

Research Article

Efecto reproductivo y productivo de grasas bypass como alternativa para la nutrición y alimentación de ganado lechero Holstein

Reproductive and productive effect of bypass fats as an alternative for the nutrition and feeding of Holstein dairy cattle

Paula Alexandra Toalombo Vargas*, Fabián Augusto Almeida López, and Hernán Patricio Guevara Costales

Escuela Superior de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Zootecnia, Riobamba, Ecuador

ORCID

Paula Alexandra Toalombo Vargas: <https://orcid.org/0000-0002-7241-6852>

VIII INTERNATIONAL
CONGRESS OF SCIENCE
TECHNOLOGY
ENTREPRENEURSHIP AND
INNOVATION (SECTEI 2021)

Corresponding Author: Paula
Alexandra Toalombo Vargas;
email:
ptoalombo@epoch.edu.ec

Published: 29 June 2022

Production and Hosting by
Knowledge E

© Paula Alexandra Toalombo
Vargas et al. This article is
distributed under the terms of
the [Creative Commons
Attribution License](#), which
permits unrestricted use and
redistribution provided that
the original author and
source are credited.

Abstract

The present study evaluated the effects of the addition of bypass fats or the so-called passing fats on the reproductive and productive behavior in 12 Holstein crossbred cows in Chimborazo, Ecuador. The cows were randomly selected and divided into a control group and three treatment versus TO groups – T1: (90 gr of fat + balanced); T2: (180 gr of fat + balanced); and T3: (270 gr of fat + balanced). The variables analyzed were milk production (kg), body condition at delivery (CCP), body condition at service (CCS), days to first heat, and days to second heat. The experiment continued for 60 days. An ADEVA was performed to check the significance between the treatments using the IBM SPSS Statistics 25, with a comparison of means using the Tukey test. The measures of central tendency were obtained: Mean:Standard Deviation. Statistically significant differences were observed for milk production in kg ($p < 0.05$), where the best treatment was reported with T3. However, for the other variables analyzed, no differences were reported ($p > 0.05$). The bypass fat supplementation had effects that favored milk production, which is why the benefit of these fats was demonstrated as a strategy to improve reproductive and productive indicators, since at the time of pregnancy the cow loses weight. Undernourishment especially in energy intake prolongs open days, delays follicular development, widens the interval between parturition and first fertile heat or the heat interval and the first service.

Keywords: *Holstein, Production, Reproduction, Bypass fats, Body condition.*

Resumen

En Chimborazo-Ecuador se evaluó los efectos de la adición de grasas by pass o llamadas grasas pasantes sobre el comportamiento reproductivo y productivo en 12 vacas mestizas Holstein, seleccionadas al azar y agrupadas en tres tratamientos versus un TO: testigo; T1: (90 g de grasa+balanceado); T2: (180 g de grasa+balanceado); T3: (270 g de grasa+balanceado). Las variables analizadas fueron producción de leche (kg), condición corporal al parto (CCP), condición corporal al servicio (CCS), días al primer celo, días al segundo celo. El trabajo experimental tuvo una duración de 60 días. Se realizó un ADEVA para comprobar la significancia entre los tratamientos, mediante el paquete estadístico IBM SPSS Statistics 25, con una comparación de medias mediante el estadístico Tukey; así como también se obtuvo medidas de tendencia central: Media; desviación estándar. Para la producción de leche en Kg se observaron diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$), en donde el mejor

 OPEN ACCESS



tratamiento se reportó con el T3; mientras que para las otras variables analizadas no se reportó diferencias ($p > 0,05$). La suplementación con grasas by pass tuvo efectos que favoreció la producción la leche, por lo que se demostró el beneficio de dichas grasas, como estrategia para mejorar los indicadores reproductivos y productivos, ya que en el momento de la preñez la hembra se encuentra bajando de peso, y con la máxima producción. La subnutrición especialmente en el aporte energético: prolonga los días abiertos, demora el desarrollo folicular, amplía el intervalo entre parto-primer celo fértil o el intervalo celo- primer servicio.

Palabras Clave: *Holstein, Producción, Reproducción, Grasas bypass, Condición corporal.*

1. Introducción

El potencial del sector lechero bovino a nivel mundial durante las últimas décadas, se ha incrementado dramáticamente [1]. No obstante, poca evidencia existe de que las vacas con mayor rendimiento de leche presenten una mejor eficiencia metabólica para producir leche, versus las vacas con menor rendimiento de leche [2]. La producción de leche extra producida por vacas de mayor rendimiento puede estar respaldada por la mayor ingesta de suplemento [3], la capacidad de ingesta durante la lactancia temprana no ha seguido el ritmo del aumento en la producción de leche, es decir no ha tenido un comportamiento directamente proporcional [4]. En cambio, la mayor producción de leche durante la lactancia temprana ha sido impulsada en gran parte por mayores niveles de movilización de tejido corporal, lo que se refleja en el aumento y la duración del balance energético negativo [5]; [6]. Durante balance energético negativo posparto, la glucosa se distribuye preferentemente a la glándula mamaria, se suprime la secreción de insulina pancreática en respuesta a la glucosa, los tejidos periféricos presentan resistencia a la insulina y las vacas son susceptibles a trastornos metabólicos [7]. Además, el balance energético (EB) también puede influir en la fertilidad [8].

La eficiencia económica de las ganaderías de bovinos de leche depende en gran parte de los parámetros reproductivos, siendo su respuesta variable ya que depende de factores como manejo, nutrición, alimentación y sanidad. Para minimizar el efecto de diferentes factores en el desempeño productivo y reproductivo se utilizan ciertos métodos, los mismos que se basan en el uso de suplementos en este caso de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI).

Las grasas “by pass” o grasas pasantes, son una fuente de ácidos grasos poliinsaturados indispensables (AGPIs), dentro de los que se destacan los ácidos grasos linolénico (ALN) y linoleico (AL) [9], siendo importante incorporar a la dieta animal [10] en este caso rumiantes. Los ácidos grasos omega-3: docosahexaenoico (DHA), eicosapentaenoico (EPA) y α -linolénico y omega-6: araquidónico y linoleico pueden conformar los triacilgliceroles, los mismos que son ingeridos en la dieta; al no ser



consumidos (EPA y DHA), pueden sintetizarse mediante reacciones bioquímicas. Los ácidos omega-3 y omega-6 al ser componentes de las membranas de la célula influyen en su permeabilidad [11].

En el rumen estos lípidos sufren dos procesos metabólicos: lipólisis y bio-hidrogenación. Después de la lipólisis de los ácidos grasos insaturados son biohidrogenados por los microorganismos del rumen (isomerasas y reductasas). Este proceso convierte los ácidos grasos insaturados en ácidos grasos saturados, vía isomerización a ácidos grasos intermediarios trans, seguido por hidrogenación de los dobles enlaces [12]; [13]. Dependiendo de la concentración de ALN y AL en la dieta, tienden a modificar el perfil de ácidos grasos de leche y carne, cuya composición en los subproductos nombrados, se caracterizan por la presencia de una mayor concentración de ácidos grasos saturados que insaturados, debido al proceso de biohidrogenación (BH) en el rumen [14];[15]; [16];[17]; [18]. Por lo que el proceso de BH, se considera un punto crítico para modificar la relación entre ácidos grasos saturados e insaturados, en leche y carne; las bacterias son los microorganismos más importantes en el proceso de BH [19].

Los distintos tipos de anestro son provocados por factores como la edad al parto, estacionalidad y enfermedades del periparto [20]; [21]; así como también la nutrición, debido a que el limitado consumo de energía interfiere en la actividad ovárica posparto [22] por lo que debe existir un balance energético y condición corporal adecuada, caso contrario existirá una pérdida progresiva de condición corporal [22].

La conversión de ácidos linolénico y linoleico a AGPI de cadena larga es limitada. Se han investigado algunos ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), de los tipos omega-3 (n-3) y omega-6 (n-6), notando que mediante diversos mecanismos de acción influyen en el desarrollo folicular ovárico, la producción de progesterona por la secreción de PGF_{20} del endometrio y el cuerpo lúteo (CL), ayudando la supervivencia de los embriones y la tasa de preñez [23] [24].

La suplementación alimenticia en bovinos de leche con lípidos ha presentado una respuesta positiva [25]; pero es importante considerar que varía el nivel de suplementación de grasa "by pass", y no debería superar el 4% de la ración, para que cumpla el objetivo de incrementar la densidad energética de la dieta, para de esta manera mejorar el comportamiento reproductivo y productivo [26]; [27];[27]; [28].

Varias investigaciones plantean que la utilización de grasas by pass dan mayores beneficios en el primer tercio de la lactancia, lo que se relaciona a una mejor utilización de energía [29], con efectos sobre la actividad ovárica, secreción hormonal, [30], el eje hipotálamo-hipófisis-ovario [31], sobre la producción y consumo voluntario. El mecanismo de defensa de los microorganismos ruminales es la saturación de los ácidos



grasos polinsaturados en el rumen, permitiendo la disminución de la toxicidad de éstos para la microbiota ruminal [32]. La utilización de grasa activa (no sobrepasante) en la dieta de los ruminales es limitada, ya que la mayor parte de los elementos se desaprovechan por acción de la biohidrogenación [33].

La suplementación de grasas by pass en el ganado bovino lechero puede provocar variaciones metabólicas que tienen que ver con las funciones reproductivas dando como resultado mayores tasas de preñez, es así que en la realización de estudios en ganado de carne se observó el crecimiento en las concentraciones basales de insulina [22], se ha notado también en vacas ciclando y en respuesta a la suplementación con grasa durante el periodo posparto [34]. Las mayores tasas de preñez podrían tener relación con una mejor factibilidad embrionaria en las vacas suplementadas con grasas, ya que se ha evidenciado que el uso de jabones de calcio de ácidos grasos en vacas lecheras incita al crecimiento de blastocistos con una cantidad de células superior, tanto en el trofoectodermo como en su masa interna [35].

Estudios previos indican que las grasas protegidas de la degradación ruminal, suscitan un refuerzo en los niveles plasmáticos de lipoproteínas de alta densidad, lipoproteínas de baja densidad, colesterol y triglicéridos. El transporte de lipoproteínas se amplía de una manera muy notable debido a la suplementación de grasa en ruminantes a partir del intestino delgado con la ayuda del sustrato para la síntesis de progesterona mientras dura la fase lútea del ciclo estral [36], aportando de esta manera a una capacidad y calidad superior en el desarrollo del embrión [29]. La fertilidad del ganado puede beneficiarse debido a la presencia de ácidos grasos poliinsaturados (eicosapentaenoico y docosahexaenoico) anulando la síntesis de PGF₂-alfa, regularizando algunos genes involucrados en la biosíntesis de la hormona señalada [37].

Las ventajas del consumo de grasa en bovinos sobre las tasas de preñez se podrían explicar parcialmente en las pruebas anteriores si se toma en cuenta que las lipoproteínas de baja densidad y las lipoproteínas de alta densidad promueven in vitro la factibilidad de las células de la granulosa de folículos en las diferentes etapas de desarrollo, aumentando la proliferación de las células de la teca que provienen de los folículos preovulatorios y ayudan a la producción de IGF-I por la granulosa y células de la teca [38].

Después de realizar este estudio, se puede decir que la suplementación en el periodo de sequía de grasa protegida de la digestión ruminal y de grasa bovina en la dieta de bovinos para carne en condiciones de pastoreo, aumentó notablemente la producción de leche durante el primer tercio de la lactancia, la naturaleza corporal de las vacas disminuyendo su pérdida en el periodo posparto, el crecimiento de los terneros, los niveles séricos de los metabolitos de los lípidos y las tasas de preñez.



Por lo que, mediante un ensayo preliminar de campo apoyado en la revisión bibliográfica, se planteó determinar el efecto de la suplementación de grasas bypass como fuente principal de ácidos grasos poliinsaturados (linolénico y linoleico), sobre los cambios en el comportamiento reproductivo y productivo en vacas Holstein mestizas de la hacienda Pucate, del cantón Chambo provincia de Chimborazo.

2. Materiales y métodos

2.1. Animales, Localización, Manejo General y Alimentación de las Vacas

En la presente investigación se utilizaron 12 vacas Holstein mestizas de la Hacienda Pucate, ubicada en el Cantón Chambo, provincia de Chimborazo, a una altitud de 2652msnm; 14°C temperatura; 500 mm de precipitación anual y 67% de humedad relativa.

El experimento se llevó a cabo bajo un sistema de producción de pastoreo y suplemento alimenticio (balanceado), con pastos cultivados (*Rye Grass anual*, *Rye Grass perenne*, *neozelandes*, *llantén forrajero*), las hembras fueron seleccionadas al azar, del grupo de hembras que se encontraban en el primer tercio de lactancia, de acuerdo a la fecha probable de parto, peso y condición corporal. El manejo en la ganadería se llevó a cabo mediante ordeño mecánico en el cual se puede cuantificar la producción individual. Como biotecnología reproductiva se aplicó inseminación artificial. La producción de leche registrada previamente, oscilaba entre 15-30 litro/vaca/día.

2.2. Tratamientos y Diseño del Experimento

Las vacas fueron agrupadas en tres tratamientos versus un testigo, T0: 4kg de balanceado; T1:90 g grasa+ 4kg de balanceado; T2:180 g grasa+ 4kg de balanceado; T3:270 g de grasa+ 4kg de balanceado y suplementados con sal mineral. La grasa bypass utilizada fue obtenida a partir de ácidos grasos destilados de palma y combinada químicamente con calcio; el contenido de grasa 80% mín; Calcio 9,5 % máx; Humedad 8,0% máx. Saturados de cadena corta: C12:0 Láurico 0.0-8,0%; C14:0 Mirístico 0.0-3,5%. Saturados de cadena larga: C16: Palmítico 40-50 %; C18:0 Esteárico 2-8 %. Insaturado de cadena larga: C18:1 Oleico 30-40%; C18:2 Linoleico 12-20%; C18:3 Linolénico 0.0-0.8%; el suplemento se suministró durante el ordeño según la identificación de cada hembra durante 15 días.



Los días vacíos fueron estimados cuantificando los días transcurridos desde el parto hasta la determinación de preñez mediante ultrasonido; se realizó la cuantificación porcentual de preñez por cada tratamiento.

Se registró diariamente la producción total de leche en cada ordeño (madrugada y tarde).

2.3. Características de la grasa utilizada

La grasa comercial utilizada presenta las siguientes características, es obtenida a partir de ácidos grasos destilados de palma y combinada químicamente con calcio, de estructura sólida y granulada. Contenido de grasa 80% mín. Calcio 9,5 % máx. Humedad 8,0% máx. Composición de ácidos grasos: Saturados de cadena corta C12:0 Láurico 0.0-8,0%, C14:0 Mirístico 0.0-3,5%. Saturados de cadena larga C16: Palmítico 40-50 %, C18:0 Esteárico 2-8 %. Insaturado de cadena larga C18:1 Oleico 30-40%, C18:2 Linoleico 12-20%, C18:3 Linolénico 0.0-0.8%. Apariencia Gránulos amarillos-pardo solidos de fácil fluidez. Digestibilidad 95%, ENL 4,8 MKal/kg, EM 7.1 Mkal/kg.

Dentro de los beneficios se destacan: no interfiere ningún proceso de fermentación en el rumen. Altamente digerible (>90%). Basado en grasa de origen vegetal. Compensa los niveles de energía, requeridos por los rumiantes. Mejora los parámetros reproductivos. Incrementa el consumo de energía para una mayor producción de leche. Mejora la utilización de la energía al incrementar la relación glucogénico-lipogénico. La energía neta de lactancia (ENL) aportada por la grasa de sobrepaso es mucho mayor (5.9Mkal/kg) que al resto de los ingredientes energéticos. La grasa de sobrepaso ayuda a recuperar rápidamente la condición corporal de las vacas.

Es importante mencionar la dosificación en ganado de leche, el cual debe ser entre 1,0 a 4,0 % en raciones de vacas lecheras, según las necesidades de energía por su productividad (150 a 400 gr). Dentro de las ventajas se puede citar la densidad energética de una grasa que es superior a la de cualquier otro ingrediente, incluso llega a ser 2.25 veces mayor que la del maíz con (aproximadamente 5.500-6,500 Kcal energía digestible/kg) [39]. Son ácidos grasos del tipo de cadena larga muy similares a los encontrados en la leche de vaca y que han demostrado ser propios para el bienestar de los animales lactantes.

2.4. Análisis estadístico

Los requerimientos de las vacas fueron determinados en función de peso corporal de acuerdo a las tablas del *National Research Council*. El aporte estimado fue de Digestibilidad 95%; ENL 4,8 MKal/kg; EM 7.1 Mkal/kg.

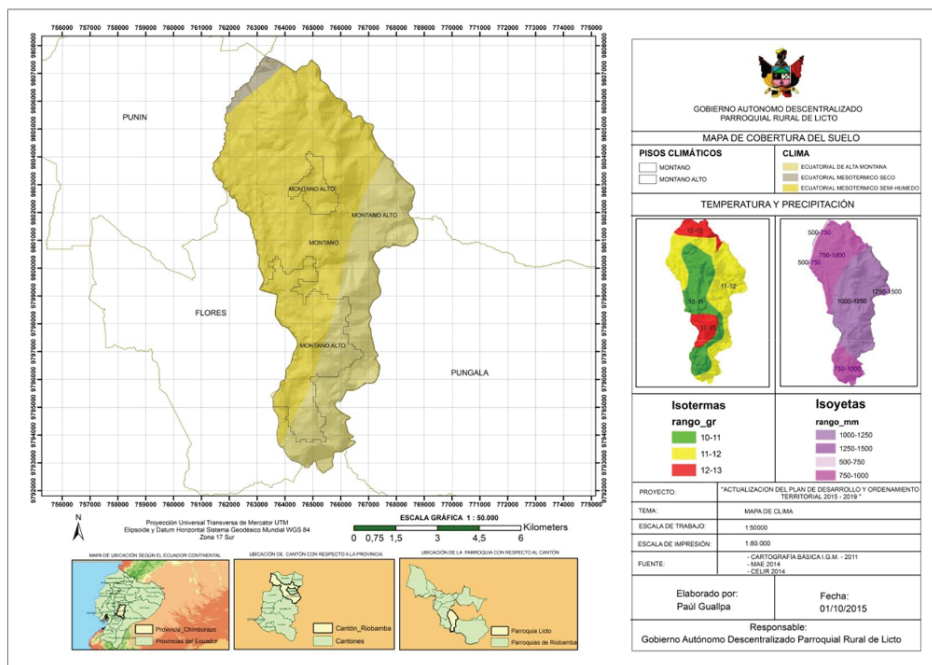


Figure 1

Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2014 – 2019, [40].

El trabajo experimental tuvo una duración de 60 días. Se realizó un ADEVA para comprobar la significancia entre los tratamientos, mediante el paquete estadístico IBM SPSS Statistics 25, con una comparación de medias mediante el estadístico Tukey; así como también se obtuvo medidas de tendencia central: Media; desviación estándar.

3. Resultados y discusión

La cantidad de grasa bypass o sobrepasante añadida según los tratamientos mencionados en el presente estudio, presentaron diferencias estadísticas significativas para la variable producción de leche donde se observó que el T3 incrementó la producción de leche con 24.17 litros promedio/día versus los otros tratamientos: T0 = 21.29; T1 = 21.67; T2 = 20.57. Así como también para condición corporal al servicio T0 = 2.75, T1 = 2.76, T2 = 2.79, T3 = 3, tal como se puede observar en la Tabla 1.



Según [33] quienes, al incorporar 475 g de grasas bypass a la dieta balanceada de hembras bovinas adultas, reportó una condición corporal de 2.99, valor superior a la presente investigación debido a la mayor cantidad suministrada en el estudio realizado, lo que concuerda con lo citado por [41] y [42] quienes con cantidades de grasa bypass que superan en 265g a los suministrados en el presente experimento, alcanzaron dichos resultados; esto permitiría indicar que podemos obtener mejores rendimientos referentes a esta variable, al incrementar una mayor cantidad de grasas bypass en la dieta hasta llegar a la condición corporal adecuada siendo esta de 3 a 3.5, la cual incide en la reproducción modificando la dimensión del folículo preovulatorio [43], aumentando la concentración de progesterona durante la fase lútea del ciclo estral, disminuyendo el intervalo a la primera ovulación posparto en bovinos de carne, modulando la síntesis de prostaglandina en el útero y mejorando la capacidad y calidad de desarrollo tanto del ovocito como del embrión [29].

Mientras que, para la producción de leche [44] ratificaron que al incluir grasas bypass en la dieta se observan mejores resultados en cuanto a condición corporal, así como también incremento en el rendimiento productivo de leche en un 14% sobre el tratamiento control, siendo estos entre 14 y 17 litros promedio vaca/día en raza Jersey, datos que son inferiores a los encontrados en el presente proyecto realizado en raza Holstein; por lo que la raza influye en los resultados obtenidos ya que la Jersey se destaca por la calidad de leche y la Holstein por su cantidad. [45] también corroboran incrementos en la producción de leche entre 1.5 a 2 lt/vaca/día en vacas Jersey.

Las diferentes investigaciones realizadas, basan su objetivo en el incremento de los parámetros tanto productivos como reproductivos, por lo que las demandas nutricionales van en paralelo; las grasas bypass usadas como suplemento de lípidos en la dieta [46], afecta directa y positivamente en los parámetros de ganado bovino tanto para carne como leche [47] incrementando su fertilidad [48], [47].

Se ha contemplado que los lípidos de la dieta intervienen como agentes que distribuyen los nutrientes, consiguiendo el cambio de uso de energía de un proceso metabólico a otro y desarrollando el potencial de las vacas para almacenar grasa corporal y ganar o mantener su condición corporal [49]. La adición de sebo de bovino [50] o de grasas protegidas de la digestión ruminal [51] a la dieta de vacas lecheras beneficia la producción de leche.

En cuanto a las vacas posparto, la reanudación de los ciclos ováricos fértiles después del parto es de vital importancia para que las vacas vuelvan a concebir y parir anualmente. El crecimiento folicular ovárico y la ovulación durante el posparto dependen del restablecimiento de los patrones normales de secreción de gonadotropinas [52]. La secreción de LH es baja inmediatamente después del parto en las vacas de carne



y un aumento progresivo de la frecuencia y amplitud del pulso de LH conduce a la primera ovulación posparto [53]; [54]. La succión retrasa el retorno de la secreción de LH necesaria para la ovulación [55]; [56]. La succión no influye en la respuesta de la LH a la GnRH exógena, lo que indica que la supresión de la LH inducida por la succión actúa en el cerebro [46]. La eliminación del estímulo de lactancia mediante el destete temprano puede utilizarse para inducir la reanudación de la actividad ovárica cíclica en vacas de carne en el posparto [56].

Se han realizado varios estudios sobre la relación de la puntuación de la condición corporal y la nutrición con la reproducción posparto en bovinos de leche. Por lo que se consideró la importancia de la nutrición al parto como factor vinculado a la reanudación oportuna de las ovulaciones fértiles posparto [46]. Las vacas con CC de moderada a buena al parir pueden sufrir una disminución en CC en la lactancia posparto, pero tienen una tasa de reconcepción más alta que las vacas con CC pobre al parir. De hecho, se informó que las vacas con pobre CC al momento del parto perdían menos condición corporal después del parto, pero aún tenían menor fertilidad. Las vacas con un CC relativamente bueno al parir tienden a destetar terneros más pesados y sanos y esto tiene importantes implicaciones para las vaconas destinadas a convertirse en reproductoras. La CC de las vacas proporciona un buen índice de grasa subcutánea, que es una fuente importante de energía fácilmente disponible en las vacas posparto [57].

Es así que en vacas investigadas en la provincia del Carchi zona norte del Ecuador ubicada a 2990 - 3450 msnm, altura mayor a la de la presente investigación, los niveles productivos de los rebaños alcanzaron una producción de 15-18 litros/vaca/día, producción que se genera no solamente con una alimentación a base de pastos, sino que se cubre con suplemento, ya sea balanceado en el que se incluye grasas bypass y en estas condiciones se presenta el balance energético negativo [58], que se manifiesta en la CCP y que incide sobre el RAO. Se llega a la conclusión que el RAO fue temprano, la ovulación, el FD y la actividad luteal suceden en un lapso de tiempo menor en las vacas con CCP ≥ 3.5 , las concentraciones de P4 son superiores y el CL tiene mayor volumen. La CCP influyó notablemente en las vacas, lo cual les permitió tener el RAO tardío.

La adición de grasa sobrepasante en el alimento balanceado incorpora la mayor cantidad de AGPI en la dieta, lo cual produce no sólo una contribución energética, sino también, efectos no energéticos que son beneficiosos y que se relacionan con la influencia que tienen los AG en el metabolismo, el resultado hormonal e inmunológico [22]. La disminución del balance energético negativo (BEN) se da gracias a los lípidos, los mismos que aportan la mayor cantidad de energía durante el periodo posparto



temprano, así como también una mayor producción de la hormona folículo estimulante (FSH) y de la hormona luteinizante (LH) por la hipófisis, lo que genera un mayor desarrollo y crecimiento folicular dando beneficios a la ovulación [59].

En cambio, los resultados no energéticos se encuentran ligados al tipo de AG presentes en la grasa utilizada en la dieta, con la adición de los niveles de colesterol HDL, que influyen directamente a nivel ovárico y uterino e incrementa los niveles de P₄ y la modulación en la producción de prostaglandinas principalmente PGF₂, sobre los factores de crecimiento y las hormonas involucrados con la actividad productiva y reproductiva (insulina, factor de crecimiento insulínico tipo 1, entre otros). Se puede observar gran parte de estos efectos no energéticos cuando se utilizan AGPI, que benefician el sistema inmune y reproductivo, propiciando que inicie temprano la actividad ovárica postparto, así como también la fertilidad [60]; [29] mencionaron que la reproducción bovina se encuentra influenciada por el tipo de lípidos que ha consumido el animal, más no por la grasa total de la dieta, es por ello que algunos AG insaturados pasan completos por el rumen y son absorbidos en el intestino delgado, de tal manera que mejora la eficiencia reproductiva [9]. Los mecanismos potenciales pueden incluir su efecto sobre el desarrollo folicular, producción de P₄, supresión de las señales luteolíticas para el reconocimiento materno de la preñez y calidad del ovocito y del embrión [61].

Table 1

Efecto productivo y reproductivo de las grasas bypass en Vacas Holstein mestizas.

VARIABLES	T0		T1		T2		T3	
Producción de leche (kg)	21.29±5.21	b	21.67±4.62	b	20.57±2.94	b	24.17±3.57	A
1er celo, días	20±0.70	a	23±2.65	b	20±0.58	a	20±1.00	A
2do celo, días	45	a	45	a	45	a	45	A
Condición corporal al servicio	2.75	a	2.76	a	2.79	a	3	B
Condición corporal al parto	3.6	a	3.75	a	3.75	a	3.6	A

En cuanto a la condición corporal al servicio (CCS), no se observaron diferencias estadísticas entre las medias para los tratamientos estudiados, pudiendo indicar que la CCS del T3 se encuentra dentro de los rangos adecuados (de 3 a 4); así como también la condición corporal al parto (CCP) no presentó diferencias estadísticas, siendo los observados entre 3.6 y 3.75, relacionado con la aparición del primer celo entre los 20 y 23 días; el segundo celo para todos los tratamientos y testigo no presentó diferencias significativas, Tabla 1.

La condición corporal (CC), es uno de los cuantificadores que más se utilizan para evaluar el estado nutricional del ganado bovino, la cual establece una evaluación subjetiva (observacional y al tacto) de la grasa subcutánea que el animal posee; cobrando



mayor importancia al momento del parto, ya que esto determinará el período de anestro del animal, por lo tanto el intervalo entre partos [62]; [63]. La evaluación de la CC en bovinos se lleva a cabo a través de la asignación de un índice en una escala de 1-5, donde 1 es un animal flaco y 5 es una animal obeso, con el objeto de evaluar las reservas de grasa corporal mediante la observación y palpación de columna vertebral, costillas, huesos de la cadera e inserción de la cola [64]. Durante la fase de transición, la condición corporal que presenta el animal, siendo un aspecto a tener en cuenta, para la aparición de cetosis. Por lo que es importante conocer cuando la condición corporal es la adecuada (próxima a 3,5 puntos) y tomar en consideración el manejo apropiado de las raciones, para evitar que ocurra un desequilibrio fisiológico; a su vez determinar si la condición corporal es menor de lo deseado (< 3 puntos), en este caso las vacas no son capaces de recurrir a sus propias reservas y obtener la energía necesaria, favoreciendo la aparición de un Balance Energético Negativo (BEN) e incrementando el riesgo de la aparición de cetosis. O que ocurra todo lo contrario, estarían los animales con una condición corporal mayor (>4 puntos), siendo animales igualmente con problemas reproductivos y retraso en su preñez, con un tiempo demasiado amplio en lactación, con menos rendimiento productivos e ingiriendo más alimento, por lo que se estaría ante animales con una elevada movilización de ácidos grasos no esterificados [65].

Dentro de los indicadores Reproductivos, menciona que para conseguir un mejor aprovechamiento genético y productivo de los semovientes es preciso que las vacas se queden preñadas dentro de los tres primeros meses después del parto para que tengan un ternero por año, justificando la aplicación de técnicas de manejo reproductivo para reducir el intervalo entre partos e incrementar los ingresos vaca/año [66]. Una buena eficiencia reproductiva implica lograr el mayor número de animales preñados en el menor tiempo posible, tomando en cuenta el eje nutrición y alimentación.

El incremento en la producción de leche en los últimos años ha estimulado a la realización de cambios tanto fisiológicos como de manejo en las ganaderías lecheras; lo que han llevado a una reducción en la fertilidad del rodeo en general, lo que provoca que la eficiencia reproductiva sea cada vez más baja [65]. Los índices reproductivos mencionados pueden verse afectados debido al tiempo de duración del anestro, por lo tanto, la eficiencia reproductiva de un hato.

Es así que en vacas investigadas en la provincia del Carchi zona norte del Ecuador ubicada a 2990 - 3450 msnm, altura mayor a la de la presente investigación, donde se reportó que la actividad ovárica posparto con una CCP ≥ 3.5 el folículo dominante apareció en promedio a los 15.35 días relacionado a la aparición del folículo dominante a los 15.35 días las primeras ovulaciones y la actividad luteal a los 23.94 y 29.64 días [6]; se considera que (CC $\leq 3,0$) es deficitario [67], debido a que la condición



corporal es importante para obtener un adecuado porcentaje de preñez, por lo que la CC no debe estar por debajo de 2.0 al momento del servicio, siendo imprescindible una alimentación abundante rica en energía durante el periodo seco, para corregir la condición corporal que puede producir problemas en el parto y fuerte estrés a nivel de ubre [68].

En las vacas con $CCP \geq 3.5$ el mayor diámetro del folículo dominante fue 11.42 mm clasificándolo como III, es decir tamaño adecuado, por lo que a mayor CCP, el tiempo de la actividad ovárica fue menor (indicadores expresados en días). A mayor CCP, diámetro superior del FD, como consecuencia, mayor secreción de E_2 , animales que presentan mayor CCP tienen más secreción de P_4 ; por lo tanto, mayor fertilidad posparto. La CCP inferior a 3.5 puntos, se consideró como un factor de riesgo para que las vacas tengan un reinicio de la actividad ovárica (RAO) tardía, los animales con $CCP < 3.5$ puntos, tienen 10.50 veces más posibilidades de tener un RAO tardío que aquellos que tienen $CCP \geq 3.5$ puntos [6].

En Argentina las vacas mestizas que parieron con $CC > 2.5$ puntos tuvieron mayor porcentaje de estas con CL, mayor cantidad de FD clase tres, ≥ 10 mm de diámetro, y concentraciones séricas sostenidas de P_4 superiores a 0.5 ng/mL a partir de los 30 DPP. Los animales con CC al parto ≤ 2.5 se retrasaron al RAO [69].

En el estudio que se llevó a cabo se pudo demostrar que la condición corporal se relaciona de manera recíproca con la actividad ovárica posparto, confirmando los conseguidos por [70], hallaron una correlación ($p=0.0183$) entre la CCP y la sumatoria de los FD clase tres en los dos ovarios. Los estudios de asociación deben ser incorporados al trabajo diario porque ofrecen el impacto del factor de exposición a determinado factor de riesgo [71], ya que en esta investigación se comprobó que la CCP constituye un factor de riesgo significativo para el RAO tardío. La CCP y BEN posparto pueden afectar el RAO y la fisiología del eje hipotálamo-hipófisis-ovario. Por lo tanto, disminuyen la cantidad de folículos en cada onda folicular, la frecuencia de liberación de pulsos de LH, el desarrollo del FD. Como consecuencia de lo mencionado se retarda la ovulación posparto y disminuye la actividad del CL, especialmente la producción de P_4 [72].

Varios estudios han identificado relaciones entre la Balance energético (EB) calculada y los rasgos de fertilidad. En uno de los primeros estudios (en el que participaron 13 vacas lecheras), concluyeron que la EB durante los primeros 20 días de lactancia es importante para determinar el inicio de la actividad lútea (SLA). De manera similar, en un estudio que involucró a 134 vacas lecheras, identificaron una relación entre el grado de déficit de energía en la lactancia temprana y el retraso en el primer celo observado. Las vacas con una EB más pequeña y una recuperación más rápida a la EB positiva tuvieron menos días abiertos y un intervalo de parto más corto. Utilizando un gran



conjunto de datos de casi 1,000 vacas, en donde se observó correlaciones genéticas entre el primer estro y varios rasgos de EB calculados.

4. Conclusiones

El uso de grasas by pass (grasas pasantes) en la dieta de bovinos de leche, incrementó los rendimientos productivos entre un 12 a 14% de litros de leche, rango que depende de la cantidad suministrada, obedeciendo a la productividad de cada hembra.

La condición corporal, mejoró con el uso del suplemento, lo que se verá reflejado en beneficio de las reservas energéticas del animal con impacto sobre el desarrollo de las poblaciones foliculares, la actividad ovárica a nivel del crecimiento y el número de cuerpos lúteos (CL).

Por lo que el uso de grasas by pass, es recomendado a nivel de explotaciones intensivas de ganado lechero, ya que es común su utilización para cubrir las demandas nutricionales asociadas al balance energético negativo (BEN), disminuyendo su pérdida en el periodo posparto y las tasas de preñez.

Se puede recomendar, ampliar el tiempo de estudio según las experiencias de otros investigadores a por lo menos 120 días con los mismos tratamientos, y verificar si existe relación con los sólidos grasos y perfil de ácidos grasos.

5. Agradecimientos

Los autores agradecen al Proyecto de Investigación denominado “Grasas By Pass: Una alternativa para la nutrición y alimentación de ganado lechero”; así como también a la Hacienda Pucate especialmente a la Ing. Alicia Quinzo por la apertura para realizar la presente investigación.

Cabe destacar que no se realizó la extracción de ninguna muestra biológica para obtener los datos del presente estudio.

References

- [1] Miglior F, Muir BL, Van Doormaal BJ. Selection indices in Holstein cattle of various countries. *Journal of dairy science*. 2005;88(3):1255-63.
- [2] McCoy MA, Lennox SD, Mayne CS, McCaughey WJ, Edgar HWJ, Catney DC, et al. Milk progesterone profiles and their relationship with fertility, production and disease in dairy cows in Northern Ireland. *Animal Science*. 2006;82(2):213-22.



- [3] Ingvarsen KL, Andersen JB. Integration of metabolism and intake regulation: a review focusing on periparturient animals. *Journal of dairy science*. 2000;83(7):1573-97.
- [4] Bastin C, Loker S, Gengler N, Sewalem A, Miglior F. Genetic Correlations among Body Condition Score and Fertility in First-Parity Canadian Cows. *Open Industry Session 2009*. 2009.
- [5] Huertas Vargas E. Balance energético negativo. 2019.
- [6] Balarezo-Urresta L, García-Díaz JR, Noval-Artiles E. Condición corporal y reinicio de la actividad ovárica posparto en vacas Holstein en Ecuador. *Revista MVZ Córdoba*. 2020;25(3):e1859-e.
- [7] Leroy J, Opsomer G, Van Soom A, Goovaerts IGF, Bols PEJ. Reduced fertility in High-yielding dairy cows: Are the oocyte and embryo in danger? Part I the importance of negative energy balance and altered corpus luteum function to the reduction of oocyte and embryo quality in High-yielding dairy cows. *Reproduction in domestic animals*. 2008;43(5):612-22.
- [8] Hernandez Gutierrez JP. Relación entre nutrición y fertilidad en vacas de alta producción lechera. 2018.
- [9] Quintero MD, Olivera M, Noguera RR. Metabolismo energético en vacas durante la lactancia temprana y el efecto de la suplementación con grasa protegida. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 2011;24(1):74-82.
- [10] Sprecher H. Long chain fatty acid metabolism. *Polyunsaturated fatty acids in human nutrition*. 1992;28:13-24.
- [11] Herrera MC, y León SV, Tolentino RG, Fernández BG, González GD. Los ácidos grasos omega-3 y omega-6: nutrición, bioquímica y salud. *Revista de educación bioquímica*. 2006;25(3):72-9.
- [12] Hobson PN, Stewart CS. Lipid metabolism in the rumen. *The Rumen Microbial Ecosystem* (Ed PN Hobson and CS Stewart) Blackie Academic and Professional Press London. 1997:382-419.
- [13] Prieto-Manrique E, Mahecha-Ledesma L, Angulo-Arizala J, Vargas-Sánchez JE. Efecto de la suplementación lipídica sobre ácidos grasos en leche de vaca, énfasis en ácido ruménico. *Agromonía mesoamericana*. 2016;27(2):421-37.
- [14] Chow TT, Fievez V, Moloney AP, Raes K, Demeyer D, De Smet S. Effect of fish oil on in vitro rumen lipolysis, apparent biohydrogenation of linoleic and linolenic acid and accumulation of biohydrogenation intermediates. *Animal Feed Science and Technology*. 2004;117(1-2):1-12.



- [15] Dhiman TR, Satter LD, Pariza MW, Galli MP, Albright K, Tolosa MX. Conjugated linoleic acid (CLA) content of milk from cows offered diets rich in linoleic and linolenic acid. *Journal of Dairy Science*. 2000;83(5):1016-27.
- [16] AbuGhazaleh AA, Jenkins TC. Disappearance of docosaehaenoic and eicosapentaenoic acids from cultures of mixed ruminal microorganisms. *Journal of Dairy Science*. 2004;87(3):645-51.
- [17] Shen X, Dannenberger D, Nuernberg K, Nuernberg G, Zhao R. Trans-18: 1 and CLA isomers in rumen and duodenal digesta of bulls fed $n-3$ and $n-6$ PUFA-based diets. *Lipids*. 2011;46(9):831-41.
- [18] Zened A, Enjalbert F, Nicot M-C, Troegeler-Meynadier A. Starch plus sunflower oil addition to the diet of dry dairy cows results in a trans-11 to trans-10 shift of biohydrogenation. *Journal of dairy science*. 2013;96(1):451-9.
- [19] Castillo J, Olivera M, Carulla J. Descripción del mecanismo bioquímico de la biohidrogenación en el rumen de ácidos grasos poliinsaturados: una revisión. 2013.
- [20] Morales JT, Cavestany D. Anestro posparto en vacas lecheras: tratamientos hormonales. *Veterinaria (Montevideo)(SMVU)*. 2012;48(188):3-11.
- [21] Silva AM, Stangaferro ML, Barberis F, Taboada AF, Cattaneo L, Ortega HH. Factores asociados a la reanudación de la ciclicidad ovárica posparto en vacas lecheras y de carne. Resumption of ovarian cyclicity in post-partum beef and dairy cows. *FAVE revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias-Sección Ciencias Veterinarias*. 2011;10(1):33-48.
- [22] Espinoza-Villavicencio JL, Ortega-Pérez R, Palacios-Espinosa A, Guillén-Trujillo A. Efecto de la suplementación de grasas sobre características productivas, tasas de preñez y algunos metabolitos de los lípidos en vacas para carne en pastoreo. *Archivos de medicina veterinaria*. 2010;42(1):25-32.
- [23] Perez RO, Villavicencio JLE, Espinosa AP, Lopez MOA, Mechetnov EP. Los ácidos grasos de la dieta afectan la fisiología reproductiva en la hembra bovina: Una revisión. 2017.
- [24] Domínguez C, Ruiz AZ, Pérez R, Martínez N, Pinto L, Díaz T. Efecto de la Adición de Ácidos Grasos Poliinsaturados sobre el Comportamiento Reproductivo y Productivo en Vacas Mestizas Carora en Los Llanos Centrales de Venezuela. *Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias*. 2017;58(2):53-67.
- [25] Arana DG, Velásquez LFU. Estrategias para mejorar la condición corporal postparto en vacas de carne. *Biosalud*. 2012;11(1):71-90.
- [26] Herrera J, Tinoco JC, Orozco KE. Suplementación Grasa y su efecto sobre la Reproducción de Rumiantes. *Conferencias Magistrales*. 2012:17.



- [27] Salas-Razo G, Herrera-Camacho J, Gutiérrez-Vázquez E, Ku-Vera JC, Aké-López JR. Reinicio de la actividad ovárica posparto y concentración plasmática de metabolitos lípidos y progesterona en vacas suplementadas con grasa de sobrepaso. *Tropical and subtropical agroecosystems*. 2011;14(2):385-92.
- [28] Tyagi N, Thakur SS, Shelke SK. Effect of bypass fat supplementation on productive and reproductive performance in crossbred cows. *Tropical animal health and production*. 2010;42(8):1749-55.
- [29] Santos JEP, Bilby TR, Thatcher WW, Staples CR, Silvestre FT. Long chain fatty acids of diet as factors influencing reproduction in cattle. *Reproduction in Domestic Animals*. 2008;43:23-30.
- [30] Hernández R, Díaz T. Las grasas sobrepasantes y su efecto sobre la actividad productiva y reproductiva en rumiantes. *Innovación & Tecnología en la Ganadería Doble Propósito*. Maracaibo, Venezuela, Astro Data SA 333-343pp.(en línea). Consultado 11 agosto 2014. 2011.
- [31] Staples CR, Burke JM, Thatcher WW. Influence of supplemental fats on reproductive tissue2s and performance of lactating cows. *Journal of dairy science*. 1998;81(3):856-71.
- [32] Salvador A, Hernandez R, Díaz T, Betancourt R. Respuesta productiva y reproductiva al uso de la grasa sobrepasante con altos niveles de ácidos grasos poli-insaturados en rumiantes. *Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela*. 2011.
- [33] Moscoso-Piedra A, Cabrera-Córdova B, Maldonado-Cornejo M, Herrera-Herrera R. Efecto de tres niveles de la inclusión de grasa de sobrepaso sobre la ciclicidad ovárica de hatos lecheros en los Andes Ecuatorianos. *Abanico veterinario*. 2019;9(1):1-12.
- [34] Lopreiato V, Mezzetti M, Cattaneo L, Ferronato G, Minuti A, Trevisi E. Role of nutraceuticals during the transition period of dairy cows: a review. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2020;11(1):1-18.
- [35] Fouladi-Nashta AA, Gutierrez CG, Gong JG, Garnsworthy PC, Webb R. Impact of dietary fatty acids on oocyte quality and development in lactating dairy cows. *Biology of reproduction*. 2007;77(1):9-17.
- [36] Hawkins DE, Niswender KD, Oss GM, Moeller CL, Odde KG, Sawyer HR, et al. An increase in serum lipids increases luteal lipid content and alters the disappearance rate of progesterone in cows. *Journal of Animal Science*. 1995;73(2):541-5.
- [37] Coyne GS, Kenny DA, Childs S, Sreenan JM, Waters SM. Dietary n-3 polyunsaturated fatty acids alter the expression of genes involved in prostaglandin biosynthesis in



- the bovine uterus. *Theriogenology*. 2008;70(5):772-82.
- [38] Williams GL, Stanko RL, editors. *Dietary fats as reproductive nutraceuticals in beef cattle* 1999.
- [39] Wilson. *GRASA TOCO BP EXCELENTE FUENTE DE ENERGÍA PARA RUMIANTES, EN BUSCA DE MEJORAR EL RENDIMIENTO, FERTILIDAD Y SALUD*. . Ficha Técnica. 1992.
- [40] Chambo P. *Actualización de plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Chambo*. Chambo. Recuperado el; 2014.
- [41] Roche JR, Friggens NC, Kay JK, Fisher MW, Stafford KJ, Berry DP. Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. *Journal of dairy science*. 2009;92(12):5769-801.
- [42] Rodney RM, Celi P, Scott W, Breinhild K, Lean IJ. Effects of dietary fat on fertility of dairy cattle: A meta-analysis and meta-regression. *Journal of Dairy Science*. 2015;98(8):5601-20.
- [43] Zachut M, Arieli A, Lehrer H, Argov N, Moallem U. Dietary unsaturated fatty acids influence preovulatory follicle characteristics in dairy cows. *Reproduction*. 2008;135(5):683-92.
- [44] Duarte J, Ramírez G, Castañeda R. Grasa sobrepasante: Aplicaciones y su proceso de obtención para la alimentación de rumiantes en el trópico. *Revista Colombiana de Ciencia Animal-RECIA*. 2016;8(2):228-42.
- [45] Alvarez Bucardo JR, Bucardo Soza OA. Efectos de la suplementación con grasa sobrepasante en la producción y composición de la leche de vacas Jersey, finca "San Ramón", municipio de San Ramón-Matagalpa, segundo semestre 2017. 2018.
- [46] Hess BW, Lake SL, Scholljegerdes EJ, Weston TR, Nayigihugu V, Molle JDC, et al. Nutritional controls of beef cow reproduction. *Journal of Animal Science*. 2005;83(suppl_13):E90-E106.
- [47] Funston RN. Fat supplementation and reproduction in beef females. *Journal of Animal Science*. 2004;82(suppl_13):E154-E61.
- [48] Espinoza JL, Ramirez-Godinez JA, Jimenez JA, Flores A. Effects of calcium soaps of fatty acids on postpartum reproductive activity in beef cows and growth of calves. *Journal of Animal science*. 1995;73(10):2888-92.
- [49] Bottger JD, Hess BW, Alexander BM, Hixon DL, Woodard LF, Funston RN, et al. Effects of supplementation with high linoleic or oleic cracked safflower seeds on postpartum reproduction and calf performance of primiparous beef heifers. *Journal of animal science*. 2002;80(8):2023-30.



- [50] Bobe G, Lindberg GL, Reutzel LF, Hanigan MD. Effects of lipid supplementation on the yield and composition of milk from cows with different β -lactoglobulin phenotypes. *Journal of dairy science*. 2009;92(1):197-203.
- [51] Moallem U, Folman Y, Sklan D. Effects of somatotropin and dietary calcium soaps of fatty acids in early lactation on milk production, dry matter intake, and energy balance of high-yielding dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2000;83(9):2085-94.
- [52] Michael JD, Baruselli PS, Campanile G. Influence of nutrition, body condition, and metabolic status on reproduction in female beef cattle: A review. *Theriogenology*. 2019;125:277-84.
- [53] Lamming GE, Wathes DC, Peters AR. Endocrine patterns of the post-partum cow. *Journal of reproduction and fertility Supplement*. 1981;30:155-70.
- [54] Yavas Y, Walton JS. Postpartum acyclicity in suckled beef cows: a review. *Theriogenology*. 2000;54(1):25-55.
- [55] Hinshelwood MM, Dierschke DJ, Hauser ER. Effect of suckling on the hypothalamic-pituitary axis in postpartum beef cows, independent of ovarian secretions. *Biology of reproduction*. 1985;32(2):290-300.
- [56] Martins P, Arthington JD, Cooke RF, Lamb CG, Araujo DB, Torres CAA, et al. Evaluation of beef cow and calf separation systems to improve reproductive performance of first-calf cows. *Livestock Science*. 2012;150(1-3):74-9.
- [57] Ayres H, Ferreira RM, de Souza Torres-Júnior JR, Demétrio CGB, de Lima CG, Baruselli PS. Validation of body condition score as a predictor of subcutaneous fat in Nelore (*Bos indicus*) cows. *Livestock Science*. 2009;123(2-3):175-9.
- [58] Civiero M, Cabezas-García EH, Ribeiro-Filho HMN, Gordon AW, Ferris CP. Relationships between energy balance during early lactation and cow performance, blood metabolites, and fertility: A meta-analysis of individual cow data. *Journal of Dairy Science*. 2021.
- [59] Díaz T, Betancourt R, Hernández R, Gallo J. El efecto de las grasas omega 3 y omega 6 sobre la reproducción de vacas de primera lactancia pastoreando en los llanos venezolanos. *Memorias III Simposium Sobre Recursos y Tecnologías Alimentarias Apropriadas para la Producción Bovina a Pastoreo en Condiciones Tropicales Pasteurizadora Táchira CA (PASTCA) San Cristóbal*. 2009:1-28.
- [60] Thatcher WW, Santos JEP, Silvestre FT, Kim IH, Staples CR. Perspective on physiological/endocrine and nutritional factors influencing fertility in postpartum dairy cows. *Reproduction in Domestic Animals*. 2010;45:2-14.



- [61] Duque M, Rosero R, Gallo J, Olivera M. Efecto de la suplementación con grasas protegidas sobre parámetros productivos y reproductivos en vacas lactantes. *Revista MVZ Córdoba*. 2013;18(3):3812-21.
- [62] Salzano A, Neglia G, D'Onofrio N, Balestrieri ML, Limone A, Cotticelli A, et al. Green feed increases antioxidant and antineoplastic activity of buffalo milk: A globally significant livestock. *Food Chemistry*. 2021;344:128669.
- [63] Naranjo Chacón F. Tasa de gestación de embriones bovinos criopreservados producidos mediante ovulación múltiple usando diferentes dosis de FSH y eCG. 2019.
- [64] Ninabanda JJ. Impacto del balance energético negativo en vacas lecheras tratadas con somatotropina recombinante bovina. *Revista veterinaria*. 2018;29(1):68-72.
- [65] David Martínez DM. Respuesta de la grasa sobrepasante sobre lípidos lácteos y eficiencia reproductiva en vacas lecheras en trópico alto. *Maestría Ciencias Agrarias*.
- [66] Truman CM. Automated Body Condition Scoring: Progression Across Lactation and Its Association with Disease and Reproduction in Dairy Cattle. 2019.
- [67] Guerra MC, Vargas JLJLP, Manrique-Abril DA. REACTIVACIÓN OVÁRICA POSPARTO Y FAVORECIMIENTO DE CONDICIÓN CORPORAL USANDO DOS PROTOCOLOS HORMONALES EN VACAS HOLSTEIN. *REVISTA SALUD, HISTORIA Y SANIDAD*. 2019;14(1):1-5.
- [68] Castro Alvarez DJ. Efecto de la condición corporal sobre la producción y reproducción en vacas Holstein. 2017.
- [69] Domínguez C, Ruiz AZ, Pérez R, Martínez N, Drescher K, Pinto L, et al. Efecto de la condición corporal al parto y del nivel de alimentación sobre la involución uterina, actividad ovárica, preñez y la expresión hipotalámica y ovárica de los receptores de leptina en vacas doble propósito. *Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias*. 2008;49(1):023-6.
- [70] Drescher K, Roa N, D'Endel D, Avellaneda JF. Evaluación ultrasonográfica postparto de vacas primíparas bos taurus x bos indicus (f1) en el trópico. *Revista Científica*. 2014;24(4):295-304.
- [71] García-Díaz JR, Munyori-Nderitu H, Cuesta-Mazorra M, Quiñones-Ramos R, Figueredo-Ross JM, Artiles EN, et al. Therapeutic efficacy and pharmacological safety of parenteral supplementation of different concentrations of copper in cows. *Archives Animal Breeding*. 2012;55(1):25-35.
- [72] Santos JEP, Rutigliano HM, Sá Filho MF. Risk factors for resumption of postpartum estrous cycles and embryonic survival in lactating dairy cows. *Animal reproduction science*. 2009;110(3-4):207-21.