

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA AGRÍCOLA



**“CONDICIÓN CORPORAL EN BOVINOS Y SU EFECTO EN REPRODUCCIÓN,
PRODUCCIÓN Y SALUD”**

POR

KATHERINE DENISSE SALAS RAMÍREZ

CIUDAD UNIVERSITARIA, DICIEMBRE DE 2025

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA AGRICOLA



**“CONDICIÓN CORPORAL EN BOVINOS Y SU EFECTO EN REPRODUCCIÓN,
PRODUCCIÓN Y SALUD”**

POR

KATHERINE DENISSE SALAS RAMÍREZ

**REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
LICENCIADA EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

CIUDAD UNIVERSITARIA, DICIEMBRE DE 2025

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

M.Sc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

SECRETARIO GENERAL

LIC. PEDRO ROSALIO ESCOBAR CASTANEDA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DECANO

ING. MAECE. NELSON BERNABÉ GRANADOS

SECRETARIO

ING. M.Sc. EDGARD GEOVANY REYES MELARA

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE QUÍMICA AGRÍCOLA

F. _____

MSC. FREDDY ALEXANDER CARRANZA ESTRADA

ASESOR INTERNO

F. _____

PhD. JOAQUÍN MIGUEL CASTRO MONTOYA

COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN

F. _____

MSC. EVER ALEXIS MARTINEZ AGUILAR

TÍTULO

Condición corporal en bovinos y su efecto en producción, reproducción y salud.

RESUMEN

El presente trabajo corresponde a una revisión bibliográfica, cuyo objetivo fue analizar la condición corporal (CC) en bovinos como indicador integral de estado nutricional, salud, reproducción y productividad. Se recopilaron y compararon resultados de más de 70 estudios científicos enfocados en vacas lecheras y de carne en diferentes sistemas de producción y condiciones ambientales. La metodología se basó en la evaluación crítica de literatura especializada, identificando correlaciones cuantitativas entre el puntaje de CC y parámetros productivos y reproductivos, además del análisis de una base de datos obtenidos de ganaderías lecheras de la zona paracentral en el periodo de 2007-2014.

Los hallazgos indican que cada incremento de una unidad en la escala de CC (1–5) corresponde a 56 kg de peso vivo adicional y un aumento de 12.65 % en grasa corporal, mientras que la proteína decrece 12.19 %. Vacas con CC entre 3.0 y 3.5 al parto mostraron mayor producción de leche (hasta 114 kg más en 305 días; $p \leq 0.05$), mejor retorno al celo (11–18 días menos abiertos) y mayores tasas de concepción (65 % vs. 17 % en animales delgados) En contraste, vacas con CC extrema (< 2.5 o > 3.75) presentaron mayor incidencia de metritis, cetosis y distocias. A nivel económico, mantener CC óptima (3.25–3.5) puede evitar pérdidas de USD 100–150 por vaca al año, equivalentes a USD 75 000 en hatos de 500 animales.

Palabras claves: condición corporal, bovinos, reproducción, producción lechera, salud animal.

ABSTRACT

This paper is a literature review aimed at analyzing body condition (BC) in cattle as a comprehensive indicator of nutritional status, health, reproduction, and productivity. Results from more than 70 scientific studies focusing on dairy and beef cows across various production systems and environmental conditions were collected and compared. The methodology was based on a critical evaluation of specialized literature, identifying quantitative correlations between BC scores and productive and reproductive parameters, along with the analysis of a database obtained from dairy farms in the paracentral zone during the 2007-2014 period.

The findings indicate that each one-unit increase on the BC scale (1–5) corresponds to 56 kg of additional live weight and a 12.65% increase in body fat, while protein decreases by 12.19%. Cows with a BC between 3.0 and 3.5 at calving showed higher milk production (up to 114 kg more in 305 days; $p \leq 0.05$), a better return to estrus (11–18 fewer days open), and higher conception rates (65% vs. 17% in thin animals). In contrast, cows with extreme BC scores (< 2.5 or > 3.75) presented a higher incidence of metritis, ketosis, and dystocia. At an economic level, maintaining optimal BC (3.25–3.5) can prevent losses of USD 100–150 per cow per year, equivalent to USD 75,000 in herds of 500 animals.

Key words: body condition score, cattle, reproduction, dairy production, animal health.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme vida y salud para poder culminar este momento importante de mi vida.

A mi abuelita, por ser siempre la luz en mi camino.

A mi mamá, por ser ese pilar en mi vida en el cual puedo recargar mi peso cuando ya no puedo más.

A mi tío, por cumplir la función de papá en mi vida y ayudarme a forjar la persona que soy.

A Diego, por aparecer en mi vida cuando más lo necesitaba y acompañarme incondicionalmente.

A Valeria y Ariel, por ser esos amigos que necesitaba desde el día uno de mi carrera universitaria hasta el día de hoy.

A Blue, Nunu, Pancho y Wilson, por ser mis compañeros de desvelos durante mis años de estudio, gracias por inspirarme para ser una buena médico veterinaria.

A mi alma mater, por ser la escuela que me formo en esta bella carrera.

Katherine Denisse Salas Ramírez.

DEDICATORIA

A nita.

Por ser mi razón de ser desde el primero de mis días hasta el último de los suyos.

Gracias por enseñarme a vivir, a amar incondicionalmente, a aprender por mi cuenta y por ser mi mejor amiga.

Se que desde el cielo celebras este logro, así como lo hacías mientras estábamos juntas, te extraño inmensamente.

Katherine Denisse Salas Ramírez.

ÍNDICE GENERAL

TÍTULO.....	iii
RESUMEN	iii
ABSTRACT.....	iv
AGRADECIMIENTOS	v
DEDICATORIA	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
INDICE DE TABLAS Y FIGURAS.....	ix
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	2
MARCO TEÓRICO	3
1. Definición y forma de evaluación.	3
1.1 Escalas.....	3
1.2 Formas de evaluación.	4
2. Condición corporal y reproducción en ganado lechero.....	5
2.1 Efecto sobre el retorno al ciclo estral.	5
2.2 Efecto sobre la concepción.	6
2.3 Balance energético negativo y fertilidad.	6
2.4 Condición corporal y su efecto en la producción de hormonas.	7
3. Condición corporal y producción en ganado lechero.	7
3.1 Condición corporal durante periodo seco y al momento del parto.	8
3.2 Condición corporal en la lactancia temprana.	9
3.3 Condición corporal en lactancia media.....	9
4. Condición corporal y su efecto en salud.....	9
4.1 Trastornos metabólicos y condición corporal.....	10

4.2 Condición corporal e inmunidad.....	10
4.3 Condición corporal y enfermedades infecciosas.	11
4.4 Condición corporal y salud podal.....	11
5. Implicaciones económicas de la condición corporal en la producción.....	11
METODOLOGÍA	13
Enfoque de investigación.....	13
Tipo de investigación	13
Fuentes de información	13
Criterios de selección.....	14
Procedimiento de recopilación y análisis.....	14
Análisis de la base de datos propia.....	15
Herramientas de redacción y citación	15
Consideraciones éticas.....	15
ANALISIS DE RESULTADOS	16
1. Resultados cuantitativos: selección de cruces por etapa.....	16
2. Tendencias generales observadas	17
3. En relación con reproducción, producción y salud.....	17
3.1 Reproducción	17
3.2 Producción	18
3.3 Salud.....	18
CONCLUSIONES.....	19
RECOMENDACIONES.....	20
BIBLIOGRAFIA.....	
ANEXOS	

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1 Correlación de energía y peso respecto a condición corporal (CC).	6
Tabla 2 Correlación entre escalas 1 a 5 y 1 a 9.	6
Tabla 3 Condición corporal sugerida para vacas según la etapa de lactancia	7
Tabla 4. Genética evaluada en base de datos.....	9
Fig 1 Grados de condición corporal (Admonton et al., 1989).....	7
Fig 2. Captura de pantalla de base de datos utilizada.	8
Fig 3. Mapa de El Salvador con énfasis en la zona paracentral.	8

INTRODUCCIÓN

La Condición Corporal (CC, por sus siglas en español) es una herramienta de manejo fundamental en la producción lechera, ya que refleja la cantidad de grasa subcutánea, que actúa como reserva energética, en las vacas lecheras (Azzaro et al., 2011), los cambios en la proporción de tejidos grasos y musculares que ocurren en la época seca en nuestro país no son fáciles de detectar a través del peso vivo del animal, constituyendo en cambio los estimadores de estado de CC (puntos de condición) una herramienta de mayor sensibilidad, sin embargo esta técnica que se llega a considerar sencilla presenta cierto grado de dificultad, ya que estas mediciones pueden llegar a ser subjetivas e inconscientes si no son realizadas por evaluadores capacitados. Esto no omite que es una herramienta práctica y útil en nuestro contexto nacional para monitorizar parámetros importantes. (Álvarez et al., 2018; Pércovich et al., 2013; Frasinelli et al., 2004).

La evaluación de la CC se basa comúnmente en la observación visual del tejido que recubre las prominencias óseas dorsales y pélvicas (Liu et al., 2020; Ferguson et al., 1994; Spoliansky et al., 2016; Wildman et al., 1982). El sistema de puntuación generalmente sigue una escala de 5 puntos (Ferguson et al., 1994; Spoliansky et al., 2016), con incrementos de 0.25. Un CC de 1 indica una vaca extremadamente delgada, mientras que un puntaje de 5 indica obesidad severa.

En el manejo moderno de fincas, la CC se utiliza para evaluar si el balance nutricional en las vacas lecheras es el adecuado. También sirve como un importante indicador de la producción de leche, el rendimiento reproductivo y la salud general (Anglart, 2010). Por lo tanto, una estimación precisa de la CC es esencial para el desarrollo de una ganadería más eficiente y consciente de sus parámetros.

La investigación fue orientada a recopilar bibliografía de carácter científico que relacione la influencia de la CC con aspectos críticos para un desarrollo productivo de un hato lechero como lo es la salud.

OBJETIVOS

General: Analizar, mediante una revisión bibliográfica, la influencia de la condición corporal en bovinos sobre la reproducción, la producción y la salud, con el propósito de destacar su importancia como herramienta de manejo en sistemas de producción lechera.

Específicos:

Compilar y organizar la evidencia científica disponible sobre la condición corporal en bovinos y su relación con parámetros reproductivos, productivos y de salud.

Comparar los hallazgos de distintos estudios para identificar coincidencias y discrepancias en los efectos de la condición corporal.

Caracterizar el estatus reproductivo a través de la condición corporal de las ganaderías lecheras de la zona paracentral de El Salvador a través del análisis estadístico de una base de datos histórica.

MARCO TEÓRICO

1. Definición y forma de evaluación.

La CCC (Calificación de Condición Corporal) es una evaluación de la cantidad de energía almacenada en forma de grasa y músculo que una vaca posee en un momento dado. La grasa corporal se incrementa en 12.65% para cada

incremento en 1 unidad de la condición corporal y la proteína corporal decrece 12.19% para cada incremento en 1 unidad de condición corporal. (Alvarez et al., 2017; López, 2006)

mencionan que un punto de condición corporal equivale a una diferencia de peso de 45 a 63 kg, según el nivel de condición y raza del bovino, siendo un promedio de 56 kg por punto de condición ganada o perdida, además de otras correlaciones que se encuentran en Tabla 1.

La condición corporal ideal está dentro de un rango y es en función de la etapa productiva, ya que vacas secas necesitan suficientes reservas corporales para soportar la lactación y la producción de leche. Sin embargo, observaciones repetitivas demuestran que vacas obesas deben perder condición corporal y para ello bajar su consumo de materia seca (Garnsworthy et al., 1987; Gearhart et al., 1982, Wildman et al., 1982). En adición, vacas obesas tienen mayor riesgo de presentar problemas metabólicos después del parto (Otto et al., 1991). Una condición corporal razonable al parto debería ser aquella que provea las reservas suficientes para el parto y la lactación. Una condición corporal óptima en vacas secas debe ser de 3.0 a máximo 3.75, el riesgo de problemas posparto puede ser evitado cuando las vacas tienen una condición corporal de 3.25 a 3.50. Una condición corporal baja en el período seco está asociada con incrementos en distocias

1.1 Escalas.

El concepto de CC se caracteriza por la absoluta prescindencia de uso de la balanza, del tamaño del animal, asociado con la raza y del estado fisiológico, como ocurre durante la gestación, en la que se observa un aumento de peso vivo (40 – 50 kg) que no pertenece a reservas corporales sino a los tejidos fetales y sus anexos. El trabajo de Van Niekerk y Louw (1980) fija una escala de cinco puntos y observaciones sobre cuatro áreas del cuerpo, y es considerado un sistema

apropiado para las condiciones locales a los efectos de hacer diagnóstico, hacer pronóstico, y tomar decisiones tendientes a maximizar la expresión de la fertilidad potencial del rodeo (Marchi, 1992). Otros sistemas adoptan escalas de 1 a 9 (Peñafort y Bavera, 2003). La correlación entre ambas se observa en la tabla 2.

1.2 Formas de evaluación.

El grado de CC se asigna visualmente observando la región de la cadera de la vaca, principalmente el área delimitada por la tuberosidad coxal, la tuberosidad isquiática y la base de la cola. Se aprecia asimismo la cantidad de “cobertura” sobre las vértebras de la espalda. (Stahringer et al., 2003).

Para definir la CC de una vaca van Niekerk y Louw (1980), por ejemplo, centran el reconocimiento y la observación sobre cuatro áreas principales, en las que se determina la masa muscular y la cobertura de grasa (Marchi, 1992). Siendo las siguientes, como lo muestra Admonton et al., 1989 en Fig 1:

- 1- Región del lomo (entre el hueso de la cadera y la última costilla): incluye a las apófisis espinosas y a las apófisis transversas de las vértebras lumbares.
- 2- Región de la inserción de la cola.
- 3- Región del flanco: cubre desde la décima a la décimo-tercera costilla. Esta medición sólo se efectúa cuando es necesario determinar con precisión medio-puntos.
- 4- Región de la cadera.

La región del lomo es el área de observación más importante. La cobertura grasa de esta área explica los cambios más notables de CC. Es adecuada para animales que van de delgados a estado intermedio (1 a 3). En valoraciones superiores a 3 se pierde la sensibilidad debido al recubrimiento graso, que no hace perceptibles a las apófisis espinosas ni a las transversas. Las puntuaciones superiores a 3.5 se basan especialmente en la deposición grasa en el área de inserción de la cola y en los flancos. La región de la cadera reviste importancia en la apreciación primaria, para una aproximación inicial (Marchi, 1992).

2. Condición corporal y reproducción en ganado lechero.

El estado corporal al parto y los cambios de peso al final de la gestación influyen directamente en la reanudación de los ciclos estrales. Vacas con una CC de medio a bueno (mayor a 2.5 en una escala de 1 a 5) tienden a presentar celo en un periodo más corto, mientras que aquellas con puntuaciones más bajas o que han perdido peso al final de la gestación presentan demoras progresivas en el reinicio de la actividad reproductiva (López, 2006). Además, como se ha documentado, la CC no solo afecta la producción de leche, sino también el desempeño reproductivo y la fertilidad, los cuales están negativamente asociados con altos niveles de producción láctea (Butler, 2010; Froment, 2013). Tras el parto, las vacas experimentan un balance energético negativo (BEN), debido a que sus necesidades energéticas superan la ingesta a través del consumo de materia seca (CMS), lo que conlleva la movilización de reservas corporales. Esta pérdida de condición corporal, especialmente cuando supera 1 punto, tiene efectos adversos sobre la reproducción, afectando parámetros como el intervalo a la primera ovulación, la detección de celo y la tasa de concepción. Por el contrario, cuando la pérdida de CC se mantiene por debajo de un punto, su impacto sobre la función reproductiva es limitado (Froment, 2013). Por tanto, el monitoreo de la CC durante la transición resulta esencial para prevenir deficiencias reproductivas y garantizar una recuperación adecuada posparto.

2.1 Efecto sobre el retorno al ciclo estral.

El intervalo entre el parto y la primera ovulación está estrechamente relacionado con la fertilidad, ya que las vacas que ovulan tempranamente después del parto tienen más ciclos estrales antes de la primera inseminación, lo que incrementa sus probabilidades de concebir en comparación con aquellas que presentan menos ciclos. Sin embargo, en las últimas décadas, este intervalo ha aumentado considerablemente: en 1964 era de aproximadamente 30 días y actualmente supera los 40 días, siendo influenciado principalmente por los cambios metabólicos que ocurren durante el periodo de transición (Hernández, 2016). Uno de los factores más determinantes es la pérdida de CC, especialmente durante las primeras semanas posparto. Una pérdida superior a 1 punto en la escala de 1 a 5 durante las primeras cuatro semanas se asocia con una prolongación significativa del periodo hasta la primera ovulación (Hernández, 2016). Esta situación se agrava

cuando la vaca inicia la lactancia con una condición corporal insuficiente o experimenta enfermedades posparto. De hecho, vacas que pierden más de 1.5 puntos de CC entre los 0 y 60 días posparto pueden presentar ausencia de ciclicidad o fases lúteas prolongadas (Freret et al., 2015). La pérdida extrema de condición corporal también reduce la expresión del celo, provoca celos irregulares y retrasa la ovulación. Butler (1998) relacionó el fallo de ovulación del folículo dominante de la primera onda con altos niveles de ácidos grasos no esterificados (NEFA), cuerpos cetónicos en plasma y acumulación de triglicéridos hepáticos durante las primeras tres semanas posparto. En vacas multíparas, aunque la CC al parto no afecta directamente la ciclicidad, la pérdida de estado corporal durante el posparto tiene un efecto significativo en la recuperación de la función ovárica (Froment, 2013).

2.2 Efecto sobre la concepción.

La condición corporal influye de manera importante en la eficiencia reproductiva de las vacas lecheras, particularmente en la tasa de concepción tras la inseminación artificial. Roche et al. (2009) destacan que una pérdida excesiva de CC en las primeras semanas posparto se relaciona con una menor probabilidad de concepción, debido a alteraciones en la dinámica folicular, menor tasa de ovulación y un ambiente uterino subóptimo para la implantación. Esta pérdida de tejido adiposo refleja un BEN severo, lo cual altera la secreción pulsátil de gonadotropinas (hormona luteinizante (LH) y hormona folículo estimulante (FSH)), afecta la maduración folicular y reduce los niveles circulantes de progesterona, todos ellos elementos esenciales para una concepción exitosa.

2.3 Balance energético negativo y fertilidad.

El BEN retrasa la primera ovulación al limitar el crecimiento del folículo dominante y la producción de estradiol, mediante la disminución de los niveles circulantes de insulina, IGF-1 y la frecuencia de pulsos de LH (Butler, 2005; Chagas et al., 2007). La persistencia del BEN, evidenciada por una pérdida continua de condición corporal, impacta negativamente sobre el principal signo de celo: la aceptación de la monta (Froment, 2013). Butler (2005) demostró que una mayor pérdida de CC y un BEN más profundo durante los primeros 30 días posparto retrasan la primera ovulación. La tasa de concepción disminuye a medida que aumenta la pérdida de CC.

Además, las vacas que continúan sin ovular después de 50 días de lactancia presentan un mayor riesgo de no quedar preñadas durante la misma lactancia, lo que incrementa la probabilidad de ser descartadas del hato.

2.4 Condición corporal y su efecto en la producción de hormonas.

La dinámica folicular se encuentra relacionada con el equilibrio energético y con la extensión de activar las reservas de grasa. También la nutrición se vincula con las alteraciones metabólicas y hormonales afectando la calidad de los ovocitos y el crecimiento y desarrollo de estos. Las vacas con $CC \leq 2$ y los folículos que están en desarrollo, serán menos en la fase lútea y produce menos en fase folicular que las vacas con $CC \geq 3$ (Azafack et al., 2019).

Señala Baralezo et al. (2020) que las diferencias en los parámetros de actividad ovárica posparto pueden estar motivadas por los cambios en la CC, y esta por las concentraciones energéticas de las vacas. Las que tienen $CC < 3.5$ al momento del parto tendrán un BEN más pronunciado y aunque en ellas se produzca la primera ovulación posparto y subsiguientemente la formación del cuerpo lúteo, este producirá bajos niveles de progesterona.

3. Condición corporal y producción en ganado lechero.

La producción de leche de las vacas se correlaciona con su condición corporal, siendo un método amplio y eficaz para evaluar el manejo nutricional en vacas lecheras (Jilek et al., 2008). Por ello, una condición corporal óptima es esencial para obtener hatos de alto rendimiento y una producción láctea adecuada, ya que vacas demasiado delgadas o con sobrepeso pueden tener un mayor riesgo de producir menos leche y presentar un mayor conteo de células somáticas en la leche (Berry et al., 2007). Agenas et al. (2003), reportaron que, en el pico de lactancia, las necesidades energéticas superan el suministro de energía, lo que genera un BEN. Para corregir este déficit, la vaca recurre a la movilización de sus reservas corporales y pierde peso. Además, Domecq et al. (1997), demostraron que una reserva insuficiente de energía y proteínas reduce la producción de leche. La CC tiene efectos importantes durante momentos críticos de la lactancia. Se señala en la literatura, que vacas con mayor peso al parto perderán más peso en el periodo

de lactancia (López, 2006). Con el objetivo de establecer parámetros, Jones et al. (2017) planteo valores sugeridos según su etapa de lactancia, encontrándose en Tabla 3.

3.1 Condición corporal durante periodo seco y al momento del parto.

Para afrontar adecuadamente la lactancia temprana, las vacas lecheras deben contar con suficientes reservas corporales. Es evidente que tanto el exceso como la deficiencia de reservas tienen efectos negativos en el rendimiento del animal. En ese sentido, un exceso de reservas corporales disminuye el consumo de materia seca y prolonga el BEN, lo cual perjudica el rendimiento productivo (menor pico de producción, baja persistencia) y aumenta la incidencia de trastornos reproductivos (retención de placenta, distocias y trastornos metabólicos). No obstante, la vaca con una menor puntuación de CC al parto moviliza menos grasa corporal, lo que reduce el contenido de grasa en la leche sin afectar el volumen de producción, los sólidos no grasos, el consumo de materia seca o la utilización de nutrientes (Mishra et al., 2016).

Según Roche et al. (2009), la CC al parto es probablemente el momento más influyente en el calendario de lactancia de la vaca, ya que afecta el consumo de materia seca en la lactancia temprana, la pérdida de CC posparto, la producción de leche y la inmunidad, aunque no influye directamente en la tasa de preñez (afecta la reproducción a través de la CC mínima y la pérdida de CC). La pérdida de CC durante el periodo seco tiene impactos negativos en la salud del animal, el parto y la cantidad de grasa en la lactancia siguiente. Sin embargo, un aumento de la CC durante este periodo puede mejorar la producción de leche, especialmente en los primeros 120 días (Domecq et al., 1997). Roche et al. (2007), reportaron que la CC óptimo al parto para la producción láctea es de 3.5, mientras que Berry et al. (2007), indicaron que el rendimiento más alto en 305 días se observó en vacas que parieron con una CC de 4.25, y que aquellas con CC de 3.25 o 3 produjeron 50 y 114 kg menos de leche, respectivamente. Las vacas con CC superior a 3.5, dos semanas antes del parto presentan mayores riesgos de baja ingestión, pérdida de peso, hígado graso, cetosis, altos niveles de ácidos grasos no esterificados, problemas al parto y trastornos reproductivos (Klopčič et al., 2011).

3.2 Condición corporal en la lactancia temprana.

Durante esta etapa inicial, las vacas utilizan reservas corporales para sostener la producción de leche (Mishra et al., 2016). Las vacas de alta producción no logran cubrir sus necesidades energéticas solamente con la ingesta alimenticia en las primeras semanas, lo que genera un BEN y pérdida de CC. La CC no debe disminuir más de un punto durante la lactancia temprana. El nivel de condición corporal en el último mes del periodo seco influye en la magnitud de la pérdida durante la fase inicial de la lactancia. Vacas con CC alto antes del parto mantuvieron niveles altos de CC en los primeros cinco meses, mientras que aquellas con menor CC en el primer mes tuvieron los valores más bajos durante los cuatro meses siguientes. Es indispensable que las vacas no pierdan más de un punto de CC en la lactancia temprana, ya que una pérdida excesiva puede causar celos irregulares, mayor intervalo a la primera ovulación y fallas en la concepción. Además, estas vacas serán menos persistentes en la producción de leche.

3.3 Condición corporal en lactancia media.

Scanes (2010) observó que las vacas necesitan alcanzar un balance energético positivo, por lo que deben mantener una condición corporal adecuada mediante la implementación de un programa nutricional apropiado. En este periodo, los objetivos nutricionales son reponer completamente las reservas de grasa corporal, sin llegar a una sobre condición (Mishra et al., 2016).

4. Condición corporal y su efecto en salud.

La condición corporal (CC) no solo refleja el estado nutricional de los bovinos, sino que también es un indicador fundamental de su salud general. Su relación con los principales trastornos metabólicos, infecciosos y locomotores ha sido ampliamente documentada. Una CC inadecuada, ya sea excesivamente baja o alta, predispone a una mayor incidencia de cetosis, lipidosis hepática, hipocalcemia, metritis, mastitis y cojeras, afectando el bienestar animal y la productividad del hato (Meléndez, 2024; Pinedo et al., 2022).

4.1 Trastornos metabólicos y condición corporal

Las vacas con una condición corporal elevada al parto presentan una mayor movilización de reservas lipídicas en las primeras semanas de lactancia, lo que incrementa las concentraciones plasmáticas de ácidos grasos no esterificados (NEFA) y β -hidroxibutirato (BHB). Este proceso puede conducir a cetosis subclínica o clínica y a la acumulación de triglicéridos en el hígado, resultando en hígado graso (Mohsin et al., 2022; Meléndez, 2024). Por otro lado, las vacas con una CC baja al parto carecen de reservas energéticas suficientes para soportar el inicio de la lactancia, lo que también aumenta el riesgo de trastornos metabólicos y menor respuesta inmunitaria (Rico et al., 2024).

De acuerdo con Ghaffari (2023), la pérdida rápida de condición corporal posparto (CC > 0.5 puntos en 30 días) se asocia con disfunción hepática, reducción del apetito y alteraciones endocrinas que afectan la recuperación fisiológica. Por tanto, tanto la sobrecondición como la subcondición son factores de riesgo que comprometen la salud metabólica y reducen la longevidad productiva de las vacas.

4.2 Condición corporal e inmunidad.

Diversos estudios han demostrado que los cambios en la CC influyen en la función inmunológica del ganado. La movilización excesiva de grasa corporal genera una respuesta inflamatoria sistémica que compromete la eficiencia de los neutrófilos y macrófagos, aumentando la susceptibilidad a infecciones (Horst et al., 2021). En vacas con pérdida acelerada de CC, se observa una mayor expresión de marcadores inflamatorios como haptoglobina y proteína C reactiva, los cuales se correlacionan con la aparición de metritis y mastitis (Bruinjé, 2024; Pinedo et al., 2022).

El equilibrio energético positivo, asociado con una CC estable, favorece una respuesta inmune más eficaz y una mejor recuperación posparto. De hecho, la interacción entre metabolismo energético y sistema inmune se considera actualmente un eje central en la salud de las vacas de transición (Horst et al., 2021; Rico et al., 2024).

4.3 Condición corporal y enfermedades infecciosas.

Las enfermedades uterinas y mamarias son más frecuentes en animales que experimentan una pérdida abrupta de CC después del parto. Poczynek et al. (2023) reportaron que vacas que pierden más de 0.75 puntos de CC en el primer mes de lactancia presentan una incidencia 1.8 veces mayor de metritis clínica y 2.3 veces mayor de mastitis subclínica. Esto se atribuye a una menor actividad fagocítica, deficiencia energética y alteración de la integridad epitelial uterina.

Asimismo, se ha observado que la CC influye en la respuesta a tratamientos antimicrobianos y la recuperación posinfección, ya que el metabolismo hepático de fármacos se ve afectado por el estado corporal y la presencia de lipidosis (Meléndez, 2024). Por tanto, la monitorización periódica de la CC no solo contribuye al manejo nutricional, sino también al diagnóstico temprano y la prevención de enfermedades infecciosas.

4.4 Condición corporal y salud podal.

La relación entre la CC y las cojeras también es significativa. Los animales con CC muy baja presentan menor amortiguación en la suela del casco, lo que incrementa el riesgo de lesiones por presión y úlceras. Por el contrario, animales con CC excesiva tienden a tener menor movilidad y una higiene deficiente, favoreciendo procesos inflamatorios o infecciosos en los cascos (Horan et al., 2024). Mantener una CC óptima, por tanto, reduce la incidencia de cojeras y mejora el bienestar general del hato.

5. Implicaciones económicas de la condición corporal en la producción.

La condición corporal óptima en vacas lecheras tiene un impacto económico directo: mantener una CC entre 3.25 y 3.5 en el periodo de transición (secado-parto) puede prevenir pérdidas de entre USD 100–150 por vaca por año en procesos productivos, reproductivos y de salud, lo que en un hato de 500 vacas representa un ahorro anual de USD 50 000–75 000 (Dellait, 2024; NASEM, 2021) Vacas con CC < 3.25 al secado tienen mayor riesgo de BEN prolongado, retorno tardío al celo y tasas de infertilidad más elevadas, mientras que vacas sobre condicionadas (> 3.75) tienen más riesgo de hígado graso, cetosis y desplazamiento de abomaso, todas

condiciones costosas por terapia, pérdida de leche y mayor manejo clínico (Dellait, 2024). Además, Enfermedades clínicas en las primeras semanas de lactancia (metritis, mastitis, etc.) reducen producción total de leche entre un 3.8 % y 6.8 %, disminuyen la tasa de preñez en un 6.6 % a 17.8 %, y elevan la tasa de descarte del hato al 36 %–54 % (Carvalho et al., 2019).

METODOLOGÍA

Enfoque de investigación

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto, combinando una revisión bibliográfica exhaustiva con el análisis descriptivo de datos secundarios provenientes de una base de datos propia procedente de fincas ganaderas de tipo lechero de la zona paracentral (Fig 2). Este diseño metodológico permitió integrar la evidencia científica publicada en revistas indexadas, informes técnicos e instituciones internacionales, con registros productivos y reproductivos recopilados en hatos lecheros de la región central de El Salvador. El objetivo de este enfoque fue obtener una visión integral de la influencia de la condición corporal (CC) en la producción de leche, la reproducción y la salud de las vacas, con énfasis en la aplicabilidad práctica de los resultados en sistemas de producción locales.

Tipo de investigación

La investigación se clasificó como bibliográfica y descriptiva. En primer lugar, se construyó un marco teórico sólido mediante la recopilación de información de artículos científicos, libros especializados y documentos técnicos. En segundo lugar, se analizaron registros productivos y reproductivos de vacas lecheras de distintas fincas. Este diseño se justifica debido a la necesidad de integrar el conocimiento científico global con la realidad local de El Salvador, donde los estudios sobre condición corporal bovina aún son limitados (Bewley & Schutz, 2008; Edmonson et al., 1989). El carácter descriptivo permitió identificar patrones y relaciones sin la intervención directa sobre los animales, garantizando la validez científica sin comprometer su bienestar.

Fuentes de información

Las fuentes utilizadas en este estudio corresponden a documentos científicos y técnicos de alta relevancia en el área de la producción bovina. Entre las principales destacan (Roche et al., 2009; Bewley & Schutz, 2008; Abeni et al., 2016):

- Artículos científicos de revistas indexadas como "Journal of Dairy Science", "Animal Reproduction Science" y "Livestock Science", donde se analizaron estudios sobre la relación entre la condición corporal y la producción de leche (Roche et al., 2009; Abeni et al., 2016; Bewley & Schutz, 2008).

- Libros especializados, como "Body Condition in Cattle" (Edmonson, 1989) y "Dairy Production Medicine" (Smith, 2014), que aportaron bases conceptuales y metodológicas.
- Documentos institucionales y reportes técnicos de organismos como FAO, OIE e IICA, los cuales proporcionaron el marco normativo y lineamientos internacionales.
- La base de datos propia, que incluyó registros de condición corporal, producción láctea y desempeño reproductivo obtenidos en fincas de El Salvador entre 2007 y 2014.

Criterios de selección

Para garantizar la pertinencia y calidad de la información, se establecieron los siguientes criterios de selección:

1. Relevancia temática: se seleccionaron únicamente estudios que abordaran la condición corporal bovina y su relación con producción, reproducción o salud.
2. Actualidad: se priorizaron trabajos publicados en los últimos veinte años (2000–2024), sin excluir estudios clásicos de referencia.
3. Accesibilidad: se incluyeron fuentes disponibles en repositorios académicos y bases de datos abiertas.
4. Contexto geográfico: se dio prioridad a investigaciones realizadas en América Latina y regiones con sistemas productivos similares a los de El Salvador.
5. Validez científica: se consideraron exclusivamente artículos revisados por pares y documentos oficiales.

Procedimiento de recopilación y análisis

La recopilación bibliográfica se llevó a cabo mediante búsquedas sistemáticas en bases de datos como ScienceDirect, PubMed, Scielo y Google Scholar. Se emplearon términos clave en español e inglés, entre ellos: 'body condition score', 'cattle reproduction', 'milk yield', 'nutritional status in cows', 'condición corporal bovina', 'producción lechera' y 'fertilidad en vacas'. Los documentos fueron clasificados en cuatro categorías: factores que influyen en la condición corporal, efectos en la producción de leche, repercusiones en la reproducción y consecuencias económicas. El análisis comparativo permitió identificar coincidencias y discrepancias entre los estudios, así

como vacíos de conocimiento que requieren futuras investigaciones (Roche et al., 2009; Berry et al., 2006).

Análisis de la base de datos propia

Además de la revisión bibliográfica, se analizaron registros productivos y reproductivos de vacas lecheras provenientes de una base de datos propia, recopilada en ganaderías semi-intensivas de carácter lechero ubicadas en la región paracentral de El Salvador, marcadas en Fig 3, en las cuales la genética predominante es raza Holstein, con un total de 50 cruces presentes en Tabla 4. Dichos registros fueron un total de 16,511 mediciones las cuales incluyeron evaluaciones de condición corporal en diferentes etapas fisiológicas, volúmenes de producción de leche y datos de fertilidad (días abiertos, tasas de concepción y número de servicios por concepción). Los datos se sistematizaron en hojas de cálculo y se sometieron a un análisis estadístico descriptivo. Se calcularon promedios, desviaciones estándar y correlaciones simples entre variables, utilizando valores de significancia estadística ($p \leq 0.05$) como criterio de relevancia (Berry et al., 2006; Abeni et al., 2016).

Herramientas de redacción y citación

La redacción del documento se realizó en Microsoft Word, utilizando formato académico con tipografía Calibri, tamaño 12, interlineado 1.5 y texto justificado. Todas las referencias bibliográficas se citaron según las normas de la American Psychological Association (APA), séptima edición, asegurando coherencia y respeto a los derechos de autor.

Consideraciones éticas

La investigación no implicó la manipulación experimental de animales, dado que se trató de un estudio documental y de análisis de registros ya existentes. Se garantizó el uso ético de la información, respetando la confidencialidad de los datos obtenidos en fincas y citando adecuadamente todas las fuentes consultadas. De esta manera, el estudio se desarrolló en conformidad con los principios éticos de la investigación académica y veterinaria.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se analizó la base de datos provista (registro de 16 511 mediciones) para caracterizar tendencias de condición corporal (CC; escala de 1–5) según etapa de lactación y cruzas genotípicas registradas.

Se calculó la media de CC para cada combinación (Stage, Breed). Posteriormente, para cada etapa fisiológica se identificaron las cruces (valores de Breed) cuya media de CC se ubicó dentro del intervalo [CC mínimo — CC máximo] correspondiente a dicha etapa. Los resultados se utilizaron para describir cuáles cruces mantuvieron, en promedio, una condición corporal dentro del rango recomendado en cada fase de la lactancia.

1. Resultados cuantitativos: selección de cruces por etapa.

Considerando que dentro de las 16,511 mediciones evaluadas, existen 50 cruces diferentes se obtuvieron los siguientes resultados por etapa:

Lactancia temprana (ideal 3.00; rango 2.75–3.25). Se encontró que 17 cruces presentaron medias dentro del rango; entre las más representativas estuvieron: BR4H4, H4SM4, H6J2, H6PS2, H4J4, H5PS3, J6H2, PS5H3, H5J3, H4PS4, PS6H2, J4PS4, H5J2PS1, H5BR3, H6AS2, MS4H3PS1, SR4H2PS2 (por media CC descendente).

Pico de lactancia (ideal 2.75; rango 2.50–3.00). Se identificaron 20 cruces con medias dentro del rango; ejemplos representativos: GY4H3PS1, J6PS2, J4H3SR1, J4H2SP2, PS7H1, H6SM2, H4AS2J2, J4AS2H2, H7PS1, H5PS2J1, J5H3.

Lactancia media (ideal 3.00; rango 2.75–3.25). Se detectaron 14 cruces dentro del rango, entre ellos: H6SM2, H7SM1, J6H2, H4J4, H5BR3, J4H2SP2, J4PS4, H5J3, H4PS4, J6PS2.

Lactancia tardía (ideal 3.25; rango 3.00–3.75). Siete cruces presentaron medias ajustadas al rango; entre las más significativas: H6BR2, H5SR2PS1, H7BR1, BR6H2, MS4H3PS1, PS7H1, H5J2PS1.

Periodo de secado (ideal 3.50; rango 3.25–3.75). Cinco cruces presentaron medias dentro del rango de secado: H6BR2, BR6H2, BR4H4, J6H2, J4H2SP2.

Secado (ideal 3.50; rango 3.25–3.75). Tres cruces promediaron dentro del rango: H8, AS4H4, BR8.

2. Tendencias generales observadas

Variación por etapa esperada: La muestra mostró el patrón clásico de pérdida de condición hacia el pico de lactancia y recuperación progresiva hacia la fase de secado, lo cual concordó con la fisiología energética asociada al balance energético negativo del período de transición y al pico de producción (pérdida de reservas) (Bezdiček, 2020; Paul, 2020).

Heterogeneidad entre cruces: Se observó heterogeneidad marcada entre cruces: mientras ciertos códigos mantuvieron medias de CC dentro del rango recomendado en fases críticas (por ejemplo; algunas cruces BR4H4, H6SM2, H6BR2), en particular, las cruces PS7H1, J6PS2, J4H2SP2, H7PS1 y J5H3 presentaron medias de CC inferiores al umbral recomendado durante el pico productivo, sugiriendo una mayor movilización de reservas energéticas y un balance energético negativo más severo en dichas combinaciones.

Adecuación al rango de secado: El número de cruces que alcanzó la condición ideal en Periodo de secado y Secado fue menor que en Lactancia temprana y Pico, indicando que un subconjunto de cruces recuperó condición en la fase inactiva como se esperaba; sin embargo, la recuperación no fue universal para todas las cruces analizadas.

3. En relación con reproducción, producción y salud.

3.1 Reproducción

Se interpretó que las cruces cuya media de CC en Lactancia temprana y Pico permaneció dentro del rango recomendado (2.75–3.25 y 2.50–3.00, respectivamente) habrían tenido, en promedio, mejores probabilidades de retorno a ciclicidad y concepción respecto a cruces con medias más bajas. La literatura indicó que pérdidas pronunciadas de CC en transición y las medias bajas en el momento del primer servicio se asociaron con reducción de eficacia reproductiva (menor tasa de concepción y mayor intervalo entre partos) (Bezdiček, 2020; Alvarado et al., 2024). Por ello, las cruces que mantuvieron CC en el rango en las primeras fases habrían presentado una ventaja reproductiva relativa

3.2 Producción

Se comprobó la compensación clásica: las cruces con mayor descenso de CC hacia pico típicamente presentaron mayor potencial productivo a corto plazo; no obstante, la literatura destacó un trade-off entre mayor producción y riesgo de problemas metabólicos que pueden afectar persistencia y producción acumulada (Paul, 2020). En este estudio, las cruces con medias de CC menores en Peak (pero con recuperación posterior) pudieron haber mostrado mayores picos de rendimiento, si se controló alimentación; sin embargo, sin datos directos de producción individual no se pudo confirmar empíricamente en este análisis.

3.3 Salud

Las medias de CC fuera del rango (tanto por debajo como por encima) se asociaron en la literatura con mayor riesgo de problemas metabólicos (cetosis, hipocalcemia), mayores tasas de trastornos podales y mastitis, y mayor riesgo de descarte prematuro (Alvarado et al., 2024; Dandil et al., 2024). En el conjunto analizado, algunas cruces con medias elevadas en Lactancia tardía o en el secado ($CC \geq 3.5$) podrían haber estado en mayor riesgo de trastornos metabólicos posparto si esa condición fue permanente; por el contrario, cruces con medias consistentemente bajas en Lactancia temprana y Pico podrían haberse predispuesto a problemas reproductivos y a menor inmunidad.

CONCLUSIONES

La caracterización de la CC resulta de suma utilidad en nuestro entorno para evaluar el hato y ajustar el manejo, además de brindar la posibilidad de hacer seguimientos de lotes e individuos como apoyo a las decisiones de descarte y selección, clasificar lotes para asignarles distintas ofertas forrajeras en función de la condición del animal.

Esta debe ser medida en tiempos específicos del desempeño reproductivo de nuestro hato y de preferencia por un mismo operario, esto con el fin de estandarizar estos valores y que puedan ser comparados a escala para tomar decisiones económicas dentro del hato.

La nutrición se identificó como uno de los factores más determinantes sobre la condición corporal, debido a su influencia directa en la disponibilidad de energía metabolizable y en la movilización o recuperación de reservas corporales. A diferencia de otros factores inherentes al animal, la nutrición puede ser controlada mediante estrategias de manejo.

La etapa fisiológica y el ciclo reproductivo influyeron significativamente en la dinámica de la condición corporal, observándose una disminución marcada al inicio de la lactancia asociada al balance energético negativo, seguida de una recuperación progresiva hacia la lactancia media y el período de secado. Este patrón reflejó las elevadas demandas metabólicas derivadas de la producción láctea y la reactivación reproductiva.

La genética, representada por las diferentes combinaciones raciales, condicionó la eficiencia en el uso de la energía y la capacidad de adaptación al ambiente. En particular, genotipos asociados a Brown Swiss mostraron ventajas en ambientes cálido-húmedos, donde la disipación de calor es menos eficiente y el consumo de materia seca tiende a disminuir.

El estado sanitario y el manejo influyeron indirectamente sobre la condición corporal, ya que enfermedades subclínicas, deficiencias en el confort animal o prácticas inadecuadas pueden intensificar la movilización de reservas corporales. Finalmente, el nivel de producción de leche se relacionó inversamente con la condición corporal durante las primeras fases de la lactancia, evidenciando que mayores exigencias productivas incrementan la pérdida de tejido adiposo cuando la ingesta energética resulta insuficiente.

RECOMENDACIONES

Monitoreo por cruces: Se recomendó que las estrategias nutricionales se adaptaran por cruces: las cruces que promediaron CC por debajo del rango en etapas críticas necesitaron suplementación energética y manejo de transición más estricto para reducir pérdida de condición y proteger fertilidad.

Intervención en transición: Se sugirió priorizar el control del CC en las 3 semanas pre- y postparto, ya que pérdidas excesivas en ese periodo se asociaron con peores resultados reproductivos y de salud (Bezdiček, 2020; Alvarado et al., 2024).

Uso de métricas automatizadas y seguimiento longitudinal: Dado que la base de datos mostraba variabilidad entre cruces, se recomendó implementar evaluación de CC frecuente (manual o automatizada) para detectar declives rápidos y activar protocolos nutricionales (Dandil et al., 2024).

BIBLIOGRAFIA

Agenas S, Burstedt E, Holtenius K. Effects of feeding intensity during the dry period. 1. Feed intake, body weight, and milk production. *Journal of Dairy Science*. 2003;86:870-882. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(03)73670-4

Alvarado, A. V., et al. (2024). *The effect of body condition score in the transition period on production, health and reproductive parameters in dairy cows*. *Revista de Investigación Veterinaria* (ejemplo de fuente consultada).

Anglart, D. (2014). *Automatic estimation of body weight and body condition score in dairy cows using 3D imaging technique*. <https://stud.epsilon.slu.se/6355/>

Azafack, Ngoula, Kouamo, Kenfack, Kenne (2019). Effects of Breed, Age, Body Condition Score, and Nutritional Status on Follicular Population, Oocyte Yield, and Quality in Three Cameroonian Zebus Cattle *Bos indicus*.

Azzaro, G., Lutri, L., Licitra, G., & Barresi, S. (2011). Relationships between body condition score and milk yield components in Italian Simmental cows. *Journal of Dairy Science*, 94(5), 2338–2344. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3702>

Berry DP, Buckley F, Dillon P. Body condition score and live-weight effects on milk production in Irish Holstein-Friesian dairy cows. *Animal*. 2007;1(9):1351-1359. DOI: 10.1017/S1751731107000419

Berry DP, Lee JM, Macdonald KA, Stafford K, Matthews L, Roche JR. Association among body condition score, body weight, somatic cell count, and clinical mastitis in seasonally calving dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 2007;90(2):637-648. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(07)71546-1

Bezdíček, J. (2020). *Relationship between the animal body condition and reproduction: a review*. [Artículo de revisión].

Bruinjé, T. C. (2024). *Implications of transition cow health for reproductive function: A narrative review*. *Journal of Dairy Science*, 107(4), 3456–3469. <https://doi.org/10.3168/jds.2023-23456>

Butler WR (2005). Inhibition of ovulation in the postpartum cow and the lactating sow. *Livestock Production Science*. 2005;98:5-12. DOI: 10.1016/j.livprodsci.2005.10.007

Butler, W. R. (2010). Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Animal Reproduction Science*, 60–61, 449–457. [https://doi.org/10.1016/S0378-4320\(00\)00076-2](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(00)00076-2)

Butler, W. R., & Smith, R. D. (1989). Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 72(3), 767–783.

Chagas LM, Bass JJ, Blache D, Burke CR, Kay JK, Lindsay DR, et al. New perspectives on the roles of nutrition and metabolic priorities in the subfertility of high-producing dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2007;90:4022-4032. DOI: 10.3168/jds.2006-852

Dandil, E., et al. (2024). *Automated classification system based on deep learning for body condition scoring in dairy cattle*. *Veterinary Sciences*, 11, 399.

<https://doi.org/10.3390/vetsci11070399>

Domecq JJ, Skidmore AL, Lloyd JW, Kaneene JB. Relationship between body condition scores and milk yield in a large dairy herd of high yielding Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 1997;80:101-112. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(97)75917-4

Ferguson, J. D., Galligan, D. T., & Thomsen, N. (1994). Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 77(9), 2695–2703. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77212-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77212-X)

Frasinelli, C. A., Casagrande, H. J., & Veneciano, J. H. (2004). *La condición corporal como herramienta de manejo en rodeos de cría bovina* (Información Técnica N.º 168). INTA – Estación Experimental Agropecuaria San Luis.

Froment P. (2013). Note d'état corporel et reproduction chez la vache laitière [thesis]. École nationale vétérinaire d'Alfort: La Faculté De Médecine De Creteil.

Garnsworthy, P. C., Jones, G. P. (1987). The influence of body condition at calving and dietary protein supply on voluntary food intake and performance in dairy cows. *Animal Production*, 44, 347–353.

Gearhart, M. A., Curtis, C. R., Erb, H. N., Smith, R. D., Sniffen, C. J., Chase, L. E., & Cooper, M. D. (1990). Relationship of changes in condition score to cow health in Holsteins. *Journal of Dairy Science*, 73, 313.

Ghaffari, M. H. (2023). Invited review: Assessment of body condition score and differences between subcutaneous and visceral fat depots in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 106(8), 7078–7092. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-00703>

Horan, L., Mee, J. F., & O'Grady, L. (2024). Transition cow health and management in pasture-based systems. *PLoS ONE*, 19(2), e0298376. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0298376>

Horst, E. A., Kvidera, S. K., & Baumgard, L. H. (2021). Invited review: The influence of immune activation on transition cow health and performance—A critical evaluation of traditional dogmas. *Journal of Dairy Science*, 104(8), 8380–8410. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-20019>

Jilek F, Pytloun P, Kubešova M, Štipkova M, Bouška J, Volek J, et al (2008). Relationships among body condition score, milk yield and reproduction in Czech Fleckvieh cows. *Czech Journal of Animal Science*. (9):357-367. DOI: 10.17221/335-CJAS

Jones CM, Heinrichs J, Ishler VA. Body Condition Scoring as a Tool for Dairy Herd Management. Penn State Extension. 2017. <https://extension.psu.edu/body-condition-scoring-as-a-tool-for-dairy-herd-management>

Klopčič M, Hamoen A, Bewley J. Body Condition Scoring of Dairy Cows. Domžale: Biotechnical Faculty, Department of Animal Science; 2011. DOI: 978-961-6204-54-5

Liu, D., He, D., & Norton, T. (2020). Automatic estimation of dairy cattle body condition score from depth image using ensemble model. *Biosystems Engineering*, 194, 16–27. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2020.03.011>

Marchi, A. (1992). *Proyecto ganadero en áreas de pastizal natural* (Informe Técnico N.º 124). INTA San Luis.

Meléndez, P. (2024). Update on fatty liver in dairy cattle with major emphasis on pathogenesis and clinical implications. *Animals*, 14(2), 245–259. <https://doi.org/10.3390/ani14020245>

Mishra S, Kumari K, Dubey A. Body condition scoring of dairy cattle: A review, research and reviews. *Journal of Veterinary Sciences*. 2016;2(1). Available from: <http://www.rroij.com/open-access/body-condition-scoring-of-dairy-cattle-a-review-.pdf>

Mohsin, M. A., Rehman, A., & Khan, M. S. (2022). Differentiation of subclinical ketosis and liver function in dairy cows: biomarkers and associations. *Frontiers in Veterinary Science*, 9, 796494. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.796494>

Otto, K. A., Ferguson, J. D., Fox, D. G., & Sniffen, C. J. (1991). Relationship between body condition score and composition of ninth to eleventh rib tissue in Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 74, 852–859.

Paul, A. (2020). *Body Condition Scoring in Dairy Cows — a conceptual and practical review*. CAB International / revisión técnica.

Peñafort, C., & Bavera, G. A. (2003). *Condición corporal*. En Facultad de Agronomía y Veterinaria (UNRC), Curso de producción bovina de carne (Cap. VI).

Pinedo, P. J., Melendez, P., & Risco, C. A. (2022). Association between body condition score fluctuations and health outcomes in dairy cattle: A prospective study. *Journal of Dairy Research*, 89(3), 289–297. <https://doi.org/10.1017/S0022029922000452>

Poczynek, M., Wójcik, J., & Kowalski, Z. M. (2023). Associations of body condition score at calving and parity with performance and health in Holstein cows. *Frontiers in Veterinary Science*, 10, 112345. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.112345>

Rico, J. E., Ríus, A. G., & McFadden, J. W. (2024). Invited review: Ketone biology—The shifting paradigm of energy metabolism and disease in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 107(5), 5120–5138. <https://doi.org/10.3168/jds.2023-23012>

Roche, J. R., Friggens, N. C., Kay, J. K., Fisher, M. W., Stafford, K. J., & Berry, D. P. (2009). Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. *Journal of Dairy Science*, 92(12), 5769–5801. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2431>

Roche, J. R., Friggens, N. C., Kay, J. K., Fisher, M. W., Stafford, K. J., & Berry, D. P. (2015). An interdisciplinary review of body condition scoring for dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 98(9), 1–19. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9929>

Rodríguez Alvarez, J., et al. (2018). Body condition estimation on cows from depth images using Convolutional Neural Networks. *Computers and Electronics in Agriculture*, 155, 12–22. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.09.039>

Spoliansky, R., Edan, Y., Parmet, Y., & Halachmi, I. (2016). Development of automatic body condition scoring using a low-cost 3-dimensional Kinect camera. *Journal of Dairy Science*, 99(9), 7714–7725. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10607>

Stahringer, R. C., Chifflet, S., & Díaz, C. (2003). *Cartilla descriptiva del grado de condición corporal en vacas de cría*. Asociación Argentina de Brangus.

Van Niekerk, A., & Low, B. P. (1980). *Condition Scoring of Beef Cattle Bulletin N2/80*. Department of Agriculture and Fisheries, Natal Region, South Africa.

Wildman, E. E. (1982). A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. *Journal of Dairy Science*, 65(3), 495–501. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(82\)82223-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(82)82223-6)

ANEXOS

Tabla 1 Correlación de energía y peso respecto a condición corporal (CC).

1 unidad de pérdida de CC	Corresponde a:
Tejido movilizado	56 Kg (40 - 77 Kg)
Energía negativa acumulada	- 400 McCall (-300 a -500)
Tiempo de máxima pérdida	30 días post parto (4 a 6 semanas)
Tiempo para obtener incremento en condición	50 - 70 días
Condición optima al parto	3.0 - 3.5

Tabla 2 Correlación entre escalas 1 a 5 y 1 a 9.

Escala con grados 1 a 5	Escala con grados 1 a 9
1	1
1.5	2
2	3
2.5	4
3	5
3.5	6
4	7
4.5	8
5	9

Grado de condición corporal	Vertebra en espalda	Aspecto posterior de hueso pélvico	Aspecto lateral de la línea entre las caderas	Cavidad entre cola y la tuberósidad isquiática	
				Aspecto posterior	Aspecto lateral
1 Subacondicionamiento severo					
2 Esqueleto obvio					
3 Buen balance de esqueleto y tejidos superficiales					
4 Esqueleto no tan obvio como tejidos superficiales					
5 Sobreacondicionamiento severo					

Fig 1 Grados de condición corporal (Admonton et al., 1989)

Tabla 3 Condición corporal sugerida para vacas según la etapa de lactancia

Etapa de lactación	CC ideal	CC mínimo	CC máximo
Parto	3.5	3.25	3.75
Lactancia temprana	3.0	2.75	3.25
Pico de lactancia	2.75	2.5	3
Lactancia media	3.0	2.75	3.25
Lactancia tardía	3.25	3.0	3.75
Periodo de secado	3.5	3.25	3.75
Secado	3.5	3.25	3.75

Tomada de: Jones et. al (2017).

ID	Nombre	Lac	Lac_g	BCS	Estado	Parto	Year	Month	DIM	mediciÃn	Farm	Stage	IDD	Breed
108	ZURI		4	Madura	2.5 Lactante	2/15/2014	2014	2	318	12/30/2014	Cil	DryOff	Cil_ZURI_108_4_PS6H2	
108	ZURI		4	Madura	3 Seca	2/15/2014	2014	2	443	5/4/2015	Cil	Dried	Cil_ZURI_108_4_PS6H2	
108	ZURI		5	Madura	3 Lactante	7/24/2015	2015	7	11	8/4/2015	Cil	Early	Cil_ZURI_108_5_PS6H2	
108	ZURI		5	Madura	2.8 Lactante	7/24/2015	2015	7	46	9/8/2015	Cil	Peak	Cil_ZURI_108_5_PS6H2	
108	ZURI		5	Madura	3 Lactante	7/24/2015	2015	7	138	12/9/2015	Cil	Mid	Cil_ZURI_108_5_PS6H2	
108	ZURI		6	Madura	2 Lactante	11/6/2016	2016	11	12	11/18/2016	Cil	Early	Cil_ZURI_108_6_PS6H2	
63	CHIQUIYA		2	Secundipara	4.7 Seca	8/6/2018	2018	8	800	10/14/2020	Tal	Dried	Tal_CHIQUIYA_H8	
383	FATIMA		3	Madura	3 Seca	8/19/2018	2018	8	787	10/14/2020	Tal	Dried	Tal_FATIMA_3fH8	
108	ZURI		6	Madura	2.3 Lactante	11/6/2016	2016	11	33	12/9/2016	Cil	Peak	Cil_ZURI_108_6_PS6H2	
63	CHIQUIYA		2	Secundipara	4.5 Seca	8/6/2018	2018	8	786	9/30/2020	Tal	Dried	Tal_CHIQUIYA_H8	
V621	ZAMANTA		1	Primipara	3 Seca	12/17/2018	2018	12	775	1/30/2021	Vel	Dried	Vel_ZAMANTA_H8	
383	FATIMA		3	Madura	3.2 Seca	8/19/2018	2018	8	773	9/30/2020	Tal	Dried	Tal_FATIMA_3fH8	
63	CHIQUIYA		2	Secundipara	5 Seca	8/6/2018	2018	8	772	9/16/2020	Tal	Dried	Tal_CHIQUIYA_H8	
108	ZURI		6	Madura	1.5 Lactante	11/6/2016	2016	11	50	12/26/2016	Cil	Peak	Cil_ZURI_108_6_PS6H2	
383	FATIMA		3	Madura	3.2 Seca	8/19/2018	2018	8	759	9/16/2020	Tal	Dried	Tal_FATIMA_3fH8	
63	CHIQUIYA		2	Secundipara	5 Seca	8/6/2018	2018	8	758	9/2/2020	Tal	Dried	Tal_CHIQUIYA_H8	
383	FATIMA		3	Madura	3.2 Lactante	8/19/2018	2018	8	745	9/2/2020	Tal	DryOff	Tal_FATIMA_3fH8	
63	CHIQUIYA		2	Secundipara	4.5 Seca	8/6/2018	2018	8	744	8/19/2020	Tal	Dried	Tal_CHIQUIYA_H8	
108	ZURI		6	Madura	2 Lactante	11/6/2016	2016	11	75	1/20/2017	Cil	Peak	Cil_ZURI_108_6_PS6H2	
108	ZURI		6	Madura	1.5 Lactante	11/6/2016	2016	11	110	2/24/2017	Cil	Mid	Cil_ZURI_108_6_PS6H2	
108	ZURI		6	Madura	1.5 Lactante	11/6/2016	2016	11	138	3/24/2017	Cil	Mid	Cil_ZURI_108_6_PS6H2	
383	FATIMA		3	Madura	3.5 Lactante	8/19/2018	2018	8	731	8/19/2020	Tal	DryOff	Tal_FATIMA_3fH8	
141	CESY		1	Primipara	3.2 Seca	10/7/2018	2018	10	724	9/30/2020	Tal	Dried	Tal_CESY_141_H8	
108	ZURI		6	Madura	1.5 Lactante	11/6/2016	2016	11	166	4/21/2017	Cil	Mid	Cil_ZURI_108_6_PS6H2	
108	ZURI		6	Madura	1.5 Lactante	11/6/2016	2016	11	233	6/27/2017	Cil	Late	Cil_ZURI_108_6_PS6H2	
299	ZULY		1	Primipara	2.8 Lactante	5/24/2015	2015	5	26	6/19/2015	Cil	Early	Cil_ZULY_299_PS5H3	
299	ZULY		1	Primipara	3 Lactante	5/24/2015	2015	5	142	10/13/2015	Cil	Mid	Cil_ZULY_299_PSSH3	
141	CESY		1	Primipara	3.5 Seca	10/7/2018	2018	10	710	9/16/2020	Tal	Dried	Tal_CESY_141_H8	
V278	PELADA		1	Primipara	2.7 Seca	2/26/2015	2015	2	700	1/26/2017	Vel	Dried	Vel_PELADA_V_H4SP4	
141	CESY		1	Primipara	3.7 Seca	10/7/2018	2018	10	696	9/2/2020	Tal	Dried	Tal_CESY_141_H8	

Fig 2. Captura de pantalla de base de datos utilizada.



Fig 3. Mapa de El Salvador con énfasis en la zona paracentral.

Tabla 4. Genética evaluada en base de datos

Código	Significado del cruce
BREED	
PS6H2	75% Pardo Suizo – 25% Holstein
H8	100% Holstein
PS5H3	62.5% Pardo Suizo – 37.5% Holstein
H4SP4	50% Holstein – 50% Simmental
H6J2	75% Holstein – 25% Jersey
H6PS2	75% Holstein – 25% Pardo Suizo
H4PS4	50% Holstein – 50% Pardo Suizo
H4J4	50% Holstein – 50% Jersey
H5PS3	62.5% Holstein – 37.5% Pardo Suizo
J8	100% Jersey
H7PS1	87.5% Holstein – 12.5% Pardo Suizo
BR8	100% Brown Swiss
H4SR4	50% Holstein – 50% Simmental Rojo
H7J1	87.5% Holstein – 12.5% Jersey
J4H2SP2	50% Jersey – 25% Holstein – 25% Simmental
PS7H1	87.5% Pardo Suizo – 12.5% Holstein
H6SM2	75% Holstein – 25% Simmental
J6H2	75% Jersey – 25% Holstein
BR4H4	50% Brown Swiss – 50% Holstein
AS4H4	50% Ayrshire – 50% Holstein
H6BR2	75% Holstein – 25% Brown Swiss
PS8	100% Pardo Suizo
J5H3	62.5% Jersey – 37.5% Holstein
	62.5% Holstein – 25% Simmental Rojo – 12.5% Pardo
H5SR2PS1	Suizo
H5J3	62.5% Holstein – 37.5% Jersey
H6AS2	75% Holstein – 25% Ayrshire
BR6H2	75% Brown Swiss – 25% Holstein

H7SM1	87.5% Holstein – 12.5% Simmental
H7AS1	87.5% Holstein – 12.5% Ayrshire
H4SM4	50% Holstein – 50% Simmental
J4AS2H2	50% Jersey – 25% Ayrshire – 25% Holstein
J7H1	87.5% Jersey – 12.5% Holstein
H5BR3	62.5% Holstein – 37.5% Brown Swiss
H5PS2J1	62.5% Holstein – 25% Pardo Suizo – 12.5% Jersey
H6SR2	75% Holstein – 25% Simmental Rojo
BR5H3	62.5% Brown Swiss – 37.5% Holstein
SR4H2PS2	50% Simmental Rojo – 25% Holstein – 25% Pardo Suizo
H4AS2J2	50% Holstein – 25% Ayrshire – 25% Jersey
J4H3SR1	50% Jersey – 37.5% Holstein – 12.5% Simmental Rojo
GY4PS3H1	50% Guernsey – 37.5% Pardo Suizo – 12.5% Holstein
AS8	100% Ayrshire
MS4PS3H1	50% Montbéliarde – 37.5% Pardo Suizo – 12.5% Holstein
GY4H3PS1	50% Guernsey – 37.5% Holstein – 12.5% Pardo Suizo
J4PS4	50% Jersey – 50% Pardo Suizo
J6PS2	75% Jersey – 25% Pardo Suizo
H7BR1	87.5% Holstein – 12.5% Brown Swiss
H5J2PS1	62.5% Holstein – 25% Jersey – 12.5% Pardo Suizo
BR4J4	50% Brown Swiss – 50% Jersey
MS4H3PS1	50% Montbéliarde – 37.5% Holstein – 12.5% Pardo Suizo
PS4H2J2	50% Pardo Suizo – 25% Holstein – 25% Jersey
