

Revista del Centro de Investigación de la Universidad La Salle
Vol. 15, No. 58, Julio-Diciembre, 2022: 143-162
DOI: <http://doi.org/10.26457/recein.v15i58.2963>

Efecto de la adición de grasas vegetales en la alimentación de vacas Holstein en el primer tercio de lactación

Effects of the addition of vegetable fats in the feeding of Holstein cows in the first third of lactation

Francisco Adolfo Gutiérrez León¹

Campus Docente Experimental Tumbaco. Facultad de Ciencias Agrícolas.
Universidad Central del Ecuador (Ecuador)

Recibido: 05 de mayo de 2021

Aceptado: 31 de julio de 2022

Publicado: 09 de diciembre de 2022

Resumen

La selección genética de las vacas lecheras ha desarrollado animales de alta producción que demandan una nutrición especializada que a veces es difícil de satisfacer. El objetivo de esta investigación fue determinar el efecto de la adición de tres tipos de grasas en la alimentación de vacas lecheras. Se seleccionó ocho vacas, con más de un parto, de primer tercio de lactancia entre 0 – 100 días post parto. Recibieron una dieta a voluntad de pastura, balanceado más los tratamientos 400g/día de aceite vegetal, usando: aceite de soya, aceite crudo de palma, grasa sobrepasante y un testigo (pasto + balanceado). Los animales recibieron todos los tratamientos de manera aleatoria, se realizó una semana de adaptación y dos semanas de

¹ Email: fgutierrez@uce.edu.ec



evaluación por tratamiento. Se encontraron diferencias estadísticas ($p < 0,05$) para las variables producción de leche y ganancia de peso, observándose que los aceites tuvieron un mayor rendimiento. El aceite de soya tiene mejor consumo en relación al aceite crudo de palma y la grasa sobrepasante. No se encontraron diferencias estadísticas para el contenido de grasa en leche, y tampoco para los ácidos grasos: linolénico (omega 3) y linoleico (omega 6). Solo para el Oleico (omega 9) se observaron diferencias estadísticas ($p < 0,05$) con aceite de soya.

Palabras clave: grasas; alimentación; bovinos.

Abstract

The genetic selection of dairy cattle has developed high-production animals needing specialized nutrition, sometimes hard to reach or comply. This research objective was to determine the effect of adding three types of grease in the nutrition of dairy cattle. Eight cows were selected, with more than one calving, of first third of nursing between 0-100 days after calving. They were fed based on an ad libitum pasture diet, feed supply, plus treatments of 400g/day of vegetal oil, using: soybean oil, raw palm oil, bypass grease, and a control plot (pasture + feed supply). All animals received treatment on a random basis. Statistic differences were found ($p < 0,05$) for the milk production and weight gain variables, observing that oils had a major performance. The soybean oil has a better consumption compare to raw palm oil and bypass grease. No statistic difference was found for the grease concentration in milk, neither for the fatty acids: linoleic (ω -3) and linoleic (ω -6). Only for the oleic (ω -9) statistic differences were observed ($p < 0,05$) with soybean oil.

Keywords: grease; nutrition; dairy cattle

Introducción

La alimentación en sistemas pastoriles en el Ecuador tiene como base el pasto, siendo este el alimento el más barato para el ganado (Salado, 2012), pero una vaca puede mantener una producción de 12 a 20 litros por día, dependiendo de la calidad de la pastura (Batallas, 2011). Vacas de mayor producción requieren de una suplementación estratégica que ayude a balancear la dieta (Gutiérrez et al., 2019). La alimentación demanda entre el 30 y 40% de los costos totales de un litro de leche (Requelme y Bonifaz, 2012).

Las grasas tienen un efecto energético que contribuye a disminuir el balance energético negativo (BEN) en vacas en alta producción y que se encuentren en su primer tercio de lactancia (Domínguez et al., 2017), pero su uso se encuentra limitado a un máximo de 4% de la ración en base seca pues pueden afectar el funcionamiento de los microorganismos del rumen (FEDNA, 2020).

La composición de la leche de las vacas se encuentra influenciada por la alimentación, la cual afecta principalmente el contenido de grasa y proteína (Bargo, 2003), por la etapa de lactancia que modifica el contenido de sólidos en la leche (Briñez et al., 2003).

La inclusión de ácidos grasos en la dieta de los rumiantes ofrece la posibilidad de modificar el contenido de los ácidos grasos de la carne y de la leche en un sentido favorable para la salud de los consumidores (Martínez et al., 2010). El consumo de ácidos grasos polinsaturados (AGPI) ha cobrado importancia para la salud, tanto en etapas infantiles para el desarrollo del sistema nervioso (Vega et al., 2012) como en adultos previniendo enfermedades cardiopulmonares (Anta et al., 2013). La leche bovina es el alimento más consumido en el mundo y una fuente de ácidos grasos (AG) (FAO, 2017).

El objetivo de esta investigación fue determinar el efecto de la adición de tres tipos de aceites vegetales (aceite crudo de palma, aceite de soya y grasa de paso) sobre la producción, perfil de ácidos grasos y la composición de la leche, consumo por el animal y condición corporal en vacas Holstein durante el primer tercio de lactancia.

1. Materiales y métodos

La investigación se realizó en el Campus Académico Docente Experimental “La Tola” de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador, ubicada en la parroquia Tumbaco, cantón Quito, provincia Pichincha. La zona presenta una temperatura promedio anual de 16.3 °C, una precipitación anual de 870.3 mm y una humedad relativa anual de 71.75%. Para el estudio se eligieron ocho vacas Holstein Friesian, de entre 3 y 4

partos, las cuales se encontraban en el primer tercio de la lactancia (0 a 100 días), y en buenas condiciones de salud. El sistema de producción es un sistema pastoril más suplementación en el ordeño.

La dieta de los animales presentó la siguiente composición, la composición promedia del pasto fue: proteína 16.8%, fibra bruta 24.3%, cenizas 11.2%, grasa 2.9 %, elementos no nitrogenados 44.8%, FDN 42.5 % y FDA 23.9 %; el balanceado proteína 16.2 %, fibra bruta 16.1%, cenizas 7.8%, grasa 4.9%, elementos no nitrogenados 55%, FDN 41.7 y FDA 20.6. La cantidad de balanceado suministrado por animal se determinó de acuerdo con la producción de leche (1 kg de balanceado por cada 5 L de leche), al cual se adicionó 400 g de cada grasa, independientemente de la producción de leche de cada animal. Las grasas seleccionadas fueron: aceite crudo de palma (T1), aceite de soya (T2), y grasa sobre pasante (T3). Además, se consideró un grupo testigo que no recibió grasa en el balanceado. La cantidad de balanceado y aceite vegetal se dividió en dos raciones que fueron suministradas durante el ordeño de la mañana y la tarde. Los animales se manejaron en un sistema pastoril donde consumieron directamente pasto verde a voluntad, conformado por raigrás perenne (*Lolium multiflorum*), alfalfa (*Medicago sativa*), trébol blanco (*Trifolium pratense*) y kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). Se utilizó un diseño experimental de cuadrado latino, con ocho unidades experimentales en cuatro tratamientos. Se determinaron las diferencias estadísticas entre tratamientos mediante la prueba de Tukey ($p < 0.05$). Los animales fueron evaluados durante tres meses, con periodos de 14 días entre periodos de transición y de siete días por dieta experimental.

El peso de los animales se determinó con ayuda de una báscula TruTest. Se registró la producción de leche diaria con ayuda de un decalitro. Al inicio y final de cada periodo experimental se tomaron muestras de leche (40 ml) en frascos estériles con bromopol como conservante y se mantuvieron en refrigeración. Se realizó el análisis químico de la leche (proteína, grasa, lactosa, sólidos totales y sólidos no grasos) mediante espectrofotometría por infrarrojo en el equipo MilkoScan FT 6200. Además, se determinó el perfil de ácidos grasos mediante cromatografía de gases (Bruker Scion 436-GC acoplado a un espectrómetro de masa Bruker EVOQ [GC-MS]). El equipo GC-MS fue configurado con el método full scan _Ácidos Grasos _V82_original. La identificación de ácidos grasos se determinó con base a curvas de calibración y tiempo de retención de estándares individuales de ácidos grasos (Rendón y Orozco, 2015).

2. Resultados y discusión

2.1. Producción de Leche (L/vaca/día)

El grupo que consumió la grasa sobrepasante presentó una mayor producción de leche que el grupo testigo; sin embargo, si bien la producción de leche de los tratamientos con grasa de palma y grasa de soya fue estadísticamente similar al tratamiento con grasa sobrepasante no difirieron significativamente del grupo testigo (Figura 1).

Diversos estudios han demostrado que la adición de lípidos a la ración de vacas en lactancia aumenta la producción de leche de manera significativa (Adams et al., 1969; Banks et al., 1976; Weiss y Wyatt, 2004; Meléndez, 2015; (Braun et al. 2019). En este sentido, Mapato et al. (2010) encontraron que la adición de 5% de aceites vegetales en raciones mixtas aumenta la producción entre 3 y 6%, mejora la persistencia de la lactancia (Grummer et al., 1995), reduce las emisiones de CH₄ (Belanche et al. 2020)

Figura 1

Efecto de las grasas en la dieta sobre la producción de leche de vacas Holstein en el primer tercio de lactancia

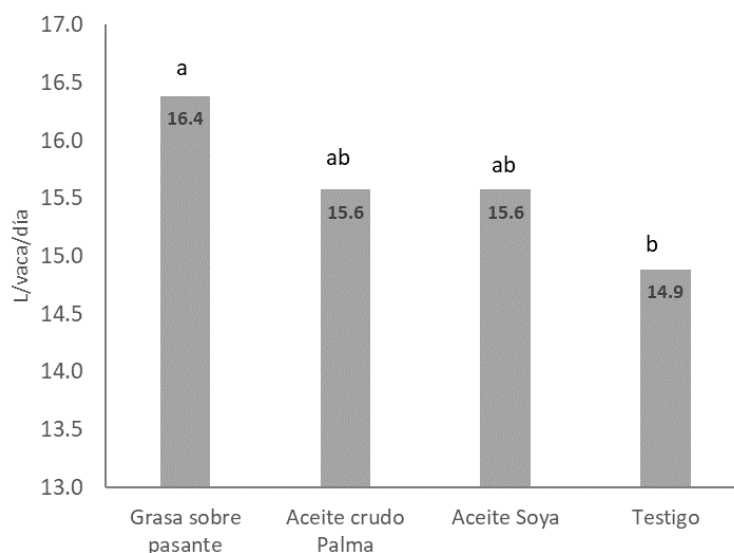


Tabla 1

Efecto de los tratamientos sobre la producción de leche

	L/vaca/día			
	Grasa sobre pasante	Aceite crudo		Testigo
		Palma	Soya	
promedio	16,4	15,6	15,6	14,9
CV		7,84		
DE		2,39		

CV: Coeficiente de variación DE: Desviación Estándar

Si bien las grasas pueden tener efectos positivos sobre la producción de leche, el contenido total de grasa no debe exceder el 7.5% de la materia seca (MS) de la ración, ya que puede afectar la degradación de la fibra y el crecimiento de las bacterias (González y Bas, 2001). Los rumiantes están adaptados para consumir pequeñas cantidades de grasa menor al 3 % de la MS (Palmquist, 1996). En este sentido se sabe que cuando la inclusión de aceite en la dieta es del 5% o más de la MS, lo más probable es que se observe una depresión en el consumo de materia seca o una depresión en la grasa de la leche (Vargas & Garnsworthy, 2013; Harvatine et al., 2009)

2.2. Ganancia de Peso (g/día)

El peso promedio de los animales al iniciar la investigación fue de 482 kg y luego de 12 semanas de investigación 523 kg. Los grupos de vacas que consumieron la ración con grasa sobrepasante y aceite soya perdieron menos peso en comparación con los que recibieron aceite de palma y el grupo testigo ($p < 0.05$; Figura 2). Se conoce que las vacas tienden a perder peso durante el primer tercio de la lactancia (Maza et al., 2001; Salvador et al., 2009); sin embargo, los animales suplementados con grasas llegan a recuperar el peso y la condición corporal más rápidamente que aquellos que no la consumen (Galvis et al., 2007) y presentan un mejor comportamiento reproductivo (Zárate et al., 2011; Castro et al., 2019). Si el cambio

de condición corporal es muy rápido el animal entra en un proceso metabólico conocido como Balance Energético Negativo (BEN) (Cucunubo et al., 2013). El BEN se relaciona con problemas reproductivos asociados a calidad de los ovarios y concentración de hormonas (Bisinotto et al., 2018). Las grasas al tener un alta concentración energética, mejoran la condición corporal y la reproducción (Tassoul & Shaver, 2009). El BEN es más frecuente en el pico de lactancia y vacas de alto desempeño, el animal responde movilizando reserva corporales y pierde peso, este es el momento más crítico durante la lactancia (Souissi & Bouraoui, 2019). La condición corporal (CC) es un método cualitativo muy utilizado en vacas lecheras y tiene una estrecha relación con el peso vivo (Martins et al., 2020). Una baja condición corporal está relacionada con la pérdida de leche, mala salud de la ubre y enfermedades metabólicas (Singh & Bhakat, 2022). Bedere et al. (2018) recomiendan que las estrategias genéticas y nutricionales deben apuntar a una CC 3.10 y limitan tanto la pérdida de CC como el rendimiento máximo de leche podrían ser una forma efectiva de mejorar la reproducción.

Figura 2

Efecto de las grasas en la dieta sobre la ganancia de peso de vacas Holstein en el primer tercio de lactancia

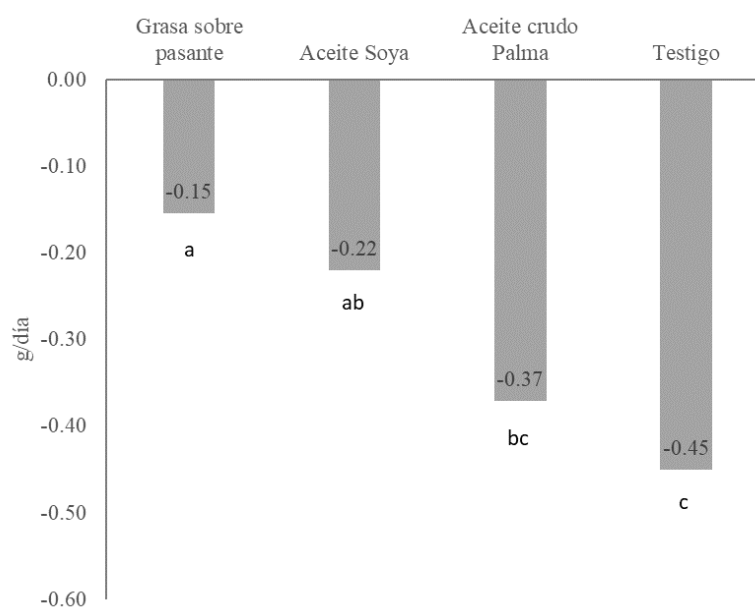


Tabla 2

Efecto de los tratamientos sobre la ganancia de peso

Tratamiento	g día ⁻¹			Testigo
	Grasa sobre pasante	Aceite Soya	Aceite crudo Palma	
Promedio	-0,15	-0,22	-0,37	-0,45
CV		12		
DE		0,17		

CV: Coeficiente de variación DE: Desviación Estándar

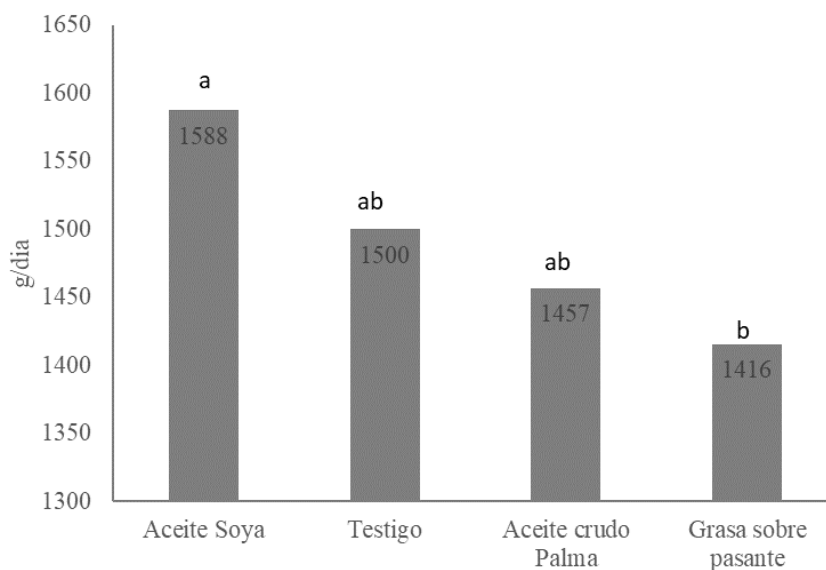
2.3. Consumo de alimento (kg/día)

El mayor consumo de alimento se observó en el grupo de vacas con aceite de soya en la ración ($p < 0.05$; Figura 3), no habiendo diferencias significativas entre los otros tres tratamientos.

Los animales al pastoreo tienden a seleccionar los forrajes que consumen (Bonifaz y Gutiérrez, 2015; Castellón et al., 2017). La preferencia por un alimento y la motivación para consumirlo dependen en parte de las propiedades sensoriales del alimento (Beaumont et al., 2000), así como de su valor nutritivo (Mazorra et al., 2009). Moallem et al. (2020) determinaron que al evaluar diferentes aceites en la alimentación de vacas el consumo fue similar.

Figura 3

Efecto de las grasas en la dieta sobre el consumo de la ración en vacas Holstein en el primer tercio de lactancia

**Tabla 3**

Efecto de los tratamientos sobre el consumo de alimento

Tratamiento	g día ⁻¹			
	Aceite Soya	Testigo	Aceite crudo Palma	Grasa sobre pasante
promedio	1588	1500	1457	1416
CV		14,6		
DE		290		

CV: Coeficiente de variación DE: Desviación Estándar

2.4. Niveles de grasas y composición de ácidos grasos

No se observaron diferencias significativas para la concentración de los ácidos linolénico (Omega 3) y linoleico (Omega 6) por efecto del tipo de grasa adicionada en la ración; sin embargo, la concentración de ácido oleico (Omega 9) fue mayor en la ración suplementada con aceite de soya en comparación con la ración con grasa sobrepasante ($p < 0.05$).

Cuadro 1

Porcentaje de grasa en leche y de ácidos grasos¹ en la leche producida por vacas durante el primer tercio de la lactancia que consumieron raciones con tres tipos de grasas

Tratamientos	Grasa (%)	Ácido linolénico (%)	Ácido linoleico (%)	Ácido oleico (%)
Testigo	3.78	0.05	2.14	27.74 ^{ab}
Aceite de palma	3.83	0.04	2.31	26.54 ^{ab}
Aceite de soya	3.67	0.08	2.28	30.91 ^a
Grasa sobrepasante	3.8	0.04	2.56	27.29 ^b
Promedio	3.77	0.05	2.32	28.12
CV	12.8	11.4	14.4	14.6
DE	0.63	0.06	1.0	4.46

¹ Omega 3: ácido linolénico, Omega 6: ácido linoleico, Omega 9: ácido oleico; CV: Coeficiente de variación DE: Desviación Estándar

La adición de aceites vegetales en la dieta resulta en una reducción de los ácidos grasos saturados y un aumento de los ácidos grasos insaturados de la grasa láctea (Rego et al., 2005). Se reporta que la inclusión de aceite de soya en la dieta de rumiantes en pastoreo aumenta la concentración de ácidos grasos insaturados en la grasa de la leche (Vieyra et al., 2017; Zheng et al., 2005). Por otro lado, Moallem (2018) manifiesta que en monogástricos los ácidos grasos de la dieta llegan al intestino sin modificaciones. La alta actividad microbiana en el rumen modifica principalmente los ácidos grasos, en especial los insaturados. En el rumen suceden dos importantes procesos consecutivos de los lípidos: la lipólisis y la biohidrogenación (BH). La lipólisis es la liberación de los AG del éster y la BH es la reducción del número de dobles enlaces y la saturación de hidrogeno en los carbonos en la cadena del AG (Morales, 2018)

Castro et al. (2009) mencionan que el aceite soya es más efectivo que el aceite de palma para aumentar la concentración de ácidos grasos insaturados en la grasa de la leche. Por otro lado, Vargas et al. (2016) mencionan que el aceite de soya a menudo provoca cambios en las poblaciones microbianas del rumen y cambios en los parámetros de la fermentación ruminal que afectan a las bacterias celulolíticas (Lopreiato et al., 2020).

La principal fuente de ácidos grasos en los rumiantes es el forraje, particularmente para el ganado en pastoreo, ya que los galactolípidos del forraje son ricos en ácido linolénico. En este sentido, Alothman et al. (2019) mencionan que la pastura tiene un impacto positivo en el perfil de nutrientes de la leche, al aumentar el contenido de algunos nutrientes beneficiosos como los ácidos grasos poliinsaturados Omega-3, el ácido vaccénico y el ácido linoleico conjugado (CLA), al tiempo que reduce los niveles de Omega -6 ácidos grasos y ácido palmítico.

Otro posible efecto de la suplementación con grasa rica en ácido linoleico y ácido linolénico es que disminuye el contenido en leche de ácidos grasos de cadena impar y ramificada, los cuales son producidos por las bacterias del rumen (Abdoul-Aziz et al., 2021). Según varias investigación estos ácidos de cadena impar y ramificada son protectores de la salud humana, (Huang et al., 2019; Yu & Hu, 2018; Fonteh et al., 2020).

3. Conclusiones

El uso de grasas o aceites vegetales en la alimentación de vacas en la primera etapa de lactancia aumenta la producción de leche respecto al testigo, controlan la pérdida de peso evitando que los animales desarrollen balance energético negativo (BEN). El aceite de soya es el más palatable mientras que la grasa sobrepasante tiene menor aceptación. La cantidad de grasas que se proporcionó a los animales no modificó los ácidos grasos linolénico y linoleico, solo se logró modificar el oleico cuando se les suministraba aceite soya.

Referencias

- Abdoul-Aziz, S., Zhang, Y., & Wang, J. (2021). Milk Odd and Branched Chain Fatty Acids in Dairy Cows: A Review on Dietary Factors and Its Consequences on Human Health. *Animals*, 11(11), 3210. <https://doi.org/10.3390/ani11113210>
- Adams, H., Bohman, V., Lesperance, A., & Bryant, J. (1969). Effect of different lipids in ration of lactating dairy cows on composition of milk. *Journal of dairy science*, 52(2), 169-171. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(69\)86525-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(69)86525-2)
- Alothman, M., Hogan, S., Hennessy, D., Dillon, P., Kilcawley, K., O'Donovan, M., . . . O'Callaghan, T. (2019). The “grass-fed” milk story: Understanding the impact of pasture feeding on the composition and quality of bovine milk. *Foods*, 8(8), 350. <https://doi.org/10.3390/foods8080350>

- Anta, R., González, L., Villalobos, T., Perea, J., Aparicio, A., & López, A. (2013). Fuentes alimentarias y adecuación de la ingesta de ácidos grasos omega-3 y omega-6 en una muestra representativa de adultos españoles. *Nutrición Hospitalaria*, 28(6), 2236-2245.
http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112013000600058
- Baars, R. (1998). Nutrition management, nitrogen efficiency, and income over feed cost on dairy farms in Costa Rica. *Journal of dairy science*, 81(3), 801-806.
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75637-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75637-1)
- Banks, W., Clapperton, J., Ferrie, M. E., & Wilson, A. G. (1976). Effect of feeding fat to dairy cows receiving a fat-deficient basal diet: I. Milk yield and composition. *Journal of Dairy Research*, 43(2), 213-218. <https://doi.org/10.1017/S0022029900015764>
- Bargo, F. (2003). *Suplementación en pastoreo: conclusiones sobre las últimas experiencias en el mundo*. UBAAGRONOMIA. Facultad de Agronomía.
<https://www.agro.uba.ar/sites/default/files/catedras/bargo.pdf>
- Bargo, F., Muller, L., Delahoy, J., & Cassidy, T. (2002). Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows grazing at two pasture allowances. *Journal of dairy science*, 85(7), 1777-1792. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74252-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74252-5)
- Batallas, C. (2011). Problemática de la alimentación del ganado lechero en el Ecuador. *Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE*.
- Baumont, R., Prache, S., Meuret, M., & Morand-Fehr, P. (2000). How forage characteristics influence behaviour and intake in small ruminants: a review. *Livestock Production Science*, 64(1), 15-28. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(00\)00172-X](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(00)00172-X)
- Bayat, A. R., Vilkki, J., Razzaghi, A., Leskinen, H., Kettunen, H., Khurana, R., . . . Ahvenjärvi, S. (2022). Evaluating the effects of high-oil rapeseed cake or natural additives on methane emissions and performance of dairy cows. *Journal of dairy science*, 105(2), 1211-1224. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20537>
- Bedere, N., Cutullic, E., Delaby, L., Garcia-Launay, F., & Disenhaus, C. (2018). Meta-analysis of the relationships between reproduction, milk yield and body condition score in dairy cows. *Livestock Science*, 210, 73-84.
<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.01.017>

- Belanche, A., Newbold, C., Morgavi, D., Bach, A., Zweifel, B., & Yáñez-Ruiz, D. (2020). A meta-analysis describing the effects of the essential oils blend agolin ruminant on performance, rumen fermentation and methane emissions in dairy cows. *Animals*, *10*(4), 620. <https://doi.org/10.3390/ani10040620>
- Bisinotto, R., Greco, L., Ribeiro, E., Martinez, N., Lima, F., Staples, C., . . . Santos, J. (2018). Influences of nutrition and metabolism on fertility of dairy cows. *Animal Reproduction (AR)*, *9*(3), 260-272. <https://animal-reproduction.org/journal/animreprod/article/5b5a6057f7783717068b46e5>
- Bonifaz, N., & Gutierrez, F. (2015). Nutritional Value Of Raw Materials Used In The Milk Cattle, Canton Cayambe. *GRANJA-REVISTA DE CIENCIAS DE LA VIDA*, *21*(1), 69-+.
- Braun, H. S., Schrapers, K. T., Mahlkow-Nerge, K., Stumpff, F., & Rosendahl, J. (2019). Dietary supplementation of essential oils in dairy cows: evidence for stimulatory effects on nutrient absorption. *Animal*, *13*(3), 518-523. <https://doi.org/10.1017/S1751731118001696>
- Briñez, W., Valbuena, E., Castro, G., Tovar, A., Ruiz, J., & Román, R. (2003). Efectos del mestizaje, época del año, etapa de lactancia y número de partos sobre la composición de leche cruda de vacas mestizas. *Revista Científica, FCV-LUZ*, *13*(6), 490-498.
- Caraviello, D. (2004). Cruzamientos en el ganado lechero. *Novedades lácteas*, *610*. http://www.adiveter.com/ftp_public/A30806.pdf
- Castellón, R., Zapata, R., & Del Carmen, B. (2017). Preferencias del ganado ovino por frutos de especies leñosas forrajeras, germinación y viabilidad de las semillas para establecimiento de especies forestales en el bosque seco de la Estación Experimental “El Limón”. <http://repositorio.unan.edu.ni/5887/>
- Castro, T., Manso, T., Jimeno, V., Del Alamo, M., & Mantecón, A. (2009). Effects of dietary sources of vegetable fats on performance of dairy ewes and conjugated linoleic acid (CLA) in milk. *Small Ruminant Research*, *84*(1-3), 47-53. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2009.05.005>
- Castro, T., Martinez, D., Isabel, B., Cabezas, A., & Jimeno, V. (2019). Vegetable oils rich in polyunsaturated fatty acids supplementation of dairy cows' diets: Effects on productive and reproductive performance. *Animals*, *9*(5), 205. <https://doi.org/10.3390/ani9050205>

- Cavestany, D. (2012). Inducción de celos e inseminación artificial en vacas de leche en anestro, una nueva aproximación a un viejo problema. *Jornada Técnica de Lechería*, 35.
<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/580/1/112761050810154918.pdf#page=38>
- Corbellini, C. (2002). La mastitis bovina y su impacto sobre la calidad de leche. *Argentina: Instituto de Tecnología Agropecuaria, Proyecto Lechero, EEA INTA Pergamino.*
<https://www.agro.uba.ar/sites/default/files/agronomia/la-mastitis-bovina-y-su-impacto-sobre-calidad-de-leche.pdf>
- Cucunubo, L., Strieder, C., Wittwer, F., & Noro, M. (2013). Diagnóstico de cetosis subclínica y balance energético negativo en vacas lecheras mediante el uso de muestras de sangre, orina y leche. *Revista Científica*, 23(2), 111-119.
<https://www.redalyc.org/pdf/959/95926276004.pdf>
- Domínguez, C., Ruiz, A., Pérez, R., Martínez, N., Pinto, L., & Díaz, T. (2017). 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, UCV*, 58(2), 53-67. h
<https://www.redalyc.org/pdf/3731/373154833002.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2017). *El Estado Mundial De La Agricultura Y La Alimentacion*. <http://www.fao.org/3/a-I7658s.pdf>
- Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. (2020). *Aceites y oleínas de origen vegetal. Tabla de composición de los alimentos*
http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/aceites-y-ole%C3%ADnas-de-origen-vegetal
- Fonteh, A., Cipolla, M., Chiang, A., Edminster, S., Arakaki, X., & Harrington, M. (2020). Polyunsaturated fatty acid composition of cerebrospinal fluid fractions shows their contribution to cognitive resilience of a pre-symptomatic Alzheimer's disease cohort. *Frontiers in physiology*, 11, 83. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00083>
- Galvis, R., Agudelo, D., & Saffon, A. (2007). Condición corporal, perfil de lipoproteínas y actividad ovárica en vacas Holstein en lactancia temprana. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 20(1), 16-29.
<https://www.redalyc.org/pdf/2950/295023036003.pdf>

- Garay, A., Castañeda, F., Gama, R., Haro, J., & Pérez, J. (2004). Calidad de la alimentación y rentabilidad de granjas lecheras familiares del sur del valle de México. *Archivos de zootecnia*, 53(201), 103-106.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1209321>
- González, F., & Bas, F. (2001). Las grasas protegidas como fuente energética en la alimentación de vacas lecheras. *Informe Agronomía y Forestal. Departamento de Zootecnia. Pontificia Universidad Católica de Chile*.
http://www.agrominerales.com/interes/articulos_grasa_sobrepasante/GRASA%20PROTEGIDA%20COMO%20FUENTE%20ENERGETICA%20A%20VACAS%20LECHERAS%20CHIL.pdf
- Gross, J., Van Dorland, H., Bruckmaier, R., & Schwarz, F. (2011). Performance and metabolic profile of dairy cows during a lactational and deliberately induced negative energy balance with subsequent realimentation. *Journal of dairy science*, 94(4), 1820-1830. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3707>
- Grummer, R., Hoffman, P., Luck, M., & Bertics, S. (1995). Effect of prepartum and postpartum dietary energy on growth and lactation of primiparous cows. *Journal of dairy science*, 78(1), 172-180. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(95\)76627-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(95)76627-9)
- Gutiérrez, F., Rocha, J., Portilla, A., & Ruales, B. (2019). Efecto de la suplementación en vacas de pastoreo sobre la producción, eficiencia del uso y costo beneficio. *Siembra*, 6(1), 015-023. <https://doi.org/10.29166/siembra.v6i1.1554>
- Harvatine, K., Boisclair, Y., & Bauman, D. (2009). Recent advances in the regulation of milk fat synthesis. *Animal*, 3(1), 40-54. <https://doi.org/10.1017/S1751731108003133>
- Huang, L., Lin, J., Aris, I., Yang, G., Chen, W., & Li, L. (2019). Circulating saturated fatty acids and incident type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Nutrients*, 11(5), 998. <https://doi.org/10.3390/nu11050998>
- Iñamagua, J., Jenet, A., Alarcón, L., Vilchez, S., Casasola, F., & Wattiaux, M. (2016). Impactos económicos y ambientales de las estrategias de alimentación en lecherías de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 27(1), 1-17.
- Kliem, K., Humphries, D., Kirton, P., Givens, D., & Reynolds, C. (2019). Differential effects of oilseed supplements on methane production and milk fatty acid concentrations in dairy cows. *Animal*, 13(2), 309-317. <https://doi.org/10.1017/S1751731118001398>

- Leelahapongsathon, K., Piroon, T., Chaisri, W., & Suriyasathaporn, W. (2016). Factors in dry period associated with intramammary infection and subsequent clinical mastitis in early postpartum cows. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 29(4), 580. <http://doi.org/10.5713/ajas.15.0383>
- Lopreiato, V., Mezzetti, M., Cattaneo, L., Ferronato, G., Minuti, A., & Trevisi, E. (2020). Role of nutraceuticals during the transition period of dairy cows: A review. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 11(1), 1-18. <https://doi.org/10.1186/s40104-020-00501-x>
- Mapato, C., Wanapat, M., & Cherdthong, A. (2010). Effects of urea treatment of straw and dietary level of vegetable oil on lactating dairy cows. *Tropical animal health and production*, 42(8), 1635-1642. <https://doi.org/10.1007/s11250-010-9613-3>
- Martínez, A., Gómez, P., Pérez, L., Juárez, M., Gómez, A., Pérez, M., & De la Fuente, M. (2013). Adición de aceites vegetales a la dieta de cabras lecheras: efecto sobre el contenido de ácidos grasos de la grasa láctea. *Archivos de medicina veterinaria*, 45(3), 259-266. <http://doi.org/10.4067/S0301-732X2013000300005>
- Martínez, A., Pérez, M., Pérez, L., Carrión, D., & Gómez, A. (2010). Metabolismo de los lípidos en los rumiantes. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 11(8), 1-21 <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63614217005>
- Martins, B., Mendes, A., Silva, L., Moreira, T., Costa, J., Rotta, P., . . . Marcondes, M. (2020). Estimating body weight, body condition score, and type traits in dairy cows using three dimensional cameras and manual body measurements. *Livestock Science*, 236, 104054. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104054>
- Maza, L., Salgado, R., & Vergara, O. (2001). Efecto de la condición corporal al parto sobre el comportamiento reproductivo y variación de peso corporal postparto de vacas mestizas lecheras. *Revista MVZ Córdoba*. 6(2), 2001. <https://doi.org/10.21897/rmvz.526>
- Mazorra, C., Fontes, D., Cubilla, N., & De Vega, A. (2009). Estrategias para modificar el consumo voluntario y la selección de alimentos de los pequeños rumiantes en pastoreo. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 43(4), 379-385. <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193014888008.pdf>
- McGilloway, D., & Mayne, C. (1996). *Importance of grass availability for the high genetic merit dairy cow*. Nottingham University Press. <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=GB9712278>

- Moallem, U. (2018). Invited review: Roles of dietary n-3 fatty acids in performance, milk fat composition, and reproductive and immune systems in dairy cattle. *Journal of dairy science*, 101(10), 8641-8661. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14772>
- Moallem, U., Lehrer, H., Livshits, L., & Zachut, M. (2020). The effects of omega-3 α -linolenic acid from flaxseed oil supplemented to high-yielding dairy cows on production, health, and fertility. *Livestock Science*, 242, 104302. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104302>
- Moliterno, P. (2018). Importancia del consumo de lácteos en la ingesta de nutrientes y prevención de enfermedades crónicas. *Puesta al día. Tendencias en Medicina*, 13(13), 00-00. https://www.researchgate.net/publication/326920764_Importancia_del_consumo_de_lacteos_en_la_ingesta_de_nutrientes_y_prevencion_de_enfermedades_cronicas
- Morales, E. (2018). Efecto del tipo de alimentación sobre la composición de ácidos grasos en leche de vaca. *Agro Productividad*, 11(11). <https://doi.org/10.32854/agrop.v11i11.1278>
- Palmquist, D. (1996). Utilización de lípidos en dietas de rumiantes. P.G. Rebollar, G.G. Mateos y C. de Blas (Eds.). *XII Curso de Especialización FEDNA: Avances en Nutrición y Alimentación Animal* (39-57). FEDNA. http://fundacionfedna.org/sites/default/files/96CAP_III.pdf
- Parodi, P. (1999). Conjugated linoleic acid and other anticarcinogenic agents of bovine milk fat. *Journal of dairy science*, 82(6), 1339-1349. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75358-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75358-0)
- Rego, O., Rosa, H., Portugal, P., Franco, T., Vouzela, C., Borba, A., & Bessa, R. (2005). The effects of supplementation with sunflower and soybean oils on the fatty acid profile of milk fat from grazing dairy cows. *Animal Research*, 54(1), 17-24. <https://doi.org/10.1051/animres:2005002>
- Requelme, N., & Bonifaz, N. (2012). Caracterización de sistemas de producción lechera de Ecuador. *La Granja*, 15(1), 55-69. <https://revistas.ups.edu.ec/index.php/granja/article/view/15.2012.05>
- Ríos, G., & Gómez, L. (2008). Análisis de costeo para un sistema de producción de lechería especializada “un acercamiento al análisis económico en ganadería de leche”: estudio de caso. *DYNA*, 75(155), 37-46. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532008000200004&lng=en&tlng=es

Salado, E. (2012). *Estrategias de alimentación en sistemas lecheros. comparación de sistemas confinados vs. pastoriles*. 12° Congreso Panamericano de la Leche. Asunción, Paraguay.

<https://www.researchgate.net/publication/281116569> Estrategias de alimentación en sistemas lecheros comparación de sistemas confinados vs pastoriles12 Congreso Panamericano de la Leche Asuncion Paraguay

Salvador, A., Alvarado, C., Contreras, I., Betancourt, R., Gallo, J., & Caigua, A. (2009). Efecto de la alimentación con grasa sobrepasante sobre la producción y composición de leche de cabra en condiciones tropicales. *Zootecnia Trop*, 27(3), 285-298. <http://ve.scielo.org/pdf/zt/v27n3/art08.pdf>

Singh, A., & Bhakat, C. (2022). The relationship between body condition score and milk production, udder health and reduced negative energy balance during initial lactation period: A review. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 12(1), 1-9. http://ijas.iaurasht.ac.ir/article_689489.html

Souissi, W., & Bouraoui, R. (2019). Relationship between body condition score, milk yield, reproduction, and biochemical parameters in dairy cows Lactation in Farm Animals- Biology, Physiological Basis, Nutritional Requirements, and Modelization. En N. M'Hamdi, *Lactation in farm animal. Biology, physiological basis, nutritional requirements, and modelization* (pp. 79-92). IntechOpen. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=Vqf8DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR11&dq=Lactation+in+farm+animal.+Biology,+physiological+basis,+nutritional+requirements,+and+modelization+&ots=4iLyui954&sig=TPWzTy1DXXb6l2mVI5Nju3jTs9o#v=onepage&q=Lactation%20in%20farm%20animal.%20Biology%2C%20physiological%20basis%2C%20nutritional%20requirements%2C%20and%20modelization&f=false>

Stockdale, C. (2000). Levels of pasture substitution when concentrates are fed to grazing dairy cows in northern Victoria. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 40(7), 913-921. <https://doi.org/10.1071/EA00034>

Tassoul, M., & Shaver, R. (2009). Effect of a mixture of supplemental dietary plant essential oils on performance of periparturient and early lactation dairy cows. *Journal of dairy science*, 92(4), 1734-1740. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1760>

Vallentine, J., & Stevens, A. (1994). Use of livestock to control cheatgrass—a review. En SB Monsen & SG Kitchen (Eds), *Proceedings—Ecology and Management of Annual Rangelands* (pp. 202-206). USDA Forest Service, Intermountain Research Station, General Technical Report INT-313

- [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=qHEF25TIg34C&oi=fnd&pg=PA202&dq=Use+of+livestock+to+control+cheatgrass%E2%80%93a+review+Proceedings%E2%80%93Ecology+and+Management+of+Annual+Rangelands%E2%80%93.\(Eds+S+B+Monsen,+SG+Kitchen\)+USDA+Forest+Service,+Intermountain+Research+Station,+General+Technical+Report+INT-313&ots=uzNkOKNzwS&sig=0U2uLbVFW45RVs2ZfF17lz1ckeg#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=qHEF25TIg34C&oi=fnd&pg=PA202&dq=Use+of+livestock+to+control+cheatgrass%E2%80%93a+review+Proceedings%E2%80%93Ecology+and+Management+of+Annual+Rangelands%E2%80%93.(Eds+S+B+Monsen,+SG+Kitchen)+USDA+Forest+Service,+Intermountain+Research+Station,+General+Technical+Report+INT-313&ots=uzNkOKNzwS&sig=0U2uLbVFW45RVs2ZfF17lz1ckeg#v=onepage&q&f=false)
- Vargas, E., Cancino, N., Romero, J., & Garnsworthy, P. (2016). Quantitative analysis of ruminal bacterial populations involved in lipid metabolism in dairy cows fed different vegetable oils. *Animal*, *10*(11), 1821-1828. <https://doi.org/10.1017/S1751731116000756>
- Vargas, E., & Garnsworthy, P. (2013). Ácidos grasos trans y su rol en la leche de vacas lecheras. *Ciencia e investigación agraria*, *40*(3), 449-473. <https://doi.org/10.4067/S0718-16202013000300001>
- Vega, S., Gutiérrez, R., Radilla, C., Radilla, M., Ramírez, A., Pérez, J., . . . Fontecha, J. (2012). La importancia de los ácidos grasos en la leche materna y en las fórmulas lácteas. *Grasas y aceites*, *63*(2). <https://digital.csic.es/handle/10261/63852>
- Vieyra, R., Arriaga, C. M., Domínguez, I. A., Bórquez, J. L., & Morales, E. (2017). Efecto del aceite de soya sobre la concentración de los ácidos grasos vaccenico y ruménico en leche de vacas en pastoreo. *Agrociencia*, *51*(3), 299-313. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952017000300299
- Weiss, W., & Wyatt, D. (2004). Digestible energy values of diets with different fat supplements when fed to lactating dairy cows. *Journal of dairy science*, *87*(5), 1446-1454. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73295-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73295-6)
- Yu, E., & Hu, F. B. (2018). Dairy products, dairy fatty acids, and the prevention of cardiometabolic disease: a review of recent evidence. *Current atherosclerosis reports*, *20*(5), 1-9. <https://doi.org/10.1007/s11883-018-0724-z>
- Zárate, J., Vinay, J., Cristóbal, O., Hernández, V., & Amezcua, E. (2011). Efecto de la alimentación con grasas protegidas en vacas de doble propósito. *Agronomía Mesoamericana*, *22*(2), 359-366. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S1659-13212011000200012&script=sci_arttext
- Zheng, H., Liu, J., Yao, J., Yuan, Q., Ye, H., Ye, J., & Wu, Y. (2005). Effects of dietary sources of vegetable oils on performance of high-yielding lactating cows and conjugated linoleic acids in milk. *Journal of dairy science*, *88*(6), 2037-2042. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72880-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72880-0)