet

Si $C_1 \leq C_2$ Entonces $P_3 = C_1 + (C_2 - C_1) \mu_4$

Si $C_1 > C_2$ Entonces $P_3 = C_2 + (C_1 - C_2) \mu_3$

Si $C_1 = C_2$ Entonces $P_3 = C_1$

$$P_3 = 58 + (60.3 - 58) * 0.11$$

$$P_3 = 58.3$$

Cuadro 28. Valores para el principio de confort (P3)

UP1	21.8	UP9	63.0	UP17	61.5
UP2	22.6	UP10	54.1	UP18	53.6
UP3	53.2	UP11	69.3	UP19	22.6
UP4	67.0	UP12	32.0	UP20	33.8
UP5	67.0	UP13	63.7	UP21	34.0
UP6	32.0	UP14	33.3	UP22	52.4
UP7	53.3	UP15	64.4	UP23	68.5
UP8	63.0	UP16	22.6	Todas	58.3

6.5.4. Clasificación final

La relación que guardan los valores de principio determina la clasificación de la manera siguiente:

EXCELENTE: Cuando ningún valor está por debajo de 55, y por lo menos uno, es mayor que 80.

BUENA: Cuando ningún valor está por debajo de 30, y por lo menos uno, supera los 55 puntos.

ACEPTABLE: Cuando no hay valores por debajo de 10, y por lo menos uno, supera 30 puntos.

NO CLASIFICADA: Cuando no cumple ninguno de los anteriores.

Los resultados finales para los tres principios analizados en este documento se muestran en la tabla 19., en su mayoría las unidades de producción pecuaria en relación al bienestar se encuentran entre la clasificación aceptable y buena, siendo sólo el 17% de los ranchos que clasifican como excelentes y sólo 1 el que dados sus resultados no logra entrar en ninguna clasificación.

Cuadro 29. Valores de clasificación de bienestar

Rancho	P1	P2	P3	BIENESTAR
UP1	43.6	17.9	21.8	Aceptable
UP2	78.5	34.1	22.6	Aceptable
UP3	67.6	29.8	53.2	Aceptable
UP4	56.2	12.1	67.0	Aceptable
UP5	72.8	25.0	67.0	Aceptable
UP6	51.7	77.3	32.0	Buena
UP7	60.2	100.0	53.3	Buena
UP8	76.7	93.5	63.0	Excelente
UP9	71.0	100.0	63.0	Excelente
UP10	67.1	100.0	54.1	Buena
UP11	62.8	83.8	69.3	Excelente
UP12	79.8	32.6	32.0	Buena
UP13	45.7	4.8	63.7	NC
UP14	48.7	77.3	33.3	Buena
UP15	67.3	90.3	64.4	Excelente
UP16	48.0	25.0	22.6	Aceptable
UP17	40.9	100.0	61.5	Buena
UP18	68.3	34.1	53.6	Buena
UP19	82.9	12.1	22.6	Aceptable
UP20	71.4	32.6	33.8	Buena
UP21	57.9	17.9	34.0	Aceptable
UP22	61.5	32.6	52.4	Buena
UP23	77.2	12.1	68.5	Aceptable
Total	63.4	74.2	58.3	Buena

NC. No cumple.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

Cuando se trata de bienestar animal, éste resulta ser un concepto amplio y multidimensional, es por ello que deben seleccionarse adecuadamente los criterios para medirlo, además de hacer el ajuste de las medidas del Protocolo Welfare Quality®, ya que estas pueden resultar un buen punto de partida, pero no necesariamente aplican a todos los sistemas.

En el proyecto Welfare propone la evaluación de medidas específicamente para ganado vacuno lechero, no obstante, algunas relacionadas con la alimentación y el confort parecen ser un poco subjetivas, mientras que otras no son adecuadas para aplicarse a sistemas de producción extensivos, ya que en estos los animales no suelen estar en cubículos sino más bien al aire libre y espacios abiertos. El autor considera que entre mayor sea el número de criterios analizados por principios, el resultado tendería a ser más preciso, sin embargo, también dificulta su obtención, especialmente en las unidades de producción pecuaria grandes ya que la recolección de los datos y la emisión de los juicios de valor no siempre resultan fáciles de obtener.

De entre los principios evaluados el más bajo, en términos generales es el de confort animal, lo cual tiene cierta lógica ya que sería el que menos preocupación causa en el ganadero, sin embargo, es de resaltar que es la hidratación adecuada la que mayor variación y extremos presenta, dejando incluso una unidad de producción sin clasificación.

En relación al corral de espera se concluye que son pocas unidades las que realmente cumplen con los requisitos de tamaño, limpieza y sobre todo de tiempo de espera. Aunque la mayoría de los entrevistados concuerdan en la importancia del estado sanitario de los animales e incluso afirman limpiar frecuentemente los bebederos e instalaciones, los resultados de las encuestas muestran que este aspecto se encuentra descuidado.

Aún y cuando la capacitación adecuada del personal que maneja el ganado se considera como esencial dentro de la literatura, para los ganaderos de Loma Bonita parece más bien ser intuitiva, y aunque no se detectó ningún maltrato grave durante el ordeño, tampoco se siguen los protocolos completos del cuidado animal.

El Bienestar animal del sistema de producción bovina lechera en Loma Bonita respecto a los factores ambientales que se relacionan con el alimento, la hidratación y el confort ha sido clasificado como bueno, sin embargo, es necesario considerar que aún faltan por evaluar otros principios como el de ausencia de enfermedades y el de comportamiento ya que es posible que su inclusión cambie completamente la clasificación.

7.2. Recomendaciones

A efectos de satisfacer la libertad de hambre en condiciones de pastoreo, factor primordial en el comportamiento productivo del ganado lechero, es recomendable mantener en condiciones o mejorar la productividad de la pastura incrementando cantidad y calidad nutritiva del forraje; practicas agronómicas

que en la mayoría de las explotaciones agropecuarias evaluadas no se realiza de forma correcta. Así también ajustar las cargas animales en función de las épocas climáticas que determinan la producción forrajera durante el año.

La limpieza con una solución clorada desinfectante y lechada de cal externa de los bebederos, con una periodicidad semanal, resulta absolutamente necesaria debido a que algunas patologías causadas por microorganismos tales como *E. coli* pueden producirse a partir de bebederos contaminados y no debido a la mala calidad del agua. Mientras que la acumulación de sedimentos de comida y heces que pueden contaminar el agua requieren ser eliminados diariamente.

Los caminos por donde transitan las vacas y las instalaciones de espera deben estar firmes y amplios además de tener un buen drenaje durante todas las épocas del año, evitando las acumulaciones de barro y materia orgánica de las heces. La limpieza del suelo como de las vacas es importante no sólo porque estas prefieren echarse sobre una superficie limpia, sino también porque la suciedad aumenta el riesgo de infecciones y de cojeras. La suciedad reblandece el estuche córneo de las pezuñas, aumentando el riesgo de lesiones en las mismas y daña la piel del espacio interdigital, exponiendo los tejidos más profundos a los microorganismos.

El **estrés agudo** durante el ordeño reduce la producción de leche a través de una inhibición central de la secreción de oxitocina. La oxitocina, que es una hormona secretada por el sistema nervioso central al torrente circulatorio, es la principal responsable del reflejo de eyección de leche. La secreción de oxitocina resulta ser de suma importancia para optimizar la producción de leche. Así

pues, es importante aprovechar cada ordeño para optimizar la interacción entre el ganadero y sus vacas y evitar algunos comportamientos rutinarios que podrían dar lugar a que las vacas sean más miedosas (ej. movimientos bruscos y rápidos): **Maximizando los contactos positivos**, tales como hablar, apoyar la mano en el lomo del animal, acariciar a las vacas, hacer movimientos lentos y anticipados y **Reduciendo los contactos negativos**, como los gritos, los golpes, los movimientos rápidos e inesperados.

También se pueden proporcionar **premios** (pequeñas cantidades de suplemento) cuando las vacas entran en la sala de ordeño reduce el tiempo de entrada en la sala y facilita el flujo de animales sin tener que utilizar técnicas de manejo desagradables para el animal. El premio más frecuente encontrado en la zona fue la melaza.

Se recomienda que la sala de ordeño sea un espacio separado del corral de espera, así como evitar la presencia de ángulos rectos, escalones, desniveles u otro tipo de obstáculos al ingreso y salida de las vacas. Los accesos y salidas de la sala de ordeño deben orientarse en dirección norte-sur, para promover la buena ventilación y el secado lo más rápido posible luego de la limpieza. Si no es posible ampliar la sala de espera, lo que debería hacerse es el manejo por lotes de los animales.

La capacitación del personal en conceptos de comportamiento y manejo de animales, bienestar y salud animal debería instaurarse como una práctica continua; los operarios deben ser gentiles con las vacas ya que todo tipo de

tratamiento brusco o cruel redundará en incomodidad de los animales y por ende, en la disminución de la producción de leche.

Es recomendable que los ordeñadores no participen en situaciones que si bien son parte de los manejos rutinarios como curaciones y aplicación de inyectables, entre otros, son eventos estresantes para el animal. En caso de no contar con mayor número de personal lo mejor es que se utilice una vestimenta diferente a la usada para ordeñar ya que así se reduce la posibilidad de que la vaca asocie a la persona con una experiencia desagradable y desarrolle aversión a la práctica de ordeño.

Es aconsejable que el ordeñador rasque o de palmaditas a las vacas alrededor de la cabeza fundamentalmente, pues esta conducta emula el lamido que a veces se dan entre vacas y cumple una función en el mantenimiento del vínculo social entre ellas.

Finalmente, resulta necesario mencionar que a partir de este tipo de investigaciones en donde se ha logrado conjuntar la participación de los productores, de los especialistas en el área, de los revisores y de los estudiantes; es posible lograr un mayor impacto en las unidades de producción que permita obtener una función de ganar-ganar para los involucrados pero además que permita obtener con mayor precisión el conocimiento del funcionamiento de las unidades de producción para que se puedan generar recomendaciones específicas apropiadas a las características de cada rancho y a la tipología de los productores.

8. LITERATURA CITADA

Aban, J. A., Delgado R., Magaña J.G. y Segura J.C. 2008. Factores que afectan el porcentaje de gestación a 120 días posparto en vacas cebú y cruza con europeo en el sureste de México. Avances de investigación agropecuaria. 12(1): 45-56. Disponible en: <http://ww.ucol.mx/revaia/portal/pdf/2008/enero/3.pdf>. Consultado en mayo del 2020.

Aguilar, B. S. 2005. Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. Salud en Tabasco 11(1): 333-338.

Aucay, C. D., Herrera Y.V., Díaz B.H. y Camacho L.C. 2017. Técnica Famacha aplicada como diagnóstico parasitológico en bovinos de la hacienda "Mahanaim" del cantón Sucúa. Centro de Biotecnología. 6: 64-71.

Bargo, F., Muller L.D., Delahoy J.E. y Kolver E.S. 2003. Consumo de materia seca en vacas en pastoreo. Dairy Sci. 86:1-42.

Barros A. 2003. Puntos críticos para el Bienestar Animal, recomendaciones para su optimización. Disponible en: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:I7a9nUnDmwUJ:www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/prodali/prodveg/bpa/presenta/98.ppt+&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=mx. Consultado en abril del 2020.

Bastida, M. C. 2014. Caracterización del sistema de producción de leche en la comunidad de loma blanca, Almoloya de Juárez, Estado de México. Universidad autónoma del Estado de México. Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/14583/412565.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Consultado en febrero del 2020.

Beede, K. D. 1993. Water Nutrition and Quality for Dairy Cattle. Dairy Science Department University of Florida, Gainesville. Disponible en: <http://wdmc.org/1993/ybeede.pdf>. Consultado en mayo del 2020.

Bergaglio, J. P., Palau H. y Senesi S.I. 2017. Instrumentación de un protocolo de bienestar animal y su impacto sobre una explotación ganadera en la provincia de buenos aires. Rev. Facultad de Agronomía UBA. 37(1): 33-42. Disponible en: <http://agronomiayambiente.agro.uba.ar/index.php/AyA/article/view/62>. Consultado en diciembre del 2019.

Burden, R. L. y Faires D.J. 1991. Análisis numérico. Boston, Massachusetts, Prindle, Weber y Schmidt: 610.

Callejo R. A. y López C.A. 2014. El manejo preordeño de la vaca es clave para un ordeño completo. Disponible en: [http://oa.upm.es/34369/1/INVE MEM 2014 186618.pdf](http://oa.upm.es/34369/1/INVE_MEM_2014_186618.pdf). Consultado en junio del 2020.

Camacho, V. J. H., Cervantes E.F., Palacios R.M.I., Cesín V.A. y Ocampo L.J. 2017. Especialización de los sistemas productivos lecheros en México:

la difusión del modelo tecnológico Holstein. Revista mexicana de ciencias pecuarias. 8: 259-268. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242017000300259. Consultado en febrero del 2020.

Cartier, E. N. 2008. "¿Teoría general del costo?". XXXI Congreso Argentino de Profesores Universitarios de Costos, Tucumán, Argentina. Disponible en: http://www.iapuco.org.ar/trabajos/xxxi/Trabajo_029_2008.pdf. Consultado en mayo del 2020.

Chapra, S. T. y Raimond P.C. 1988. Métodos numéricos para ingenieros. 1a edición, McGraw Hill, 641 p.

Chase, L. E. 2002. Water quality and quantity for dairy cattle. Proceedings of "2002 Nutrition Conference for Feed Manufacturers".

Church, D. C., Pond W.G. y Pond K.R. 2007. Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales. Segunda edición. Editorial Limusa Wiley, México: 289-306.

Cook, N. B. y Nordlund K.V. 2009. The influence of the environment on dairy cow behavior, claw health and herd lameness dynamics. Veterinary Journal. 179: 360-369.

EFSA (Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria). 2009. Effects of farming systems on dairy cow welfare and disease Report of the Panel on Animal Health and Welfare. Scientific report of EFSA prepared by the Animal

Health and Animal Welfare Unit on the effects of farming systems on dairy cow welfare and disease. Annex to the EFSA Journal 1143: 1-7. Disponible en: <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/rn-1143>. Consultado en mayo del 2020.

Endres, M. I. y Barberg A.E. 2007. Behavior of dairy cows in an alternative beddedpack housing system. Journal of Dairy Science. 90: 4192-4200.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2018. México rural del siglo XXI. Disponible en: <http://www.fao.org/3/i9548es/i9548ES.pdf>. Consultado en mayo de 2020.

FAWEC (Farm Animal Welfare Education Centre). 2012. Ficha técnica sobre bienestar de animales de granja. Disponible en: <https://www.fawec.org/es/fichas-tecnicas/23-bienestar-general/21-que-es-el-bienestar-animal>. Consultado en abril de 2020.

FVSA (Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria). 2004. Bienestar en los Animales de Granja en la UE.

García, M. A., Portillo A.B. y Rebollar R.S. 2018. La ganadería en condiciones de trópico seco. Universidad autónoma del Estado de México. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/326327298_LA_GANADERIA_EN_CONDICIONES_DE_TROPICO_SECO_EL_CASO_DEL_SUR_DE_ESTADO_DE_MEXICO_CONDICIONES_ACTUALES_Y_PERSPECTIVAS_DE_DESARROLLO. Consultado en marzo de 2020.

- Glauber, C. E. y Barreiro P. 2014. Productividad y confort en vacas lecheras. *Revista Veterinaria Argentina*. XXXI: 312.
- Gregory, N. 2004. *Physiology and behaviour of animal suffering*. UFAW Animal Welfare Series Blackwell Publishing, Oxford.
- Guzmán, E. 2011. *Conceptos Básicos y Estadística Descriptiva*. Universidad de Los Andes, Venezuela: 350.
- Hazard T. G. 2015. Condición corporal de las vacas lecheras: un método para conocer el estado nutricional de las vacas lecheras y como enfrentar en mejor forma los aspectos reproductivos. Disponible en: <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/condicion-corporal-vacas-lecheras-t32210.htm>. Consultado en abril del 2020.
- INAC (Instituto Nacional de Carnes). 2004. *Bienestar Animal, alternativas de manejo para una producción de calidad*.
- INAFED (Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal). 2019. *Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México*. Disponible en: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM20oaxaca/municipios/20044a.html>. Consultado en febrero del 2020.
- Jiménez A. 2006. *El agua en la alimentación bovina*. Disponible en: http://axonveterinaria.net/web_axoncomunicacion/criaysalud/7/cvs_7_El_agua_en_la_alimentacion_bovina.pdf. Consultado en abril del 2020.

- Landa, G. A. A. 2012. Evaluación del bienestar animal en bovinos de carne en una unidad de producción en la zona centro del estado de Veracruz. Universidad Veracruzana. Disponible en: <https://www.uv.mx/veracruz/cienciaanimal/files/2013/11/Angel-Airen-Landa-Tesis.pdf>. Consultado en noviembre del 2019.
- Lenhinger, A. 2009. Principios de Bioquímica. 5ta edición. Editorial Omega. Barcelona, España.
- Martínez, C. C. J., Cotera R.J. y Abad Z.J. 2012. Características de la producción y comercialización de leche bovina en sistemas de doble propósito en Dobladero, Veracruz. Revista Mexicana de Agronegocios. 30 (16): 816-824.
- Moreno, O. F. y Molina R.D. 2007. Manual técnico: buenas prácticas agropecuarias (BPA) en la producción de Ganado de doble propósito bajo confinamiento, con caña panelera como parte de la dieta.
- Munksgaard, L., Jensen M.B., Pedersen L.J., Hansen S.W. y Matthews L. 2005. Quantifying behavioural priorities Effects of time constraints on behaviour of dairy cows, Bos taurus. Applied Animal Behaviour Science. 92: 3-14.
- Nadin, L. B. 2012. Bienestar Animal. Facultad de Ciencias Veterinarias, Buenos Aires Argentina. Disponible en: <http://www.fvet.uba.ar/archivos/ceca-archivos/CECA-Vol-1-Exp-en-el-aula.pdf>. Consultado en abril del 2020.

OIE (Organización Mundial de Sanidad Animal). 2019. Código Sanitario para los Animales Terrestres. Introducción a las recomendaciones para el bienestar de los animales. Consideraciones generales y principios básicos en que se funda el bienestar de los animales. Disponible en: https://www.oie.int/es/normas/codigo-terrestre/acceso-en-linea/?htmfile=chapitre_aw_introduction.htm. Consultado en diciembre 2019.

Pérez, A. J. 2016. Evaluación económica de unidades de producción de leche doble propósito en el municipio de Tlatlaya, Estado de México. Universidad autónoma del Estado de México. Disponible en: [http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/65565/P%C3%A9rez-Arellano,%202016%20\(Tesis%20de%20licenciatura\).pdf?sequence=5](http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/65565/P%C3%A9rez-Arellano,%202016%20(Tesis%20de%20licenciatura).pdf?sequence=5). Consultado en enero del 2020.

Pinilla, J. C., Flórez P., Sierra M., Morales E., Sierra R., Vásquez M.C., Tobón J.C., Sánchez A. y Ortiz D. 2018. Prevalencia del parasitismo gastrointestinal en bovinos del departamento Cesar, Colombia. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú. 29(1): 278-287. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v29n1/a27v29n1.pdf>. Consultado en mayo del 2020.

Price, E. O. 1984. Behavioral aspects of animal domestication. Quarterly Review of Biology. 59: 1-32.

Reneau, J. K., Seykora A.J., Heins B.J., Endres M.I., Farnsworth R.J. y Bey R.F. 2005. Association between hygiene scores and somatic cell scores in dairy cattle. JAVMA. 227:1297-1301.

RSPCA (Royal Society for the Prevention of Cruelty to Animals). 2006. Guía para el diseño y manejo de un albergue para animales. Disponible en: https://www.academia.edu/34519063/Gu%C3%ADa_para_el_dise%C3%B1o_y_manejo_de_un_albergue_para_animales. Consultado en febrero del 2020.

Ruíz, G. C., García H.L.A., Ávila B.C.H. y Brunett P.L. 2008. Sustentabilidad financiera: el caso de una empresa ganadera de bovino de doble propósito. Revista mexicana de agronegocios. 22: 503-515. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/46535864_SUSTENTABILIDAD_FINANCIERA_EL_CASO_DE_UNA_EMPRESA_GANADERA_DE_BOVINO_DE_DOBLE_PROPOSITO. Consultado en marzo del 2020.

Sánchez, S. A. 2010. Parámetros reproductivos de bovinos en regiones tropicales de México. Universidad Veracruzana. Disponible en: https://www.uv.mx/personal/avillaagomez/files/2012/12/Sanchez-2010_Parametros-reproductivos-bovinos.pdf. Consultado en febrero del 2020.

Segato, L., Racciatti D., Trezeguet M., Monterubianessi M., Torres P., Aguer J., Bordas M., Ghezzi M., Dick A., Muruzeta A. y Izak E. 2015. Manual de bienestar animal: Un enfoque práctico para el buen manejo de especies domésticas durante su tenencia, producción, concentración, transporte y faena. Disponible en: http://www.senasa.gob.ar/sites/default/files/ARBOL_SENASA/ANIMAL/B_OVINOS_BUBALINOS/INDUSTRIA/ESTABL_IND/BIENESTAR/manual_de_bienestar_animal_especies_domesticas_-_senasa_-_version_1-2015.pdf. Consultado en mayo del 2020.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2019. Boletín de leche enero-marzo. Disponible en: <http://infosiap.siap.gob.mx/opt/boletlech/Bolet%C3%ADn%20de%20Leche%20enero-marzo%202019.pdf>. Consultado en noviembre del 2019.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2007. Glosario. Disponible en: http://www.campomexicano.gob.mx/portal_siap/Integracion/EstadisticaBasica/Pecuario/Rastros/GlosarioPec_2007.htm#:~:text=ESPECIE%20GANADERA%3A&text=Espece%20animal%20cuya%20finalidad%20zoot%C3%A9cnica,%20toretas%20vaquillas%20y%20becerras. Consultado en marzo del 2020.

Silva, S. M. A., Torres C.M.G., Brunett P.L., Peralta O.J.J.G. y Jiménez B.M.R. (2017). Evaluación del bienestar de vacas lecheras en sistema de

producción a pequeña escala aplicando el protocolo propuesto por Welfare Quality®. Rev Mex Cienc Pecu. 8(1):53-60.

Solano, L. M. K. y Rivadeneira I.H.G. 2015. Evaluación del grado de bienestar animal de los perros en las cuatro áreas de salud del cantón Cuenca, utilizando un test basado en las cinco libertades de los animales. Universidad de Cuenca. Disponible en: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/21436/1/tesis.pdf>. Consultado en febrero del 2020.

Spranzi, A. 1996. La variabilidad de los costos de producción. Ed. Montecorvo, Madrid, España.

Smriti, C. 2018. Cost Theory: Introduction, Concepts, Theories and Elasticity. Disponible en: <http://www.yourarticlelibrary.com/economics/cost-theory-introduction-concepts-theories-and-elasticity-economics/28725>. Consultado en abril del 2020.

Tadich, N. 2011. Bienestar animal en bovinos lecheros. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 24: 293-300. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2950/295022382007.pdf>. Consultado en abril del 2020.

Tafur, G. A. y Acosta B.J.M. 2006. Bienestar Animal: nuevo reto para la ganadería. Instituto colombiano agropecuario. Disponible en: <https://www.ica.gov.co/getattachment/79b98e64-a258-46d5-9ce1-1375a8312434/Publicacion-20.aspx>. Consultado en abril del 2020.

- Trillo Y. 2016. Como mejorar la comodidad de las vacas en la explotación (I).
Disponible en: <https://www.campogalego.com/es/como-mejorar-la-comodidad-de-las-vacas-en-la-explotacion-i/>. Consultado en mayo del 2020.
- Vidal, J. 1998. Construcción de funciones "spline" y funciones de ahusamiento para Lengua (*Nothofagus pumilio*). Universidad Austral de Chile, Facultad de Cs. Forestales: 71.
- Welfare Quality® (2009). Welfare Quality® assessment protocol for cattle. Welfare Quality® Consortium, Lelystad, Netherlands.
- Wildman, E. E., Jones G.M., Wagner P.E. y Boman R.L. 1982. A Dairy Cow Body Condition Scoring System and Its Relationship to Selected Production Characteristics. Department of Animal Sciences, University of Vermont. 65: 495-501. Disponible en: <https://www.journalofdairyscience.org/article/S00220302%2882%2982223-6/abstract>. Consultado en noviembre del 2019.

9. APÉNDICES

FORMATO 1. LIBERTAD DE HAMBRE (1)

Criterio: Región Corporal (RC)														LIMPIEZA							
No.	Cola			Lomo			Vértebras			Cadera/Columna/Costillas			MdL	P I E		R V D		C T		Ubre	
	CP	CR	SC	VD	PTA	TAE	EAD	EPD	END	HV	HPV	HI		L	S	L	S	L	S	L	S
1																					
2																					
3																					
4																					
5																					
6																					
7																					
8																					
9																					
10																					
11																					
29																					
30																					

Zona debajo de la cola: *FV* (Forma de V) *FU* (Forma de U) *CE* (cubierta pero equilibrado) *TC* (totalmente cubierta) *PG* (prominencia de grasa)

Cadera: *SG* (sin grasa) *CC* (cadera cubierta) *CR* (Cadera Redondeada) *CGP* (cadera cubierta de grasa pero palpable) *CRNP* (Cadera Redonda No Palpable)

Vértebras: *PV* (Prominencia de vértebras a los costados) *PVC* (prominencia de vértebras cubiertas) *VIP* (vértebras individualizadas al tacto) *VR* (vértebras redondeadas cubierta de grasa) *VCG* (vértebras cubiertas de grasa sin prominencias horizontales)

FORMATO 2. LIBERTAD DE HAMBRE (2)

Alimentación			
Tipo:	Nombre	Cantidad (kg)	Rechazo (kg)
Comercial			
Pastoreo			
Otro			

FORMATO 3. LIBERTAD DE SED

1. ¿Cuál es la fuente de agua?

Río_____ Arroyo_____ Llave_____ Acarreo_____ Otro_____

2. ¿Distancia de donde acarrea el agua? <1 km_____ >5 km_____ >10 km_____

3. ¿Cómo lo hace?

Paga _____ flete_____ Vehículo _____ particular_____

Otro_____

4. ¿Con que frecuencia acarrea agua?

CRITERIO: Funcionamiento de Bebederos (FB)									
Rancho	# Bebederos	Tipo	Dimensión	No. de vacas	Limpieza			Flujo Its/min	Frecuencia de acarreo (días)
					L	PS	S		

Tipo: **C** (Cazaleta) **LI** (Llantas) **T** (Tinas) **Ca** (Canaletas) **CC** (Comedores Circulares) **CO** (Canoas) **R** (Ríos) **O** (Otro)

Limpieza: **L** (Bebedero y agua limpia al momento de la inspección) **PS** (Bebedero sucio, agua fresca y limpia a la inspección) **S** (Bebedero y agua sucia al momento de la inspección)

FORMATO 5. LIBERTAD DE INCOMODIDAD (2)

CRITERIO: Confort en relación al descanso (CD)										
No.	Tipo				Limpieza		Seca			Dimensión m2/vaca
	A	T	P	C	L	S	S	SH	H	

Tipo: A (Aserrín) T (Tierra) P (Pasto) C (Concreto)

Limpieza. L (Limpio) S (Sucio)

Humedad: S (Seca) SH (Parcialmente húmeda) H (Húmeda)