



Abanico Veterinario. Enero-Diciembre 2024; 15:1-14. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2024.14>

Artículo Original. Recibido: 17/03/2023. Aceptado:23/07/2024. Publicado: 10/08/2024. Clave: e2023-21.

<https://www.youtube.com/watch?v=BWmRadLOee0>

Bentonita en vacas lecheras de sistemas semiintensivos en zona de montaña

Bentonite in dairy cows from semi-intensive systems in mountain areas



Castro-González Numa*¹ , Calderón-Sánchez Francisco**² , Pérez-Sato Marcos¹ , Soni-Guillermo Eutiquio¹ , Valencia-Franco Edgar¹ 

¹Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, San Juan Acateno, Teziutlan, Puebla, México, C.P. 73900. ²Colegio de Postgraduados, Campus Puebla Km. 125.5 carretera federal México-Puebla, C.P. 72760, Puebla, Puebla, México. *Autor responsable: Castro-González Numa. **Autor de correspondencia: Calderón-Sánchez Francisco. E-mail: numa.castro@correo.buap.mx, fsanchezs@colpos.mx, marcos.perez@correo.buap.mx, eutiquio.soni@correo.buap.mx, edgar.valencia@correo.buap.mx

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la inclusión de bentonita de sodio (BS) sobre la producción de leche, calidad fisicoquímica de la leche, retención de placenta, servicios por concepción, tasa de concepción y tasa de preñez en ganado lechero bajo condiciones semiintensivas en zona de montaña. Fueron utilizados 20 bovinos formando dos grupos, T1(n=10) sin BS y T2(n=10) con BS al 2 % de materia seca total (MS). La producción de leche mostró ($p \leq 0.05$) en donde T2 exhibió un incremento del 36.87 % frente a T1. Las variables; grasa, proteína, lactosa y sólidos no grasos mostraron ($p \leq 0.05$) con el uso de BS (T2). Retención de placenta, servicios por concepción, tasa de concepción y tasa de preñez mostraron ($p \leq 0.05$) con la adición de BS. En conclusión, la Bentonita de sodio puede ser utilizada al 2 % en la alimentación de ganado bovino para incrementar la producción y mejorar la calidad fisicoquímica de la leche, y optimizar los parámetros reproductivos en sistemas de producción semiintensivos en zona de montaña.

Palabras clave: arcillas, producción y calidad de leche, parámetros reproductivos.

ABSTRACT

Aim of this work was to evaluate the effect of the inclusion of sodium bentonite (BS) on milk production, physicochemical quality of milk, placenta retention, services per conception, conception rate and pregnancy rate in low-income dairy cattle. semi-intensive conditions in mountain area. Twenty cattle were used, and two groups were formed, T1(n=10) without BS and T2(n=10) with BS at 2 % dry matter (DM). Milk production showed ($p \leq 0.05$) where T2 exhibited an increase of 36.87 % compared to T1. Variables: fat, protein, lactose, and non-fat solids showed ($p \leq 0.05$) with the use of BS (T2). Placenta retention, services per conception, conception rate and pregnancy rate showed ($p \leq 0.05$) with the addition of BS. In conclusion, sodium bentonite can be used at 2 % in cattle feed to increase production and improve the physicochemical quality of milk and optimize reproductive parameters in semi-intensive production systems in mountain areas.

Keywords: clays, milk production and quality, reproductive rates.



INTRODUCCIÓN

El inicio de la lactación en la vaca lechera, es una fase crítica donde ocurren diversos procesos metabólicos y fisiológicos. Posterior al parto, se origina alta demanda de nutrientes para la producción de leche, lo cual conduce a que las vacas puedan sufrir un balance energético negativo; como respuesta a ello, se suscita una remoción lipídica de las reservas corporales (Drackley, 1999; Butler, 2003), desencadenando un aumento de ácidos grasos no esterificados en el plasma sanguíneo, siendo estos últimos movilizados al hígado para ser sintetizados en cuerpos cetónicos (Drackley *et al.*, 2001; Djoković *et al.*, 2013).

El proceso antes expuesto, es causado por un bajo consumo de materia seca, lo que imposibilita que la vaca obtenga la energía necesaria para mantener el metabolismo basal y la producción de leche (Grummer *et al.*, 2004; Folnožić *et al.*, 2015). El efecto inmediato, es que conduce al animal a un deterioro en la condición corporal y aumento en la probabilidad de padecer trastornos metabólicos durante el postparto, los cuales se asocian a mayores pérdidas de condición corporal (CC) y elevados niveles de ácidos grasos no esterificados. Por tanto, estos animales presentan una marcada inmunosupresión, con mayor incidencia de retención de placenta y en consecuencia metritis y/o mastitis, así como hipocalcemia e hipomagnesemia, cetosis, desplazamientos de abomaso e hígado graso (Meléndez *et al.*, 2004; Meléndez *et al.*, 2009; Roche *et al.*, 2015; Akbar *et al.*, 2015; Berry *et al.*, 2016) lo que puede derivarse en desnutrición, retardo en la ciclicidad postparto, tasa de concepción reducida y por ende, una tasa de preñez disminuida.

Ante esta problemática se han probado distintas estrategias de alimentación, dentro de estas podemos encontrar el uso de arcillas, con las cuales se ha pretendido mejorar la condición corporal antes y después del parto, tratando de prevenir y reducir los problemas metabólicos y a la vez, incrementar la producción de leche, (Mikolaichik & Morozova, 2009; Folnožić *et al.*, 2019).

Dentro de las arcillas que podrían prevenir los problemas metabólicos en vacas lecheras se encuentra la bentonita de sodio, que es un filosilicato con cationes intercambiables de sodio o calcio con láminas expansivas (Serwicka & Bahranowski, 2004), cuya cualidad al ser utilizada en la alimentación animal es la de proteger a la proteína del alimento de ser degradada por los microorganismos del rumen, de modo que secuestra y transporta aminoácidos al intestino delgado para ser absorbidos (Gouda *et al.*, 2019). Esto es importante de tomar en cuenta debido a que la proteína es esencial para la producción de leche, debido a que el animal requiere de aminoácidos esenciales para la síntesis de caseína y otras proteínas menores de la leche (NRC, 2001).

Además, se ha reportado que la bentonita tiene la cualidad para mejorar la digestibilidad de la materia seca y con ello aumentar la conversión alimenticia y la productividad, al



mismo tiempo que mejora la condición corporal, la cual tiene estrecha relación con la salud reproductiva ([Gutiérrez et al., 2008](#); [Gouda et al., 2019](#)).

Debido a lo anteriormente expuesto, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la inclusión de bentonita de sodio sobre la producción y calidad fisicoquímica de la leche, retención de placenta, servicios por concepción, tasa de concepción y tasa de preñez en ganado lechero bajo condiciones semi intensivas en zona de montaña.

MATERIAL Y MÉTODOS

Localización

La presente investigación se realizó en el “Rancho Xacuinco”, propiedad de un productor cooperante, ubicado en el municipio de Tlatlauquitepec, Puebla; su localización geográfica es 19°49′53.96″ y 97°30′49.9″ a 2033 msnm, con un clima templado húmedo con abundantes lluvias en verano, una temperatura que va de los 10 a los 24 °C y un rango de precipitación de 600 a 4100 mm ([INEGI, 2020](#)).

Bentonita de sodio

La arcilla utilizada en el presente trabajo es un polvo fino, color beige, con certificación de calidad que respalda la siguiente composición; SiO₂ 60 %; Al₂O₃ 12 %; Fe₂O₃ 3 %; MgO 2.3 %; CaO 3.49 %; Na₂O 1.8 %; agua molecular 8.4 % (Nutrición Planificada S.A. de C.V. México).

Animales

Fueron utilizadas 20 vacas adultas (3 partos) de la raza Holstein Friesian gestantes en periodo seco, y con 20 días de proximidad al parto. Se formaron aleatoriamente dos tratamientos de acuerdo con el peso vivo (PV) (476 ±30 kg) ([Heinrichs et al., 1992](#)) y condición corporal. Los tratamientos quedaron de la siguiente manera; Tratamiento 1 (T1) 0 % de bentonita de sodio y Tratamiento 2 (T2) 2 % de bentonita de sodio. Los animales utilizados en este trabajo fueron tratados con ética y responsabilidad, cuidando el bienestar de acuerdo al reglamento para el uso y cuidado de los animales destinados a la investigación del Colegio de Postgraduados 02.11.16 ([COLPOS, 2016](#)).

Alimentación

La dieta de ambos tratamientos se inició en la fase de periodo seco, fue a base de ensilado de maíz, pastoreo en praderas de pasto orchard (*Dactylis glomerata*) y concentrado con el 17.5 % de proteína cruda y 3.0 Mcal kg⁻¹ de energía metabolizable (EM), dicha dieta fue proporcionada de acuerdo al manejo tradicional del productor, considerando un 80 % de forraje y 20 % de concentrado en el periodo seco.

La inclusión de la BS fue calculada al 2 % del consumo total de materia seca (CMS) de los animales en periodo seco y en la lactancia ([NRC, 2001](#)). La alimentación en ambos tratamientos se inició 20 días antes del parto contando con una semana de adaptación, donde al T2 le fue adicionada la BS y al T1 únicamente se le proporcionó alimento



concentrado sin adición de BS, en ambos casos el concentrado se proporcionó dos veces al día 6:00 am y 5:00 pm. Posterior al parto la dieta fue proporcionada utilizando los mismos ingredientes que en el periodo seco, pero la proporción fue modificada a 50 % forraje y 50 % de concentrado.

Producción de leche y calidad fisicoquímica de la leche

La recolección de muestras y el pesado de la producción de leche se inició a los 6 días posteriores al parto, descartando el calostro e iniciando la medición con la leche de transición. La medición de la producción de leche se realizó pesando esta, con ayuda de una báscula digital (Pretul BASE-40P, China), mañana y tarde de forma individual cada 15 días hasta el día 111 de lactación. En el ordeño de la mañana y directamente de la ubre, fueron colectadas muestras de leche en tubos Falcon (Fisher Scientific, Waltham, MA, USA), a las que inmediatamente se les determinó el pH, por medio de un potenciómetro portátil (Ohaus ST10 Pen Meter, Parsippany, NJ). Las muestras se colocaron en una hielera a una temperatura de 4°C, para transportarse al laboratorio donde se les realizó el análisis fisicoquímico.

El Análisis fisicoquímico de la leche fue realizado con un analizador ultrasónico de leche (Milkotronic LTD Lactoscan SL30, Bulgaria), en donde las variables medidas fueron proteína, grasa, sólidos no grasos y lactosa.

Variables reproductivas

Las variables reproductivas evaluadas fueron; retención de placenta ([Córdova-Izquierdo et al., 2017](#)), Tasa de concepción ([Petit & Twagiramungu, 2006](#)), Servicios por concepción ([Rocha et al., 2001](#)) y Tasa de preñez ([La Torre, 2001](#)).

Análisis estadístico

Los datos obtenidos de las variables: calidad fisicoquímica de la leche, producción de leche y variables reproductivas fueron analizadas mediante una prueba de t-student para muestras independientes, utilizando el programa SPSS 18.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

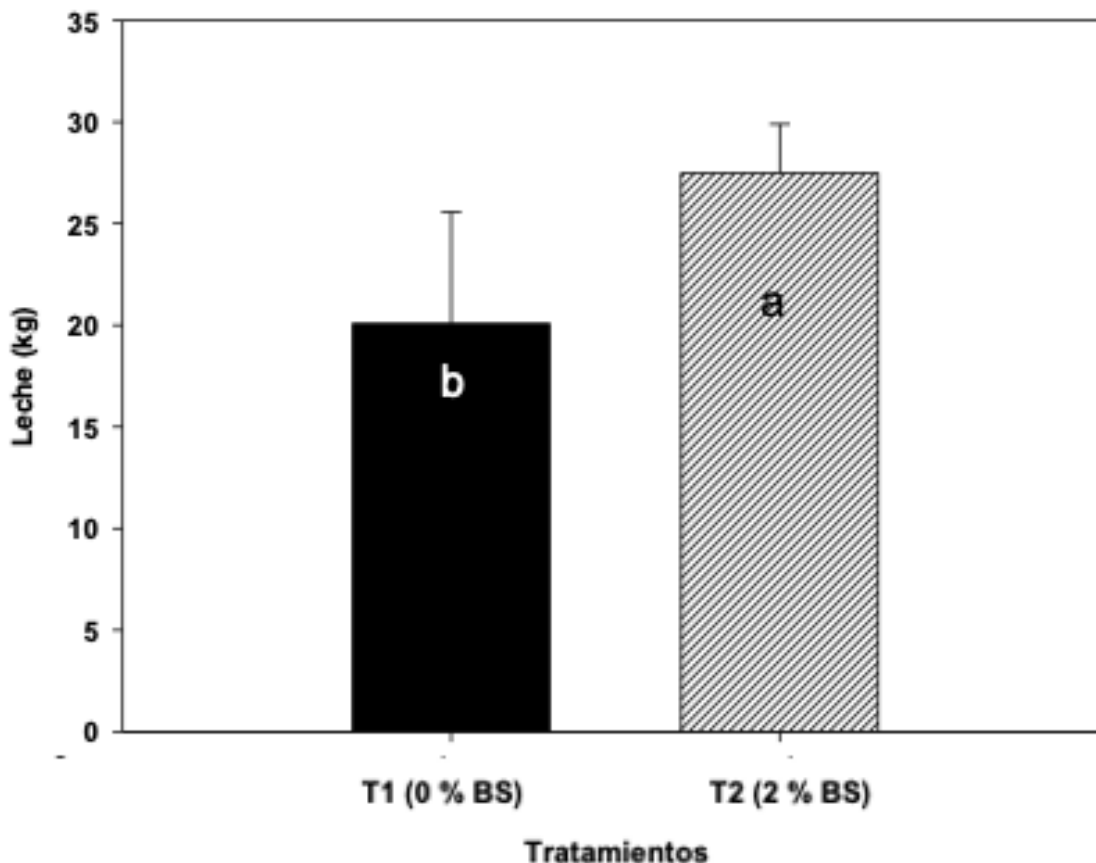
Producción de leche

La producción de leche tuvo una diferencia significativa ($p \leq 0.05$) (Figura 1), en donde las vacas que consumieron bentonita (T2) tuvieron un incremento del 36.87 % frente al tratamiento testigo sin bentonita (T1).

Este resultado podría ser atribuido al efecto de la bentonita de proteger a la proteína del ataque de los microorganismos ruminales, garantizando cierta cantidad de proteína sobre pasante ([Gutiérrez et al., 2008](#)). Además, mantiene un equilibrio del pH ruminal durante la fermentación de los almidones ([Suzlberger et al., 2016](#)), y en su estructura posee Ca, el cual es liberado al igual que el amoniaco-NH₃ en forma gradual, permitiendo que los microorganismos ruminales se mantengan en un balance positivo y exista una mayor



producción de ácidos grasos volátiles (AGV's), y aumento de nitrógeno-N total ruminal por la mayor digestibilidad de la proteína bruta cuando se suplementa con bentonita, lo que da como resultado una mayor síntesis de proteína microbiana, especialmente después del pico de concentración de amoníaco-N, proporcionando las condiciones favorables para multiplicación bacteriana (Kholif *et al.*, 2015; Morsy *et al.*, 2016; Gouda *et al.*, 2019), propiciando con ello mayor eficiencia y conversión alimenticia, lo cual se refleja en una mayor producción de leche (Mikolaichik & Morozova, 2009; Amanzougarene & Fondevila, 2022). En este sentido, Yarmots & Yarmots (2018) reportaron que con uso de bentonita se aumenta la digestibilidad de la materia seca en un 1.68 %, la grasa bruta en un 1.52 % y la fibra bruta en un 6.48 %, lo que a su vez aumenta la producción de leche. De igual manera, Mehany & Shams (2019) mencionaron que al suplementar con bentonita a vacas frisonas lactantes con el 2 % de la ingesta de MS como aglutinante de toxinas, obtuvieron un efecto positivo sobre la digestibilidad, fermentación del rumen, algunos parámetros sanguíneos, consumo de alimento, rendimiento, composición de la leche y conversión alimenticia.



Líneas verticales representan desviación estándar. Literales (a, b) significan diferencia significativa ($P \leq 0.05$).

Figura 1. Producción de leche (kg) en vacas con inclusión de bentonita de sodio (T1 0 %) y (T2 2 %)



Calidad fisicoquímica de la leche

Entre los resultados obtenidos en el presente trabajo se encontró que el pH en leche, no presentó diferencia significativa ($p \geq 0.05$) (cuadro 1) el cual arrojó una media de 6.6, por lo que este valor se encuentra en el rango normal estimado por la FAO (2011) que va del 6.6 a 6.7, y concuerda con lo reportado por [Briñez *et al.* \(2002\)](#) y [Valbuena *et al.* \(2004\)](#) quienes determinaron el pH en distintas marcas de leche industrializada y [Bernal-Martínez *et al.* \(2007\)](#) que reportaron una media de 6.6 sobre la leche fluida producida en sistemas campesinos de México.

En el caso de la grasa en la leche se obtuvo un valor de 3.83 ± 0.41 para el T2 y 3.74 ± 0.25 para el T1 (cuadro 1) mostrando diferencia significativa ($p < 0.05$), dichos valores se encuentran dentro del parámetro normal que va de 3 a 4 % indicado por la [FAO \(2021\)](#). Y está por encima de lo reportado por [Doaa *et al.* \(2021\)](#), quienes obtuvieron un porcentaje de 3.61 ± 0.03 de grasa en la leche al aportar 0.5 % de bentonita cálcica a vacas lecheras. Por otra parte, [Maki *et al.* \(2016\)](#) obtuvieron un porcentaje de 4.9 % en la grasa con la inclusión de montmorinollita de calcio en la dieta basal de ganado lechero, valor que está por encima del encontrado en este trabajo, pero confirma que se aumenta la cantidad de grasa en leche con el uso de este aditivo.

El incremento de la grasa en la leche puede deberse a que la BS ejerce un efecto tampón controlando la producción de propionato en el rumen mediante la relación acetato: propionato, existiendo una eficiente utilización de AGV's ([Amanzougarene & Fondevila, 2022](#)) y protección de nutrientes los cuales son secuestrados dentro de los poros de la BS ([Gutiérrez *et al.*, 2008](#)), lo que se traduce en una mejora en la calidad de la leche.

La proteína en la leche (Cuadro 1) mostró diferencia significativa ($p \leq 0.05$), siendo mayor en el T2 (3.06 ± 0.16), esto podría deberse a que la bentonita ayuda a proteger la proteína ([Gutiérrez *et al.*, 2008](#)) con lo que podría estar impidiendo que las bacterias ruminales degraden los nutrientes de alto valor biológico, convirtiendo a la proteína en un ingrediente de sobrepaso. Al respecto [Yarmots & Yarmots \(2018\)](#), obtuvieron un resultado similar. (3.18 ± 0.04) con la adición diaria de 200 g de bentonita. Por otra parte, [Mehany & Shams \(2019\)](#) reportaron el 2.85 % de proteína con la inclusión del 2 % de bentonita dentro del total del consumo de materia seca.

La lactosa (Cuadro 1) mostró diferencia significativa ($p \leq 0.05$) siendo mayor en el T2 (4.33 ± 0.31). El tratamiento con bentonita aumentó el contenido de lactosa de la leche, esto puede ser el resultado de una mejor digestibilidad de los nutrientes (especialmente fibra), una mejor fermentación ruminal y una mayor producción de AGV's ([Kholif *et al.*, 2015](#); [Morsy *et al.*, 2016](#)). Para esta variable [Gouda *et al.* \(2019\)](#) reportan valores de 4.2



% con la utilización de bentonita y 3.9 % con uso de mortmorinolita en cabras lecheras, valores que son similares al encontrado en este trabajo.

La variable sólidos no grasos (Cuadro 1) mostró diferencia significativa ($p \leq 0.05$) favoreciendo al T2 (8.05 ± 0.57), en este sentido [Gouda et al. \(2019\)](#) reportó una concentración de 7.71 % con la inclusión del 2 % de bentonita en la alimentación de cabras, y [Sumantri et al. \(2017\)](#) quienes obtuvieron 8.5 % con la inclusión del 1 % de bentonita en la dieta de vacas Holstein.

Cuadro 1. Composición fisicoquímica de leche de vacas alimentadas con dietas con y sin adición de bentonita de sodio

Tratamientos	Variables				
	pH	Proteína (%)	Grasa (%)	Sólidos no grasos (%)	Lactosa (%)
T1(0%)	6.56 ± 0.06^a	2.92 ± 0.12^b	3.74 ± 0.25^b	7.80 ± 0.30^b	4.16 ± 0.22^b
T2 (2%)	6.56 ± 0.09^a	3.06 ± 0.16^a	3.83 ± 0.41^a	8.05 ± 0.57^a	4.33 ± 0.31^a

Literales (a, b) representan diferencia significativa ($p < 0.05$), (\pm) = desviación estándar.

Variables reproductivas

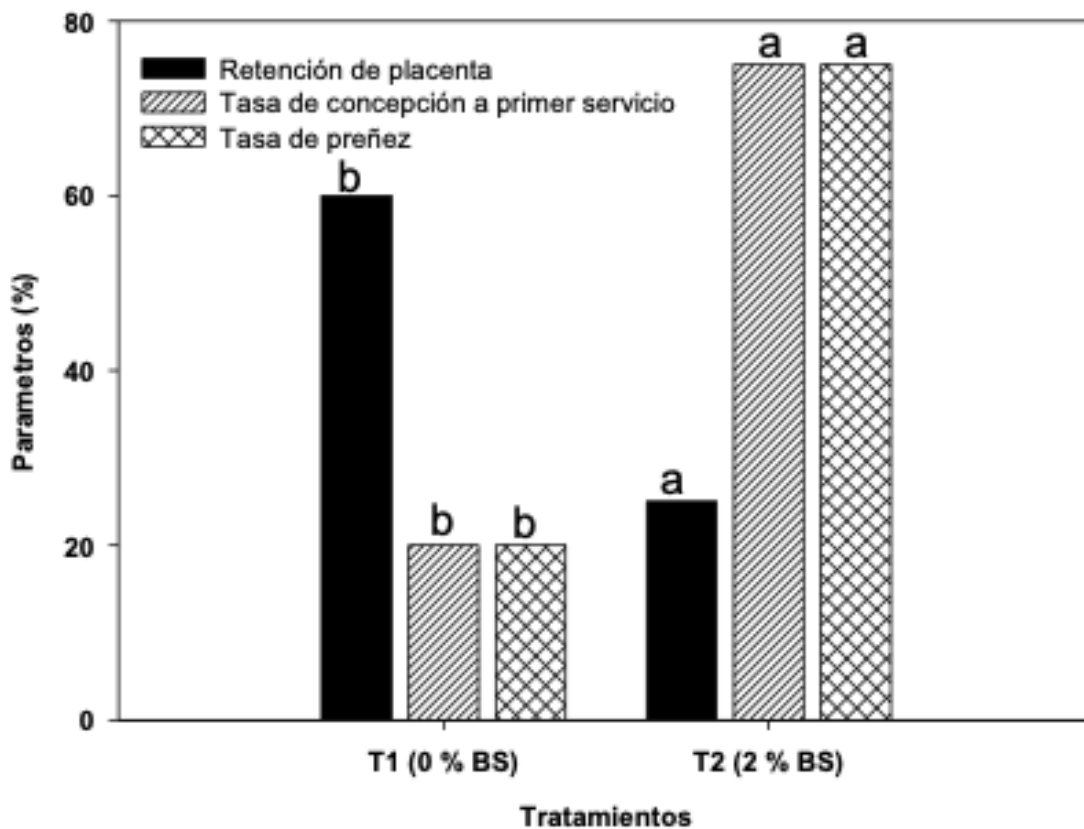
El grupo de vacas al cual le fue suministrado el 2 % de bentonita en la dieta (T2), mostró diferencia significativa ($p \leq 0.001$) para retención de placenta (25 %) comparadas con las que no recibieron bentonita (T1), que presentaron 60 % de retención placentaria (Figura 2). Existen pocos trabajos donde se evalúan arcillas para determinar sus efectos sobre esta variable, tal es el caso de [Kerwin et al. \(2019\)](#) quienes reportan 3 % de retención de placenta en vacas con la inclusión del 3.3 % de zeolita sintética en la dieta.

Se sabe que la reanudación de la actividad ovárica después del parto es un proceso regulado que involucra el acoplamiento del eje GH/factor de crecimiento en el hígado, desarrollo folicular, esteroidogénesis, y eliminación de la retroalimentación negativa del estradiol a nivel del hipotálamo. Por ello los trastornos metabólicos asociados con energía negativa durante la lactancia temprana retrasa la primera ovulación posparto ([Santos et al., 2016](#)). Por lo tanto el desbalance en la relación energía/proteína de la dieta durante el período de vaca seca provoca alteraciones a nivel del metabolismo intermediario, tales como aumento de los niveles de uremia, cetosis subclínica, donde esta última se hará clínica en el postparto repercutiendo en el funcionamiento hepático, pudiendo provocar infiltración de grasa al hígado y deficiencia del catabolismo de los esteroides sexuales ([Kerwin et al., 2019](#)), siendo esto la consecuencia directa de alteraciones de tipo



reproductivo: retención placenta, endometritis y mastitis, lo que afecta los parámetros reproductivos de los bovinos.

Lo anterior podría ser la razón por la cual, los animales que consumieron bentonita tuvieron un mejor comportamiento en cuanto a esta variable, dado que la bentonita al proteger la proteína del ataque de los microorganismos ruminales y pasar a ser digerida en el intestino delgado ocasiona una mejor asimilación del nutriente. La tasa de concepción al primer servicio mostró diferencia significativa ($p \leq 0.001$) (Figura 2) donde el 75 % correspondió al T2 contra el 20 % de las vacas cuando no se utiliza bentonita T1. Este resultado probablemente sea consecuencia de la mayor producción de AGV's, generando mayor producción de glucosa por desencadenamiento de propionato, dando como resultado incremento de la producción y liberación de GnRH (Meléndez & Bartolomé, 2017), respaldando de esta forma el efecto que tiene la BS sobre este parámetro previamente mencionado.



Literales (a. b) significan diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

Figura 2. Retención de placenta, tasa de concepción y tasa de preñez de vacas alimentadas con dietas con y sin adición de Bentonita de sodio



Los servicios por concepción expresaron diferencia significativa ($p \leq 0.001$), registrándose en promedio un servicio por concepción cuando se utiliza bentonita (T2) frente las vacas de T1 que obtuvieron 2 servicios por concepción, observándose así que la BS mejora la salud reproductiva. Mehany & Hegazy (2020) reportaron con la inclusión del 2 % de bentonita dentro de la alimentación de ganado lechero en promedio dos servicios por concepción, contrastando con Karatzia *et al.* (2013) quienes obtuvieron 0.9 servicios por concepción en la adición del 2 % de zeolita Clinoptilolita en la alimentación de ganado lechero.

La tasa de gestación mostró diferencia significativa ($p \leq 0.001$) donde el 75 % correspondió a la preñez cuando se utiliza bentonita, contra el 20 % de las que tuvieron preñez cuando no se utiliza bentonita (Figura 2), esto se le atribuye a la bentonita mejora la digestibilidad de los carbohidratos crudos, extracto libre de nitrógeno y fibra dando como resultado un aumento en la eficiencia alimenticia (Ivanova *et al.*, 2015). Por otra parte, Kholif *et al.* (2019) reportaron que con la inclusión de probióticos en la dieta basal de ganado de lechero obtuvo un 69 % en la tasa de preñez, valor por debajo de lo encontrado en este trabajo.

CONCLUSION

De acuerdo con los resultados obtenidos se puede concluir que la Bentonita de sodio es una arcilla que al ser incorporada al 2 % en la dieta de vacas lecheras en el periodo de secado antes del parto y durante la lactancia temprana, en los sistemas de producción semi intensivos en zona de montaña, incrementa la producción, mejora la calidad fisicoquímica de la leche, y favorece los parámetros reproductivos, siendo entonces una opción para mejorar la eficiencia en las unidades de producción.

LITERATURA CITADA

AKBAR H, Grala TM, Vailati Riboni M, Cardoso FC, Verkerk G, McGowan J, Macdonald K, Webster J, Schutz K, Meier S, Matthews L, Roche JR, Looor JJ. 2015. Body condition score at calving affects systemic and hepatic transcriptome indicators of inflammation and nutrient metabolism in grazing dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 98(2): 1019-1032. ISSN 1525-3198. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2014-8584>

AMANZOUGARENE Z, Fondevila M. 2022. Rumen Fermentation of Feed Mixtures Supplemented with Clay Minerals in a Semicontinuous In Vitro System. *Animals*. 12(3): 345-356. ISSN 2076-2615. <http://dx.doi.org/10.3390/ani12030345>



BERNAL - MARTÍNEZ LR, Garduño MDLAR, Fontes CV, Ortega AE, Flores JE, Ortega OAC. 2007. Determinación de la calidad fisicoquímica de la leche cruda producida en sistemas campesinos en dos regiones del Estado de México. *Veterinaria México*. 38(4):395-407. ISSN 2448-6760.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42338402>

BERRY DP, Friggens NC, Lucy M, Roche JR. 2016. Milk production and fertility in cattle. *Annual Review of Animal Biosciences*. 4:269-290. ISSN 2165-8110.

<http://dx.doi.org/10.1146/annurev-animal-021815-111406>

BRÍÑEZ W, Valbuena JE, Castro G, Fuentes F, González D, Tovar A. 2002. Calidad fisicoquímica de las principales marcas de leche pasteurizada consumidas en la ciudad de Maracaibo. *Revista Científica Universidad de Zulia*. 12(3): 221-230. ISSN 0798-2259

<https://produccioncientificaluz.org/index.php/cientifica/article/view/14846>

BUTLER W. 2003. Energy balance relationships with follicular development, ovulation and fertility in postpartum dairy cows. *Livestock Production Science*. 83(2-3): 211-218. ISSN 0301-6226. [http://dx.doi.org/10.1016/S0301-6226\(03\)00112-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0301-6226(03)00112-X)

CÓRDOVA IZQUIERDO A, Espinosa Cervantes R, Peña Betancurt SD, Villa Mancera E A, Huerta Crispín R, Juárez Mosqueda M^aDL, Gómez Vázquez A, Cansino Arroyo G, Olivares Pérez J, Sánchez Aparicio P. 2017. Efecto de la retención placentaria sobre días abiertos en vacas. *REDVET, Revista Electrónica de Veterinaria*. 18(9):1-4. ISSN: 1695-7504. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63653009055.pdf>

COLPOS (Colegio de Postgraduados). 2016. Reglamento para el uso y cuidado de animales destinados a la investigación en el colegio de postgraduados. México. https://www.colpos.mx/wb_pdf/norma_interna/REG_USO_CUIDADODEANIMALES.pdf

DJOKOVIĆ R, Kurćubić V, Ilić Z, Cincović M, Petrović M, Fratrić N. 2013. Evaluation the metabolic status of transitional dairy cows on the basis changes characteristic blood biochemical indicators. *Lucrări Științifice Medicină Veterinară*. 46(4): 58-65. ISSN 1454-7406. <https://hrcak.srce.hr/file/164857>

DOAA E, Osman A, Soliman S. 2021. Efectos en la producción de leche, composición de leche, digestibilidad y valores nutrimentales con la suplementación de bentonita en vacas Holstein. *Journal of Animal, Poultry and Fish Production*. 10 (1): 21-25. ISSN 2636-2732. <http://dx.doi.org/10.21608/JAPFP.2021.178519>

DRACKLEY JK. 1999. Biology of dairy cows during the transition period: The final frontier; *Journal of Dairy Science*. 82:2259-2273. ISSN 1525-3198. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75474-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75474-3)



DRACKLEY JK, Overton TR, Douglas GN. 2001. Adaptations of glucose and long-chain fatty acid metabolism in liver of dairy cows during the periparturient period. *Journal of Dairy Science*. 84 (E.Suppl.): E.100-E112. ISSN1525-3198.
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)70204-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)70204-4)

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2011. Codex Alimentarius. Leche y productos lácteos. <https://www.fao.org/3/i2085s/i2085s.pdf>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2021. Ganado vacuno. <http://www.fao.org/dairy-production-products/production/dairy-animals/cattle/es/>

FOLNOŽIĆ I, Samardžija M, Đuričić D, Vince S, Perkov S, Jelušić S, Valpotić H, Ljubić B, Lojkić M, Gračner D, Žaja I Ž, Maćešić N, Grizelj J, Dobranić T, Redžepi G, Šostar Z, Turk R. 2019. Effects of in-feed clinoptilolite treatment on serum metabolic and antioxidative biomarkers and acute phase response in dairy cows during pregnancy and early lactation. *Research in Veterinary Science*. 127: 57-64. ISSN 0034-5288
<http://dx.doi.org/10.1016/j.rvsc.2019.10.010>

FOLNOŽIĆ I, Turk R, Đuričić D, Vince S, Pleadin J, Flegar–Meštrić Z, Valpotić H, Dobranić T, Gračner D, Samardžija M. 2015. Influence of Body Condition on Serum Metabolic Indicators of Lipid Mobilization and Oxidative Stress in Dairy Cows During the Transition Period. *Reproduction in Domestic Animals*. 50(6): 910-917. ISSN 1439-0531.
<http://dx.doi.org/10.1111/rda.12608>

GOUDA G A, Khattab H M, Abdel-Wahhab M A, Abo El Nor S A, El-Sayed H M, Kholif S M. 2019. Clay minerals as sorbents for mycotoxins in lactating goats' diets: Intake, digestibility, blood chemistry, ruminal fermentation, milk yield and composition, and milk AFM1 content. *Small Ruminant Research*.175: 15-22. ISSN 0921-4488.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2019.04.003>

GUTIÉRREZ O, Galindo J, Oramas A, Cairo J. 2008. Efecto de la suplementación con bentonita y zeolita en la protección de la proteína ruminal. Estudios in vivo. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 42(3): 255-258. ISSN 2079-3472.
<https://www.redalyc.org/pdf/1930/193015504005.pdf>

GRUMMER RR, Mashek DG, Hayirli A. 2004. Dry matter intake and energy balance in the transition period. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 20(3):447-70. ISSN 0749-0720. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cvfa.2004.06.013>

HEINRICHS AJ, Rogers GW, Cooper JB. 1992. Predicting Body Weight and Wither Height in Holstein Heifers Using Body Measurements. *Journal of Dairy Science*. 75(12): 3576–3581. ISSN 1525-3198. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(92\)78134-x](http://dx.doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(92)78134-x)



INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Tlatlauquitepec Puebla Clave geoestadística.

http://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/21/21186.pdf

IVANOVA O, Ivanov E, Gordiyenko I. 2015. Expediency of use of bentonite clay in feeding of cows. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*. 18(6): 942-946. ISSN 1311-0489.

<https://jmabonline.com/en/article/Mjr9HbU1g21GfR0mlNq5>

KARATZIA MARIA A, Katsoulos Panagiotis D, Karatzias Harilaos. 2013. Diet supplementation with clinoptilolite improves energy status, reproductive efficiency and increases milk yield in dairy heifers. *Animal Production Science*. 53: 234-239. ISSN 1836-0939. <http://dx.doi.org/10.1071/AN11347>

KERWIN A L, Ryan C M, Leno B M, Jakobsen M, Theilgaard P, Barbano D M, Overton T R. 2019. Effects of feeding synthetic zeolite A during the prepartum period on serum mineral concentration, oxidant status, and performance of multiparous Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 102(6):5191-5207. ISSN 1525-3198.

<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2019-16272>

KHOLIF AE, Gouda GA, Morsy TA, Salem AZM, Lopez S, Kholif AM. 2015. Moringa oleifera leaf meal as a protein source in lactating goat's diets: Feed intake, digestibility, ruminal fermentation, milk yield and composition, and its fatty acids profile. *Small Ruminant Research*. 129:129–137. ISSN 0921-4488.

<https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2015.05.007>

La TORRE W. 2001. Métodos de reducción de los días abiertos en bovinos lecheros.

Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú. 12(2): 179-184. ISSN 1682-3419

<http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v12n2/a22v12n2.pdf>

MAKI C R, Thomas A D, Elmore S E, Romoser A A, Harvey R B, Ramirez-Ramirez H A, Phillips T D. 2016. Effects of calcium montmorillonite clay and aflatoxin exposure on dry matter intake, milk production, and milk composition. *Journal of Dairy Science*. 99(2): 1039–1046. ISSN 1525-3198.

<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2015-10242>

MEHANY AA, Shams ASE. 2019. Effect of Toxin Binder on Productive Performance of Lactating Friesian Cows. *Journal of Animal and Poultry Production*. 10(12): 405-413. ISSN 2090-3642.

<http://dx.doi.org/10.21608/jappmu.2019.82461>

MEHANY AA, Hegazy MM. 2020. Effect of Toxin Binder Supplemented to Friesian Cows Rations on Stress States and Their Reproductive Performance Under Summer Climatic Conditions in Delta Regio. *Journal of Animal and Poultry Production*. 11(10): 389-397. ISSN 2090-3642.

<http://dx.doi.org/10.21608/jappmu.2020.123618>



MELLENDEZ P, Marin MP, Robles J, Rios C, Duchens M, Archbald L. 2009. Relationship between serum nonesterified fatty acids at calving and the incidence of periparturient diseases in Holstein dairy cows. *Theriogenology*. 72(6):826-833. ISSN 0093-691X. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2009.06.001>

MELÉNDEZ P, Donovan GA, Risco CA, Goff JP. 2004. Plasma mineral and energy metabolite concentrations in dairy cows fed an anionic prepartum diet that did or did not have retained fetal membranes after parturition. *American Journal of Veterinary Research*. 65(8):1071-1076. ISSN: 1943-5681. <http://dx.doi.org/10.2460/ajvr.2004.65.1071>

MELÉNDEZ P, Bartolomé J. 2017. Avances sobre nutrición y fertilidad en ganado lechero: Revisión. *Revista Mexicana de Ciencia Pecuaria*. 8(4):407-417. ISSN 2448-6698. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v8i4.4160>

MIKOLAICHIK IN, Morozova LA. 2009. Biological Basis of Using Bentonite-Based Mineral–Vitamin Premix when Increasing the Milk Yield of Cows. *Russian Agricultural Sciences*. 35(3): 199-201. ISSN 1934-8037. <https://doi.org/10.3103/S1068367409030203>

MORSY TA, Kholif AE, Kholif SM, Kholif AM, Sun X, Salem AZM. 2016. Effects of two enzyme feed additives on digestion and milk production in lactating Egyptian buffaloes. *Annals of Animal Science*. 16(1):209–222. ISSN 2300-8733. <https://doi.org/10.1515/aoas-2015-0039>

Nutrición Planificada S.A. de C.V. México. 2024. VOLCLAY® FD-181. <https://nutriplan.com.mx/productos/VOLCLAY-FD-181.html>

NRC (National Research Council). 2001. The nutrient requirement of dairy cattle. Seventh edition; National Academy Press, Washington D.C. USA. Pp. 381. ISBN 0309069971.

PETIT H V, Twagiramungu H. 2006. Conception rate and reproductive function of dairy cows fed different fat sources. *Theriogenology*. 66(5): 1316–1324. ISSN 0093-691X. <http://dx.doi.org/10.1016/j.theriogenology.2006.04.029>

ROCHA A, Rocha S, Carvalheira J. 2001. Reproductive Parameters and Efficiency of Inseminators in Dairy Farms in Portugal. *Reproduction in Domestic Animals*. 36: 319-324. ISSN 0936-6768. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1439-0531.2001.00309.x>

ROCHE J R, Meier S, Heiser A, Mitchell MD, Walker CG, Crookenden MA, Vailati RM, Loor JJ, Kay JK. 2015. Effects of precalving body condition score and prepartum feeding level on production, reproduction, and health parameters in pasture-based transition dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 98(10):7164-7182. ISSN 1525-3198. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2014-9269>



SANTOS JEP, Bisinotto RS, Ribeiro ES. 2016. Mechanisms underlying reduced fertility in anovular dairy cows. *Theriogenology*. 86(1): 254-262. ISSN 0093-691X. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.04.038>

SERWICKA EM, Bahranowski K. 2004. Environmental catalysis by tailored materials derived from layered minerals. *Catal. Today* 90(1-2): 85-92. ISSN 0920-5861. <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2004.04.012>

SUMANTRI I, Agus A, Nuryono N, Böhm J, Murti TW. 2017. Effects of bentonite inclusion in naturally aflatoxin contaminated diet on aflatoxin excretion and milk production of Indonesian Friesian Holstein. *Italian Journal of Animal Science*. 16(1): 135. ISSN 1828-051X. <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/1828051X.2017.1330232>

SULZBERGER SA, Kalebich CC, Melnichenko S, Cardoso FC. 2016. Effects of clay after a grain challenge on milk composition and on ruminal, blood, and fecal pH in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 99(10):8028-8040. ISSN 1525-3198. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11030>

VALBUENA E, Castro G, Lima K, Acosta W, Bríñez W, Tovar A. 2004. Calidad microbiológica de las principales marcas de leche pasteurizada distribuidas en la ciudad de Maracaibo, Venezuela. *Revista Científica Universidad de Zulia*. 14(1). ISSN: 0798-2259. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95911219009>

YARMOTS GA, Yarmots LP. 2018. Natural sorbents in agricultura. *Advances in Engineering Research*. 151. International Conference on Smart Solutions for Agriculture (Agro-SMART 2018), *Atlantis Press*. 795-801. ISSN 2352-5401. <https://doi.org/10.2991/agrosmart-18.2018.149>

[Errata Erratum](#)

<https://abanicoacademico.mx/revistasabanico-version-nueva/index.php/abanico-veterinario/errata>