



## Efecto de diferentes niveles de grasa by pass en la alimentación de vacas en el primer tercio de lactancia

*Effect of different levels of by-pass fat on feeding cows in the first third of lactation*

*Efeito de diferentes níveis de gordura de bypass na alimentação de vacas no primeiro terço da lactação*

Pablo Rigoberto Andino-Nájera<sup>I</sup>  
[pablor.andino@esPOCH.edu.ec](mailto:pablor.andino@esPOCH.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-0515-5330>

Sandra Elizabeth López-Sampedro<sup>II</sup>  
[salopez@esPOCH.edu.ec](mailto:salopez@esPOCH.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0003-0209-2087>

Santiago Fahureguy Jiménez-Yáñez<sup>III</sup>  
[sjimenez@esPOCH.edu.ec](mailto:sjimenez@esPOCH.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0001-9944-8785>

Luis Condo-Plaza<sup>IV</sup>  
[lac\\_plaza@yahoo.com](mailto:lac_plaza@yahoo.com)  
<https://orcid.org/0000-0001-9625-9620>

**Correspondencia:** [pablor.andino@esPOCH.edu.ec](mailto:pablor.andino@esPOCH.edu.ec)

Ciencias Naturales  
Artículos de investigación

\***Recibido:** 16 de julio de 2021 \***Aceptado:** 17 de agosto de 2021 \* **Publicado:** 13 de septiembre de 2021

- I. Magíster en Producción Animal, Ingeniero Zootecnista, Docente Titular Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Matriz Riobamba, Ecuador.
- II. Magíster en Farmacia Clínica, Bioquímica Farmacéutica, Docente Ocasional, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Sede Morona Santiago, Macas, Ecuador.
- III. Magíster en Agricultura Sostenible, Ingeniero Zootecnista, Docente Titular Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Matriz Riobamba, Ecuador.
- IV. PhD en Ciencia Animal. Ingeniero Zootecnista, Docente, Facultad de Ciencias Socioambientales de la Universidad Regional Amazónica IKIAM.

## Resumen

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la aplicación de diferentes niveles de grasa By Pass en la alimentación de vacas en el primer tercio de lactancia, el estudio se desarrolló en la ganadería Pucate en el cantón Chambo provincia de Chimborazo ubicada a una altura de 2870 m. s. n. m. con una temperatura promedio de 31 °C, en un total de 12 vacas distribuidas en 4 tratamientos (0, 90, 180 y 270 g) con 3 repeticiones cada una, las muestras se recopilaron a los 0, 7, 14 y 21 días, los resultados se analizaron bajo el modelo ( $Y_{ij} = \mu + \tau_{-i} + \epsilon_{-ij}$ ). Determinándose que a los 0, 7 y 14 días el contenido de grasa fue  $0,76 \pm 0,21$ ,  $1,11 \pm 0,42$ ,  $1,45 \pm 0,43$  y  $1,02 \pm 0,309$ , el contenido de sólidos no grasos fue  $8,61 \pm 0,15$ ,  $8,49 \pm 0,23$ ,  $8,68 \pm 0,18$  y  $8,73 \pm 0,141$ , la densidad  $1,033 \pm 0,001$ ,  $1,032 \pm 0,001$ ,  $1,033 \pm 0,001$  y  $1,033 \pm 0,001$  el punto de congelación  $-0,58 \pm 0,01$ ,  $-0,57 \pm 0,02$ ,  $-0,58 \pm 0,01$  y  $-0,59 \pm 0,01$  y el contenido de proteína fueron  $3,22 \pm 0,05$ ,  $3,18 \pm 0,08$ ,  $3,24 \pm 0,07$  y  $3,25 \pm 0,050$ , concluyéndose que no existió diferencias significativas entre los tratamientos, únicamente se observó menor proporción de grasa en las vacas que consumieron 270 g de grasa By Pass a los 14 días.

**Palabras clave:** Lactancia; grasa; vacas; crioscopia; densidad de la leche.

## Abstract

The objective of this research was to evaluate the effect of the application of different levels of By Pass fat in the feeding of cows in the first third of lactation, the study was developed in the Pucate livestock in the Chambo canton of Chimborazo located at a height of 2870 m. s. n. m. with an average temperature of 31 °C, in a total of 12 cows distributed in 4 treatments (0, 90, 180 and 270 g) with 3 repetitions each one, the samples were collected at 0, 7, 14 and 21 days, the results were analyzed under the model ( $Y_{ij} = \mu + \tau_{-i} + \epsilon_{-ij}$ ). Determining that at 0, 7 and 14 days the fat content was  $0.76 \pm 0.21$ ,  $1.11 \pm 0.42$ ,  $1.45 \pm 0.43$  and  $1.02 \pm 0.309$ , the content of solids was not fat was  $8.61 \pm 0.15$ ,  $8.49 \pm 0.23$ ,  $8.68 \pm 0.18$  and  $8.73 \pm 0.141$ , the density  $1.033 \pm 0.001$ ,  $1.032 \pm 0.001$ ,  $1.033 \pm 0.001$  and  $1.033 \pm 0.001$  the freezing point  $-0.58 \pm 0.01$ ,  $-0.57 \pm 0.02$ ,  $-0.58 \pm 0.01$  and  $-0.59 \pm 0.01$  and the protein content were  $3.22 \pm 0.05$ ,  $3.18 \pm 0.08$ ,  $3.24 \pm 0.07$  and  $3.25 \pm 0.050$ , concluding that there were no significant differences between the treatments, only a lower proportion of fat was observed in the cows that consumed 270 g of fat By Pass after 14 days.

**Keywords:** Lactation; fat; cows; cryoscopy; density of milk.

## Resumo

O objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito da aplicação de diferentes níveis de gordura By Pass na alimentação de vacas no primeiro terço da lactação, o estudo foi desenvolvido na fazenda Pucate no cantão Chambo da província de Chimborazo localizada em uma altura de 2870 m. s. n. m. com temperatura média de 31 ° C, num total de 12 vacas distribuídas em 4 tratamentos (0, 90, 180 e 270 g) com 3 repetições cada um, as amostras foram coletadas aos 0, 7, 14 e 21 dias, a os resultados foram analisados sob o modelo ( $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$ ). Determinando que aos 0, 7 e 14 dias o teor de gordura foi de  $0,76 \pm 0,21$ ,  $1,11 \pm 0,42$ ,  $1,45 \pm 0,43$  e  $1,02 \pm 0,309$ , o teor de sólidos não era gordura foi de  $8,61 \pm 0,15$ ,  $8,49 \pm 0,23$ ,  $8,68 \pm 0,18$  e  $8,73 \pm 0,141$ , a densidade  $1,033 \pm 0,001$ ,  $1,032 \pm 0,001$ ,  $1,033 \pm 0,001$  e  $1,033 \pm 0,001$  o ponto de congelamento  $-0,58 \pm 0,01$ ,  $-0,57 \pm 0,02$ ,  $-0,58 \pm 0,01$  e  $-0,59 \pm 0,01$  e o teor de proteína foi  $3,22 \pm 0,05$ ,  $3,18 \pm 0,08$ ,  $3,24 \pm 0,07$  e  $3,25 \pm 0,050$ , concluindo que não houve diferenças significativas entre os tratamentos, apenas menor proporção de gordura foi observada nas vacas que consumiram 270 g de gordura By Pass após 14 dias.

**Palavras-chave:** Lactação; gordura; vacas; crioscopia; densidade do leite.

## Introducción

La producción de leche en el Ecuador representa un ingreso muy importante para las familias dedicadas a dicha actividad, sin embargo, en los últimos años se ha venido disminuyendo por los altos costos de producción y los precios bajos del litro de leche. Por tal razón se ha visto la necesidad de la utilización de nuevas tecnologías para ser más eficientes. Como es la utilización de las grasas By pass como fuente de energía que se digerida directamente en el intestino para ser aprovechadas de mejor manera.

Es así que en el Ecuador en el año 2019, la raza de ganado vacuno predominante es la mestiza con 1,28 millones de cabezas, representando el 29,77%; seguido de la raza criolla con un 24,21%. El número de vacas ordeñadas corresponde a un aproximado de 996.503 cabezas, la producción diaria de leche a nivel nacional 6,65 millones de litros con un rendimiento de 10,84 litros/vaca (ESPAC, 2019).

La leche de vaca sigue siendo un componente importante de la alimentación humana (Bauman et al., 2006), su relevancia nutricional radica fundamentalmente en dos componentes: la fracción

lipídica, formada principalmente por ácidos grasos saturados, monoinsaturados, y poliinsaturados (Harvatine et al., 2009) y la fracción proteica, donde se distinguen las caseínas, las proteínas del lactosuero, y las proteínas de la membrana del glóbulo graso (Swaisgood, 2003).

La leche es considerada como el alimento más completo, ya que posee componentes nutritivos en proporciones adecuadas; sin embargo, el estricto cumplimiento de las medidas higiénicas sanitarias debe ser una premisa para garantizar que la leche se obtenga con una calidad óptima, aspectos de fácil comprobación mediante los análisis fisicoquímicos que se realizan en el laboratorio con equipos especializados. (Chacón Bueno, 2017)

Con todo lo mencionado anteriormente en el presente trabajo se busca identificar la influencia de la grasa by pass sobre: sólidos no grasos, densidad, punto crioscópico, proteínas, grasa total para esto se requerirá de un equipo Ekomilk Ultra y la alimentación de vacas Holstein mestizas se desarrollará durante el primer tercio de lactancia para conocer si influyen en la composición química de la leche.

### **Materiales y métodos**

En la Hacienda “Pucate” ubicada en el Cantón Chambo a 2780 m.s.n.m. con una temperatura de 13 °C, su ubicación geográfica fue 1° 5” latitud Sur y 78° 60” longitud W, lugar en el cual se escogió un total de 12 vacas Holstein mestizas que se encontraban en el primer tercio de lactancia y alimentadas con pasto *Lolium multiflorum*, *Dactylis glomerata* y *Trifolium repens* y balanceado, todas con características de homogeneidad en peso y edad y con una producción de 25 litros de leche/día.

Para el desarrollo del experimento se formularon cuatro dietas con la inclusión de 3 niveles de grasas by pass comercial y un tratamiento control, (0, 90, 180 y 270 g respectivamente). La alimentación de las vacas consistió entonces en una mezcla forrajera, concentrado y grasa by pass la cual se suministró por un lapso de 15 días.

Durante la experimentación se tomaron muestras de leche a los 0, 7, 14 y 21 días las cuales se transportaron hasta la estación Experimental Tunshi de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), con el objetivo de analizar la composición química en el Ekomilk Ultra disponible en la unidad.

Cada muestra se analizó por triplicado según la técnica sugerida en el manual del equipo el cual succiona una pequeña muestra de leche y la somete al paso de una onda de ultrasonido,

posteriormente un microprocesador traduce los resultados midiendo varios parámetros como: materia grasa, sólidos no grasos, proteína, densidad, punto de congelamiento, pH, acidez, lactosa, agua agregada, entre otros; estos se emplearán para verificación de la calidad de leche cruda de acuerdo a la norma NTE INEN 09:2012.

### **Resultados y discusión**

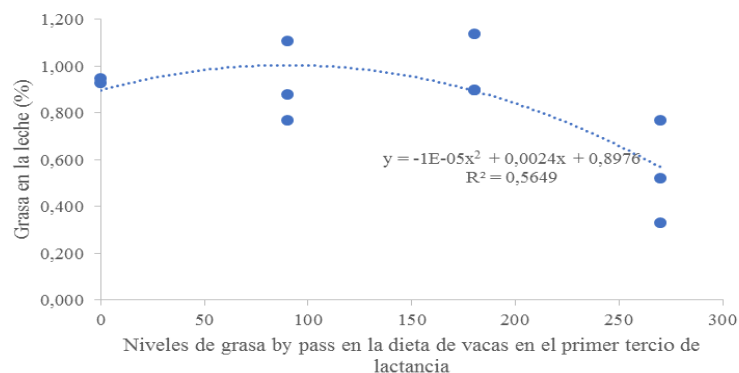
El contenido de grasa inicial de la leche de vacas en el primer tercio de lactancia a las cuales se les distribuyó para suministrar en tratamiento control, 90, 180 y 270 g de grasa by pass registraron  $0.58 \pm 0.06$ ,  $0.58 \pm 0.11$ ,  $0.80 \pm 0.19$  y  $0.39 \pm 0.18$  % respectivamente, los cuales están distribuidos normalmente según el análisis de normalidad.

Luego de 7 días de suministrar el tratamiento control, 90, 180 y 270 g de grasa by pass en la alimentación, el contenido de grasa en la leche fue  $0.76 \pm 0.21$ ,  $1.11 \pm 0.42$ ,  $1.45 \pm 0.43$  y  $1.02 \pm 0.301$  %. A los 21 días el contenido de grasa en la leche de las vacas fue  $0.91 \pm 0.01$ ,  $1.07 \pm 0.40$ ,  $1.00 \pm 0.15$  y  $0.80 \pm 0.09$  % valores entre los cuales no difieren significativamente, mientras que a los 14 días aplicar los tratamientos control, 90 y 180 se registró un contenido de grasa en la leche de  $0.94 \pm 0.01$ ,  $0.92 \pm 0.17$  y  $0.98 \pm 0.14$  , los cuales son superiores significativamente del nivel 270 g/alimento puesto que alcanzó un contenido de grasa inferior de  $0.54 \pm 0.22$  %, lo que hace que la producción de leche responda al modelo  $y = -1E-05x^2 + 0,0024x + 0,8976$ , en donde a aplicar mayor cantidad de grasa By pass, el contenido de grasa disminuya significativamente a una ecuación de segundo orden.

Frente a estos resultados se debe mencionar que el contenido de grasa en la leche según Alviar (2010) en la vaca Holstein, Brown swis, Ayshire, Guernsey y Jersey es 3.3-3.6, 3.8-4.0, 3.9-4.1, 5.0 y 5.5 %. Lo que significa que las vacas del presente trabajo carecen de alimento energético y grasa en la alimentación, también puede ocurrir que en la presente zona, las vacas luego del parto sufre un balance energético negativo mientras dura el puerperio que dura aproximadamente hasta los 40 días, además las vacas paulatinamente van incrementando el volumen de producción de leche lo que hace que lo poco que consumen no sea suficiente para llenar los requerimientos nutricionales y como consecuencia se observa una deterioro en la condición corporal del animal y la reducción de grasa en el primer tercio de lactancia. Existe varios factores que intervienen en la composición de la leche, tales como, la genética, la etapa de lactancia, el número de parto, la alimentación (cantidades de granos o forrajes), el estado nutricional de la vaca. (Jenkins, 2006).

Considerando lo anteriormente dicho los niveles bajos de grasa se neutraliza al mezclar la leche de las vacas de los diferentes tercios de lactancia. Así también indica en las Notas Sobre Alimentación De La Vaca Lechera (1996) cuando aumenta el consumo de granos o concentrados, la mayor oferta de Hidratos de carbono no estructurales (H.C.N.E: almidón y azúcar) aumenta la producción de ácidos grasos volátiles (AGV) totales y modifica la relación acético/propiónico, conociendo que el ácido propiónico produce una mayor síntesis de glucosa en el hígado que al llegar a la glándula mamaria favorece la síntesis de lactosa y consecuentemente un aumento en la producción de leche. Pero al disminuir la disponibilidad de ácido Acético y de  $\beta$ -hidroxibutirato, precursores de la grasa de la leche, se afecta la síntesis y disminuye el porcentaje de la grasa en la leche. Además, un exceso de propionato en relación con el acetato favorece la ganancia de peso en la vaca, destinando la energía para aumento de peso en mayor proporción que a la producción de leche. Las variaciones en la producción de grasa láctea, dentro de un grupo de vacas alimentadas en condiciones similares, sugieren que la producción de grasa depende de la capacidad metabólica individual de cada vaca (Soyeurt et al., 2006). Por otro lado, a nivel hato las adaptaciones bioquímicas del metabolismo lipídico, dependen directamente de la etapa de lactancia (Craninx et al., 2008) lo cual indicaría los valores obtenidos en esta investigación que están por debajo de los estándares de la raza. Bjerre-Harpoth et al., (2012) citado por García et al. (2014) presenta valores elevados en la grasa láctea durante la lactancia temprana (5,49 %), manifiesta que es debido a la movilización lipídica a partir de los depósitos de grasa corporal. Conociendo que en la presente investigación no se presentó este acontecimiento esto posiblemente se deba a balance energético negativo.

**Figura 1 :** Comportamiento de la grasa de la leche en función de la aplicación de grasa By Pass en el primer tercio de lactancia de vacas Holstein mestizas.



El contenido de sólidos no grasos en la leche de vacas en el primer tercio de lactancia antes de suministrar los tratamientos control, 90, 180 y 270 g de grasa By Pass fueron  $8.36 \pm 0.29$ ,  $8.83 \pm 0.15$ ,  $8.81 \pm 0.13$  y  $8.95 \pm 0.41$  %, transcurrido 7 días de haber iniciado la aplicación de los diferentes niveles de grasa By Pass, el contenido de sólidos no grasos fue de  $8.61 \pm 0.15$ ,  $8.49 \pm 0.23$ ,  $8.68 \pm 0.18$  y  $8.73 \pm 0.14$  %, posteriormente al medir este parámetro a los 14 días los resultados fueron  $8.49 \pm 0.04$ ,  $8.57 \pm 0.11$ ,  $8.42 \pm 0.22$  y  $8.60 \pm 0.05$  % y a los 21 días en contenido de los sólidos no grasos fue  $8.55 \pm 0.05$ ,  $8.59 \pm 0.06$ ,  $8.71 \pm 0.26$  y  $8.52 \pm 0.17$  % respectivamente, como se aprecia en la Tabla 1, no se registra diferencias significativas ( $p > 0.05$ ), pudiendo mencionar que la leche es pobre, puesto que normalmente la cantidad de sólidos no grasos es de 9 % (Alviar, 2010) lo que es corroborado por (Mayer, 2015) en su trabajo titulado “Factores que influyen sobre la eficiencia de conversión y en la composición de la leche”, en donde se determina que los valores normales en vacas Holstein fueron del 12%, en Jersey 14,2%, Ayrshire 12,5% y Guernsey 13,8%, sin embargo los resultados obtenidos en esta investigación son asociados al contenido de grasa, así como otros factores entre los que destacan el estado de lactancia, la edad de la vaca, temperatura ambiente y el estado sanitario del animal. (Mayer, 2015). El contenido de sólidos no grasos varía en función de la curva de la lactancia, determinándose que desde el parto estos sólidos van reduciendo hasta alcanzar el pico de producción para luego ir incrementando paulatinamente (Mayer, 2015). También se señala que el contenido de sólidos no grasos va incrementando conforme la vaca aumenta el número de partos, aduciendo a la capacidad ruminal y a que la glándula mamaria es más voluminosa, aunque al pasar la quinta lactancia se aduce que el contenido de sólidos no grasos va decreciendo (Mayer, 2015). También se manifiesta que el contenido de sólidos totales aumenta cuando la temperatura disminuye menos de 25 °C, sin embargo, a temperaturas altas, lo que más se afecta es el consumo de material fibroso en vacas que están en pastoreo, afectándose la relación forraje: concentrado consumido por el animal. (Mayer, 2015). El estado sanitario principalmente de la ubre es una característica que afecta los componentes de la leche, esta produce una permeabilidad del tejido de la ubre y afecta la habilidad del tejido secretorio para sintetizar los constituyentes de la leche, una mastitis clínica disminuye el contenido de lactosa y potasio y aumenta el cloro y sodio mientras que el cambio en el porcentaje de proteína es mínimo y los de la grasa no son consistentes (Mayer, 2015).

La densidad de la leche de vaca, en el primer tercio de lactancia antes de aplicar los tratamientos control, 90, 180 y 270 g de grasa by pass fue  $1.032 \pm 0.0001$ ,  $1.034 \pm 0.00$ ,  $1.034 \pm 0.00$  y  $1.033 \pm 0.00$  g/ml, transcurrido 7 días de suministrar los diferentes niveles de grasa By Pass la densidad de la leche fue de  $1.033 \pm 0.00$ ,  $1.032 \pm 0.00$ ,  $1.033 \pm 0.00$  y  $1.033 \pm 0.00$  g/ml, a los 14 días la densidad de la leche fue  $1.033 \pm 0.00$ ,  $1.033 \pm 0.00$ ,  $1.030 \pm 0.00$  y  $1.033 \pm 0.00$  g/ml y finalmente a los 21 días la densidad de la leche fue  $1.032 \pm 0.00$ ,  $1.033 \pm 0.00$ ,  $1.030 \pm 0.00$  y  $1.033 \pm 0.00$  g/ml determinándose que la leche tiene una densidad que se encuentra dentro de los normales y entre ellos no se registra diferencias estadísticas ( $p > 0.05$ ). Al analizar la definición, composición, estructura y propiedades de la leche, la densidad de la leche fue 1,032 g/ml, la leche descremada registra una densidad de 1.036 g/ml y leche aguada posee una densidad de 1,029 g/ml (UNAD, 2016). De esta manera se puede determinar que la densidad obtenida en el presente se encuentra dentro de los parámetros normales. La combinación de los diferentes componentes de la leche como el agua (1.000 g/ml); la grasa (0.80g/ml); proteína (1.346 g/ml); lactosa (1.666 g/ml) minerales (5.500 g/ml) y Sólidos no grasos (S.N.G. =1.616 g/ml), son valores que se estiman para el cálculo de la densidad de la leche en óptimas condiciones.

El punto de congelación de la leche de vaca, en el primer tercio de lactancia antes de aplicar los tratamientos control, 90, 180 y 270 g de grasa by pass fue  $-056 \pm 0.02$ ,  $-0.60 \pm 0.01$ ,  $-0.59 \pm 0.01$  y  $-0.57 \pm 0.01$ , transcurrido el séptimo día de suministrar los diferentes niveles de grasa By Pass el punto de congelación de la leche fue de  $-0.58 \pm 0.01$ ,  $-0.57 \pm 0.02$ ,  $-0.58 \pm 0.01$  y  $-0.59 \pm 0.01$ , a los 14 días el punto de congelación de la leche fue  $-0.57 \pm 0.00$ ,  $-0.58 \pm 0.00$ ,  $-0.59 \pm 0.01$  y  $-0.58 \pm 0.00$  y a los 21 días el punto de congelación de la leche fue  $-0.56 \pm 0.01$ ,  $-0.58 \pm 0.00$ ,  $-0.59 \pm 0.02$  y  $-0.57 \pm 0.01$  respectivamente los mismos que no difieren significativamente ( $p > 0.05$ ) entre los tratamientos. Al analizar la información de estudio “Determinación de la densidad relativa” el punto de congelación (punto crioscópico) encontrado esta entre  $-0,536$  a  $0,512$  °C considerado un rango normal (INEN, 2015). Además, esta característica permite detectar la adición de agua en la leche. También se señala que los componentes que influyen en el punto de congelación de la leche son: la lactosa y las sales coloidales, mientras que la acidez reduce la viscosidad de la leche. Para obtener el rango en el punto de congelación se debe trabajar más en la lactosa y sales coloidales y no sobrepasar el rango óptimo.

El contenido de proteína de la leche de vaca, en el primer tercio de lactancia antes de aplicar los tratamientos control, 90, 180 y 270 g de grasa By Pass fue  $3.13 \pm 0.11$ ,  $3.30 \pm 0.06$ ,  $3.30 \pm 0.05$  y



3.22 ± 0.035, transcurrido el séptimo día de suministrar los diferentes cantidades de grasa By Pass el contenido de proteína en la leche fue de 3.22 ± 0.05, 3.18 ± 0.08, 3.24 ± 0.07 y 3.25 ± 0.05, a los 14 días el contenido de grasa de la leche fue 3.20 ± 0.01, 3.24 ± 0.04, 3.23 ± 0.08 y 3.22 ± 0.02 y a los 21 días el contenido de proteína en la leche fue 3.20 ± 0.02, 3.22 ± 0.02, 3.26 ± 0.10 y 3.19 ± 0.6 % respectivamente los mismos que no difieren significativamente ( $p>0.05$ ) entre los tratamientos, según Underwood, 1999 las vacas lecheras necesitan aproximadamente de 70 a 100g de proteínas digeribles por kilogramo de materia seca que consumen, ya que interviene en la formación de piel, leche, músculo y otros componentes esenciales durante el crecimiento, reproducción y lactancia, por otra parte Gurtler (2002) manifiesta que la concentración proteica al igual que la grasa se ve influenciada por la condición fisiológica, la dieta y la raza, es así que entre la quinta y décima semana existe un descenso de este parámetro, el mismo que se incrementa al final de la lactancia, cuando el aporte energético es insuficiente la proteína disminuye y esto nos da una idea de que el porcentaje se mantiene en condiciones favorables pero no se ve influenciado por los niveles de adición de grasa utilizados en el presente estudio.

**Tabla 1:** Contenido nutricional de la leche de vaca con diferentes niveles de grasa By Pass en vacas Holstein durante el primer tercio de lactancia.

Variables	Grasa By pass en la alimentación de vacas en el 1er tercio de lactancia				Prob.
	0	90	180	270	
Grasa (%)					
Inicial (%)	0,58 ± 0,06	0,58 ± 0,11	0,80 ± 0,19	0,39 ± 0,184	
7 día (%)	0,76 ± 0,21 a	1,11 ± 0,42 a	1,45 ± 0,43 a	1,02 ± 0,309 a	0,685
14 día (%)	0,94 ± 0,01 a	0,92 ± 0,17 a	0,98 ± 0,14 a	0,54 ± 0,221 b	0,049
21 día (%)	0,91 ± 0,01 a	1,07 ± 0,40	1,00 ± 0,15 a	0,80 ± 0,090 a	0,549
Sólidos totales (%)					
Inicial (%)	8,36 ± 0,29 a	8,83 ± 0,15 a	8,81 ± 0,13 a	8,95 ± 0,406 a	0,806
7 día (%)	8,61 ± 0,15 a	8,49 ± 0,23 a	8,68 ± 0,18 a	8,73 ± 0,141 a	0,539
14 día (%)	8,49 ± 0,04 a	8,57 ± 0,11 a	8,42 ± 0,22 a	8,60 ± 0,050 a	0,875
21 día (%)	8,55 ± 0,05 a	8,59 ± 0,06 a	8,71 ± 0,26 a	8,52 ± 0,170 a	0,875
Densidad (g/cc)					
Inicial g/cc	1,032 ± 0,001	1,034 ± 0,000 a	1,034 ± 0,000 a	1,033 ± 0,001 a	0,236
7 día g/cc	1,033 ± 0,001	1,032 ± 0,001 a	1,033 ± 0,001 a	1,033 ± 0,001 a	0,902

	1,033 ± 0,000				
14 día g/cc	a 1,033 ± 0,000 a	1,030 ± 0,003 a	1,033 ± 0,000 a	0,307	
	1,032 ± 0,001				
21 día g/cc	a 1,033 ± 0,001 a	1,030 ± 0,002 a	1,033 ± 0,001 a	0,462	
Punto de congelación					
Inicial	-0,56 ± 0,02 a	-0,60 ± 0,01 a	-0,59 ± 0,01 a	-0,57 ± 0,01 a	0,236
7 día	-0,58 ± 0,01 a	-0,57 ± 0,02 a	-0,58 ± 0,01 a	-0,59 ± 0,01 a	0,912
14 día	-0,57 ± 0,00 a	-0,58 ± 0,00 a	-0,59 ± 0,01 a	-0,58 ± 0,00 a	0,651
21 día	-0,56 ± 0,01 a	-0,58 ± 0,00 a	-0,59 ± 0,02 a	-0,57 ± 0,01 a	0,737
Proteína (%)					
Inicial (%)	3,13 ± 0,11 a	3,30 ± 0,06 a	3,30 ± 0,05 a	3,22 ± 0,035 a	0,250
7 día (%)	3,22 ± 0,05 a	3,18 ± 0,08 a	3,24 ± 0,07 a	3,25 ± 0,050 a	0,859
14 día (%)	3,20 ± 0,01 a	3,24 ± 0,04 a	3,23 ± 0,08 a	3,22 ± 0,019 a	0,951
21 día (%)	3,20 ± 0,02 a	3,22 ± 0,02 a	3,26 ± 0,10 a	3,19 ± 0,064 a	0,869

Letras iguales horizontalmente no difieren significativamente ( $p > 0.05$ ) según Tukey.

### Conclusiones

La aplicación de grasa By Pass en la dieta de las vacas en el primer tercio de lactancia influyó significativamente solo a los 14 días para el contenido de grasa en la leche, aunque se debe manifestar que no se registró el contenido de grasa esperado en la leche durante los 21 días de lactancia.

La grasa By Pass no influyó de manera significativa en la composición de sólidos totales, densidad, punto de congelación y contenido de proteína de la leche de acuerdo al estudio realizado y con los niveles de 0, 90, 180 y 270 g respectivamente .

### Recomendaciones

Determinar el contenido de grasa de la leche durante la lactancia en vacas de las diferentes razas lecheras y las razones de su variabilidad.

### Referencias

1. Alviar. J. 2010. Manual Agropecuario. Tecnologías orgánicas de la granja integral autosuficiente. Edit. Limerin. Colombia. 51-122 pág.

2. Bauman, D.E.; Mather, I.H.; Wall, R.J. and Lock, A.L. 2006. Major advances associated with the biosynthesis of milk. *J Dairy Sci*, 89: 1235- 1243.
3. Bjerre-Harpoth, V.; Friggens, N.C.; Thorup, V.M.; Larsen, T.; Damgaard, B.M.; Ingvartsen, K.L. and Moyes, K.M. 2012. Metabolic and production profiles of dairy cows in response to decreased nutrient density to increase physiological imbalance at different stages of lactation. *J Dairy Sci*, 95: 2362-2380
4. Craninx, M.; Steen, A.; van Laar, H.; van Nespen, T.; Martin-Tereso, J.; De Baets, B. and Fievez, V. 2008. Effect of lactation stage on the odd-and branched-chain milk fatty acids of dairy cattle under grazing and indoor conditions. *J Dairy Sci*, 91: 2662-2677.
5. Chacón Bueno, F. M. (2017). Evaluación de los análisis físicos-químicos de la leche bovina. In Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13538/1/UPS-CT006912.pdf>
6. ESPAC. (2019). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC). 1-43. [Shorturl.at/lry58](https://shorturl.at/lry58)
7. GURTLER, H Y SCHEWEIGERT F, Fisiología de la lactación. Primer Edición. Editorial Acribia. España 2002, pp. 611
8. Harvatine, K.J.; Boisclair, Y.R. and Bauman, D.E. 2009. Recent advances in the regulation of milk fat synthesis. *Animal*, 3: 40-54
9. Jenkis, T.a. (2006). Major advances in nutrition: impact on milk composition. *Journal of Dairy Science* 89: 1302 – 1310.
10. Manual Ekomilk Ultra. Disponible en <https://manualzz.com/doc/6932647/user-manual-ekomilk-ultra-pro-ultrasonic-milk-analyser>. Consultado el 25-Julio-2021
11. Swaisgood, H.E. 2003. Protein composition of milk: identification, structure and chemical composition. In: Fox, P.F. and McSweeney, P.L.H. *Advanced dairy chemistry: proteins part A*. 3a ed. Springer Science. Cork, Ireland. pp. 140-225.
12. UNDERWOOD, N 1999. Pruebas calorimétricas para índices de factores nutricionales en ganado lechero. USA. Extracto ponencias pp. 12-68
13. Alviar. J. 2010. Manual Agropecuario. Tecnologías orgánicas de la granja integral autosuficiente. Edit. Limerin. Colombia. 51-122 pág.

14. GURTLER,H Y SCHEWEIGERT F, Fisiología de la lactación. Primer Edición. Editorial Acribia. España 2002, pp. 611
15. Manual Ekomilk Ultra. Disponible en <https://manualzz.com/doc/6932647/user-manual-ekomilk-ultra-pro-ultrasonic-milk-analyser>. Consultado el 25-Julio-2021
16. Mayer, A. F. (2015). Factores que influyen sobre la eficiencia de conversión (alimento en leche) y en la composición de la leche. Obtenido de Factores que influyen sobre la eficiencia de conversión (alimento en leche) y en la composición de la leche: [https://www.vetcomunicaciones.com.ar/uploadsarchivos/factores\\_que\\_influyen\\_la\\_conve\\_rsi\\_n\\_de\\_un\\_alimento\\_en\\_leche\\_ec.pdf](https://www.vetcomunicaciones.com.ar/uploadsarchivos/factores_que_influyen_la_conve_rsi_n_de_un_alimento_en_leche_ec.pdf)
17. UNAD. (2016). DEFINICIÓN, COMPOSICIÓN, ESTRUCTURA Y PROPIEDADES DE LA LECHE. Obtenido de DEFINICIÓN, COMPOSICIÓN, ESTRUCTURA Y PROPIEDADES DE LA LECHE: <http://unad/definicion-composicion-estructura-y-propiedades-de-la-leche.pdf>

© 2021 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)