

## Efecto de la zeolita sobre retorno de la actividad ovárica, involución y salud uterina en vacas lecheras postparto criadas en pastoreo

J P Garzón Prado<sup>4</sup>, V H Barrera Mosquera<sup>1</sup>, D A Galarza Lucero<sup>2</sup>, M E Soria Parra<sup>2</sup>, D F Rodríguez Saldaña<sup>2</sup>, G E López Crespo<sup>2</sup> y P R Marini<sup>3,4</sup>

Estación Experimental del Austro, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Km 12.5 vía Descanso-Gualaceo. Gualaceo-Ecuador.

[juan.garzon@iniap.gob.ec](mailto:juan.garzon@iniap.gob.ec)

<sup>1</sup> Estación Experimental Santa Catalina, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Panamericana Sur Km. 1. Quito-Ecuador.

<sup>2</sup> Universidad de Cuenca. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Av. 12 de Octubre y Diego de Tapia. Cuenca-Ecuador.

<sup>3</sup> Universidad Nacional de Rosario. Facultad de Ciencias Veterinarias. Ovidio Lagos y Ruta 33. Casilda Provincia de Santa Fe-Argentina

<sup>4</sup> Centro Latinoamericano de Estudios de Problemáticas Lecheras. Ovidio Lagos y Ruta 33. Casilda Provincia de Santa Fe-Argentina

### Resumen

El objetivo fue evaluar el efecto de zeolita natural en vacas lecheras durante 105 días que incluyó las etapas de preparto (60 días) y posparto (45 días), sobre el retorno de la actividad ovárica (RAO), involución uterina (IU), salud uterina (SU) y la condición corporal (CC). Se utilizaron 50 vacas Holstein Friesian de 2 a 5 partos, alimentadas al pastoreo, con una CC  $\geq 3.5$  al secado, clínicamente sanas y con similares condiciones de manejo. Las vacas fueron divididas aleatoriamente en dos grupos: control (GC;  $n_1=25$ ) alimentadas con dieta basal y un grupo experimental (GE;  $n_2=25$ ) con dieta basal + 2% de zeolita sobre el consumo de materia seca (CMS), equivalente a 180 y 270 g/vaca/día durante el período seco y lactancia, respectivamente. El RAO se determinó por ultrasonografía transrectal a los 15, 22, 35 y 45 días y por la presencia de folículos  $\geq 10$  mm de diámetro. IU se determinó por palpación rectal a los 22 y 45 días evaluado por la posición del útero con respecto a la pelvis (PU) y simetría de los cuernos (SCU); SU por Cytobrush a los 35 días posparto y CC 15 días antes del parto, al parto y 45 días posparto. Para evaluar el efecto de la zeolita se usaron las pruebas U de Mann Whitney y Kruscall Wallis.

Los resultados de las variables ováricas, uterinas y CC fueron mejores ( $P < 0.001$ ) en el GE en comparación con el GC; mayor porcentaje de vacas con RAO a los 35 días para el GE en comparación con el GC, 52 % de las vacas del GC y el 4 % de GE no reiniciaron su actividad ovárica posparto; mayor porcentaje de vacas que involucionaron su útero a los 45 días con respecto a la PU y SCU; mejor SU a los 35 días expresados en % PMN; y una mejor CC a los 15 dap, al parto y 45 dpp. Finalmente, una correlación significativa ( $P < 0.001$ ) entre la CC a los 45 dpp con porcentaje de vacas que retornaron a la actividad ovárica, SU a los 35 días e IU 45 días. En conclusión, la adición de zeolita natural en la dieta basal de vacas lecheras alimentadas al pastoreo, antes y después del parto fue eficaz para estimular el retorno de la actividad ovárica, mejora la involución y salud uterina, y la condición corporal, recomendándose su uso en las ganaderías lecheras.

**Palabras clave:** alternativa tecnológica, clinoptilolita, nutraceútico, postparto

## Effect of zeolite on return of ovarian activity, involution and uterine health in postpartum dairy grazing bred cows

The objective was to evaluate the effect of natural zeolite in dairy cows for 105 days which included the pre-partum (60 days) and post-partum (45 days) period, on the return of ovarian activity (ROA), uterine involution (UI), uterine health (UH), and body score condition (BSC). Fifty Holstein Friesian grazing cows were used, with  $\geq 3.5$  BSC at drying off, between 2 and 5 calving, clinically healthy, with similar sanitary and management conditions. The cows were randomly divided in two groups: control (CG;  $n_1 = 25$ ) fed basal diet; and experimental (EG;  $n_2 = 25$ ) with basal diet + zeolite (2% of dry matter intake (DMI), equivalent to 180 and 270 g/cow/day, for dry and lactation period, respectively). The ROA was determined by transrectal ultrasonography at 15, 22, 35 and 45 days by the presence of follicles  $\geq 10$  mm diameter; UI by rectal palpation at 22 and 45 dpp evaluated by uterus position with respect to the pelvis (UP) and symmetry of the uterine horns (SUH); UH by cytobrush at 35 days; and BSC at 15 days pre-partum, at calving and 45 days post-partum, were evaluated. The zeolite effect was assessed by "U Mann Whitney and Kruscall Wallis" test. The results obtained of the ovarian and uterine variables and BSC were better ( $P < 0.001$ ) for EG than CG; higher percentage of cows with ROA to 35 days for EG than CG, 52.0 % of CG cows and 4% of EG did not return their post-partum ovarian activity; higher percentage of cows that involved her uterus at 45 days regarding UP and SUH; better UH at 35 days expressed by PMN (%); and better BSC at 15 bpd, birth and 45 dpp. Finally, a significant correlation ( $P < 0.001$ ) between the BSC at 45 days with the percentage of cows that returned their post-partum ovarian activity, UH at 35 days and UI at 45 days. In conclusion, the addition of natural zeolite in the basal diet of grazing dairy cows, before and after calving, was effective in stimulating the return of ovarian activity, improving involution and uterine health, and body score condition, recommending its use in the dairy herds.

**Keywords:** technological alternative, clinoptilolite, nutraceutical, postpartum

### Introducción

La vaca lechera en el periodo de transición pre-postparto enfrenta un gran desafío metabólico asociado a desequilibrios homeostáticos, siendo las características más importantes la disminución del consumo de materia seca y el balance energético negativo (BEN), causados por el aumento progresivo de la producción de leche hacia el pico de lactancia (Chapinal et al 2012 y Madoz 2012). La pérdida de condición corporal (CC) es causada también por el BEN, que obliga a movilizar grasa corporal para transformarla en energía de mantenimiento y producción, siendo más crítica en sus primeros días de lactancia, provocando indirectamente problemas en el desempeño reproductivo y sistema inmunológico (Chapinal et al 2012).

La homeostasis energética y del metabolismo está estrechamente relacionada con la eficacia del sistema inmunológico para combatir infecciones; es así que, estudios recientes han dado peso al argumento de que las vacas con los marcadores del catabolismo tisular más exacerbado a causa de balance energético negativo son más propensas a desarrollar enfermedades uterinas (Bromfield et al 2015).

Por otro lado, la inmunidad innata de leucocitos (neutrófilos) polimorfo mononucleares (PMN) es el mecanismo predominante de defensa inmune temprana tanto en la ubre y en útero (LeBlanc 2014). Los PMN son células fagocíticas en el útero y constituyen la primera línea de defensa frente a infecciones en el endometrio, reclutados desde la circulación periférica hacia la luz uterina para fagocitar y controlar la invasión bacteriana (Sheldon y Dobson 2004). Sin embargo, la función de estos neutrófilos se encuentra reducida en las vacas después del parto, que puede predisponer al establecimiento de la enfermedad uterina (Sheldon y Dobson 2004; De Boer et al 2015).

La salud reproductiva constituye un factor muy importante dentro de la eficiencia reproductiva (LeBlanc 2008). El comportamiento reproductivo de las vacas lecheras se ha visto comprometido principalmente en el retraso del retorno de la actividad ovárica posparto (Gautam et al 2010). Un aspecto muy importante para considerar una adecuada salud uterina es la ausencia de endometritis subclínica (ES) en las vacas post parto, que constituye un grave problema productivo y económico (Rinaudo 2012).

La ES está asociada con una involución uterina deficiente, misma que tiene un efecto negativo por alterar los índices reproductivos (Moura et al 2012), esto puede explicarse porque la ES está asociada a una reducción de la tasa de concepción (TC) en la inseminación artificial (IA) siguiente, presentando un 53% en vacas con ES y del 47% de las vacas sin ES (Maurino et al 2012).

La gestación y lactancia en vacas lecheras son estados fisiológicos y son susceptibles a experimentar estrés metabólico y consecuentemente estrés oxidativo, pudiendo estar relacionada con enfermedades metabólicas durante el periodo de transición (Celi et al 2010; Celi y Gabai 2015); para disminuir estos factores de riesgo es importante lograr una progresiva adaptación del rumen en especial en aquellas dietas donde existe desafíos de cantidad y calidad de alimento (Celi et al 2010).

Ipek (2012) propone una modificación de las prácticas de nutrición en rumiantes mediante la suplementación de aditivos para piensos con propiedades antioxidantes que mitigue los efectos nocivos de estrés oxidativo y tenga un impacto directo sobre el comportamiento productivo y reproductivo en vacas lecheras. Factores dietéticos tales como antioxidantes y balance de energía es probable que sean importantes para la función de neutrófilos y la respuesta inmune (Sheldon et al 2008).

En este aspecto, se presta atención a diversos minerales y aditivos como suplementos a la dieta en regiones donde hay yacimientos de minerales como es el caso de la zeolita natural tanto de origen volcánico y sedimentario. Las zeolitas son aluminosilicatos cristalinos hidratados de cationes alcalinos y alcalinotérreos, con marcos tetraédricos de  $\text{SiO}_4^{4-}$  y  $\text{AlO}_4^{5-}$  interrelacionados (Papaioannou et al 2005), que confiere al mineral una carga neta negativa, que se equilibra mediante un catión intercambiable, normalmente sodio ( $\text{Na}^+$ ), potasio ( $\text{K}^+$ ) o calcio ( $\text{Ca}^{++}$ ) (Flowers et al 2009). Se presentan como un adsorbente versátil, con propiedades de intercambio de cationes, deshidratación y rehidratación (Pavelic et al 2002; Andronikashvili et al 2008 y Andronikashvili et al 2009), y un efecto catalizador utilizada para múltiples usos en la industria, la agricultura, medicina humana y la alimentación animal (Andronikashvili et al 2012 y Wu et al 2015); además, las zeolitas naturales están clasificadas dentro del grupo esencial de nutracéutico (Katic et al 2006; Pavelic et al 2005).

La clinoptilolita natural tiene efectos positivos como un antioxidante que atrapa radicales libres, inactivando y eliminándolos (Zarkovic et al 2003; Ivkovic et al 2004; Andronikashvili et al 2009; Andronikashvili et al 2012; Ipek 2012; Wu et al 2013 y Wu et al 2015), antitumoral en medicina humana (Pavelic 2002 y Andronikashvili et al 2009), se utilizan en medicina para regular adecuadamente el equilibrio del pH del cuerpo (Andronikashvili et al 2009 y Wu et al 2015), inmuestimulante (Zarcovic et al 2003 y Ivkovic et al 2004) e inmonomodulador (Yarovan 2008; Dogliotti et al 2012; Ipek et al 2012 y Wu et al 2015). En rumiantes, mejora la fermentación ruminal, incrementando las bacterias celulíticas y estabiliza el pH ruminal (Mumpton 1999; Galindo 2005; Hernández et al 2015).

Actualmente, existen trabajos limitados sobre el efecto de la zeolita en el periodo de transición en vacas al pastoreo, pudiendo influir positivamente en útero y ovarios. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de zeolita al 2% del CMS en la dieta basal de vacas lecheras criadas al pastoreo durante 105 días: 60 días pre-parto (dap) y 45 días posparto (dpp), sobre el retorno de la actividad ovárica (RAO), la involución (IU) y salud uterina (SU), y la condición corporal (CC).

## Materiales y métodos

### Características del sitio experimental y selección de animales

El estudio se realizó en la Sierra sur del Ecuador, en las localidades de Soldados-Pumamaquí y El Capulí, pertenecientes a las parroquias de San Joaquín y Baños de la provincia del Azuay, respectivamente, en tres unidades productivas lecheras (UPL) con vacas Holstein Friesian criadas al pastoreo. Las altitudes de las tres UPL están entre 3100-3300 metros sobre el nivel del mar, con una precipitación promedio de  $\pm 67.1$  mm/mes, una temperatura entre 10-16°C, estandarizadas a un mismo sistema de manejo y pastoreo, con ordeño mecánico dos veces al día y una producción de leche promedio de 15 Kg/vaca/día. La alimentación basal para las vacas en el periodo de secado ( $\pm 60$  dap) fue exclusivamente a base de pasto (mezcla de Rye grass anual y perenne un 90% y trébol blanco un 10%), y sales minerales de manera ocasional; la dieta basal de las vacas en producción lechera fue a base de pasto, silo de pasto, silo de maíz, concentrado y sales minerales/vitaminas (Tabla 1).

**Tabla 1.** Ingredientes de la dieta CMS/kg/día y aporte de Mcal/EN<sub>l</sub>/día.

Ingredientes	Vacas secas		Vacas lactantes	
	Kg/MS/día	Mcal/EN <sub>l</sub> /día	Kg/MS/día	Mcal/EN <sub>l</sub> /día
Pasto (Mezcla forrajera)	9.00	10.81	8.07	11.41
Silo de Pasto (Mezcla forrajera)	---	---	1.55	2.15
Silo de Maíz (Var. INIAP 180)	---	---	2.07	3.05
Concentrado	---	---	1.81	1.81
Pre mezcla de vitaminas y sales minerales (Comercial)	0.10*	---	0.12	---
Zeolita (Clinoptilolita)**	0.18	---	0.27	---
<b>Total</b>	<b>9.00</b>	<b>10.81</b>	<b>13.5</b>	<b>18.42</b>

\*\* Adicionada al grupo experimental. ; \* Adicionada de manera ocasional ;  
Fuente: Análisis Bromatológico proximal – Laboratorios INIAP-EESC

Los análisis bromatológicos se realizaron en los laboratorios de Nutrición y Calidad de la Estación Experimental “Santa Catalina” del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), para determinar la calidad de los alimentos de la dieta basal y realizar el cálculo del aporte energético (Mcal/EN<sub>l</sub>/día) de los ingredientes de la dieta basal (Tabla 1) según el (NRC 2001).

La investigación se realizó entre junio y octubre de 2015 en 50 vacas Holstein Friesian mestizas entre tres a siete años de edad, y entre segundo y quinto parto, con una condición corporal al secado  $\geq 3.5$  según la escala de Edmonson et al (1989), clínicamente sanas después de un examen general, y con un peso promedio de 450 Kg de PV. Las vacas fueron divididas de manera aleatoria en 2 grupos, un control GC ( $n_1=25$ ) y un grupo experimental GE

( $n_2=25$ ), al cual se adicionó 2% de zeolita (Clinoptilolita) a la dieta desde los 60 dap hasta los 45 dpp. Las vacas que presentaron distocia, retención de membranas fetales y con CC  $< 3.5$  fueron excluidas del proyecto.

### Administración de zeolita

La zeolita que se utilizó fue de la empresa La Colina Cia. Ltda., con el nombre de Captalin® (zeolita natural Clinoptilolita de origen sedimentario). La adición de zeolita al GE a la dieta basal de las vacas comenzó al momento del secado (60 dap) y se hizo con base en su peso promedio, incluyendo el 2% del CMS, y su administración se realizó en comederos individuales para garantizar el 100% de consumo; esta adición de zeolita corresponde al periodo de adaptación ruminal. En las vacas en producción, desde el parto hasta los 45 dpp la adición de zeolita fue repartida en dos partes iguales y administradas en cada ordeño (mañana y tarde), conjuntamente con el concentrado y sales minerales.

### Evaluación del retorno a la actividad ovárica, involución y salud uterina, y condición corporal

El retorno a la actividad ovárica (RAO) se evaluó por ultrasonografía transrectal (Kaixin-RKU® 10 portátil, LCD, transductor lineal 6,5 MHz) a los 15, 22, 35 y 45 dpp en el ovario derecho e izquierdo. Los folículos fueron medidos y clasificados según su diámetro en tres clases según Domínguez et al (2008): clase I ( $\leq 5$  mm); clase II (5.1-9.9 mm) y clase III ( $\geq 10$  mm). Se determinó como el retorno de la actividad ovárica de las vacas, cuando se observaron folículos  $\geq 10$  mm de diámetro. Los resultados fueron expresados en porcentaje, condicionando como retorno o no de la actividad ovárica en los diferentes días de medida.

La involución uterina (IU) se evaluó subjetivamente por palpación rectal a los 22 y 45 dpp considerando la posición del útero con respecto a la pelvis (PU) y simetría de los cuernos (SCU), metodología modificada de LeBlanc et al (2002) citado por Domínguez et al (2008); la IU por PU se determinó al palpar el útero totalmente sobre la pelvis (involucionó), mientras que si el útero se encontraba por debajo de la pelvis se consideró como no involucionado; la IU por SCU se estableció como involucionado cuando había una simetría del 50/50 entre los cuernos uterinos. En ambas evaluaciones: PU y SCU, los resultados fueron expresados en porcentajes, considerando las vacas que involucionaron su útero.

La evaluación de la salud uterina (SU) se realizó a los 35 dpp, a través de una citología endometrial (Cytobrush) descrita por Madoz (2012). El análisis de las muestras de citología endometrial fue realizado en un laboratorio clínico microbiológico e inmunológico particular de servicio humano y veterinario (C&S Laboratorios). Los resultados fueron expresados en porcentaje de neutrófilos PMN evaluados en cada citología obtenida por vaca y por grupo; se consideró un porcentaje menor al 6% de PMN en las citologías endometriales como útero saludables en vacas al pastoreo y vacas con útero no saludable cuando se superaba ese porcentaje, según lo descrito por Rutter (2015).

La condición corporal (CC) fue valorada subjetivamente, según la escala de Edmonson et al (1989), partiendo con una CC  $\geq 3.5$  al momento del secado (60 dap), en tres periodos: 15 dap, al momento del parto (día 0) y a los 45 dpp.

### Diseño experimental y pruebas estadísticas

En este estudio se usó un diseño completamente al azar, con dos tratamientos (GC y GE), cada uno con 25 vacas. Los datos fueron sistematizados y analizados en el programa estadístico SPSS versión 22. Las variables IU, SU y RAO se consideraron como “No Paramétricas tipo ordinales” y se usaron las pruebas estadísticas “U de Mann Whitney” y “Kruscall Wallis”; y la variable CC fue considerada como “Paramétrica tipo continua” y se usó un análisis de varianza. Además, se realizó una tabla de frecuencias en la variable RAO, condicionando si retornaron o no su actividad ovárica post-parto en los días de medición de acuerdo al tamaño folicular. Finalmente, se usó la prueba “Rho de Spearman” para medir el grado de correlación significativa entre las variables CC (45 dpp) y RAO, SU e IU (45 dpp); y entre el RAO y SU.

## Resultados

El porcentaje de vacas que reiniciaron actividad ovárica a los 35 dpp fue mayor ( $P < 0.01$ ) para el GE en comparación con el GC (Tabla 2); 52 % de las vacas del grupo control y el 4 % de grupo experimental no reiniciaron actividad ovárica posparto.

**Tabla 2.** Porcentaje de vacas que reiniciaron actividad ovarica (por tamaño de folículos  $\geq 10$  mm de diámetro).

Días postparto	Tratamientos	
	GC (n=25)	GE (n=25)
15 dpp (%) (n)	0.0 (0)	0.0 (0)
22 dpp (%) (n)	0.0 (0)	0.0 (0)
35 dpp (%) (n)	32 <sup>a</sup> (8)	76 <sup>b</sup> (19)
45 dpp (%) (n)	16 <sup>a</sup> (4)	20 <sup>a</sup> (5)
Total (%) (n)	48 <sup>a</sup> (13)	96 <sup>b</sup> (1)

<sup>a,b</sup> Letras distintas en cada fila expresan diferencias significativas ( $P < 0.01$ ).

GC= Grupo control; GE= Grupo experimental.

El porcentaje de vacas que involucionaron el útero de acuerdo a la PU y SCU, a los 22 días, fue ligeramente mayor en el GE con respecto al GC, pero no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ); sin embargo, a los 45 días, el porcentaje de vacas que involucionaron su útero fue mayor ( $P < 0.01$ ) en el GE que en el GC (Tabla 3)

**Tabla 3.** Porcentaje de vacas que involucionaron su útero de acuerdo a la posición del útero con relación a la pelvis (PU) y simetría de los cuernos uterinos (SCU).

Días postparto	Involución Uterina	Tratamientos	
		GC (%)	GE (%)
22	PU	28.0	48.0
	SCU	16.0	24.0
	PU	40.0 <sup>a</sup>	76.0 <sup>b</sup>
45	SCU	32.0 <sup>a</sup>	76.0 <sup>b</sup>

<sup>a,b</sup> Letras distintas en cada fila expresan diferencias significativas ( $P < 0.01$ ).

GC= Grupo control; GE= Grupo experimental.

Al evaluar la SU, el porcentaje de neutrófilos PMN fue mayor ( $P < 0.01$ ) en el GE que el GC, obteniendo 3.4% y 22.3%, respectivamente.

Los valores promedios de CC obtenidos fueron mejores ( $P < 0.01$ ) para el GE que el GC, a los 15 dap, al momento del parto y 45 dpp (Figura 1).



**Figura 1.** Variación de la condición corporal promedio durante el estudio de acuerdo al tratamiento.

<sup>\*\*</sup> Expresan diferencias significativas ( $P < 0.01$ ).

CC= Condición corporal; GC= Grupo control; GE= Grupo experimental.

Se determinó una correlación significativa ( $P < 0.001$ ) entre la CC a los 45 dpp y el porcentaje de vacas que retornaron a la actividad ovárica ( $r = 0.70$ ); y con porcentaje de neutrófilos PMN que determinan la salud uterina ( $r = 0.76$ ); y una buena correlación con el porcentaje de vacas con involución uterina a los 45 dpp de acuerdo a la posición del útero con respecto a la pelvis ( $r = 0.81$ ) y la simetría de los cuernos uterinos ( $r = 0.85$ ). También existió una correlación significativa ( $P < 0.001$ ) entre porcentaje de neutrófilos PMN que determinan la salud uterina los 35 dpp y porcentaje de vacas que retornaron a la actividad ovárica a los 35 dpp ( $r = 0.71$ ). Finalmente, se comprobaron correlaciones altamente significativas ( $P < 0.01$ ) entre el porcentaje de vacas que retornaron a la actividad ovárica y el porcentaje de vacas que involucionaron el útero a los 45 dpp, tanto con relación a la posición del útero ( $r = 0.582$ ) como con la simetría de cuernos uterinos ( $r = 0.60$ ), y con la salud uterina ( $r = 0.85$ ).

## Discusión

El RAO de las vacas alimentadas con Clinoptilolita fue significativamente mayor en comparación con los animales del GC, y presentó una correlación directamente proporcional con la CC a los 45 dpp. El RAO se evidenció por el mayor porcentaje de folículos  $\geq 10$  mm que tuvieron las vacas del GE, debido probablemente a que la zeolita tuvo un efecto beneficioso en la función ruminal y determinó un menor deterioro de la CC, (Figura 1). Se ha comprobado que la condición corporal tiene una relación directa con la actividad ovárica postparto (LeBlanc 2008; Gautam et al 2010; Bromfield et al 2015; Aungier et al 2014); asimismo, la involución uterina, el estado de salud del útero y el reinicio de la actividad ovárica luego del parto están fuertemente influenciadas por la presencia de infecciones uterinas clínicas y subclínicas, que de existir retardan la actividad folicular postparto, comprometiendo la reanudación de la ovulaciones (Sheldon et al 2009) y en última instancia la incapacidad de concebir (Ribeiro et al 2013; Bromfield et al 2015). Esto indica que la presencia más temprana de folículos  $\geq 10$  mm en el GE pudo haber estado influenciada por la menor disminución de la CC que experimentaron durante las dos semanas previas al parto, y por la tasa mayor de recuperación que tuvieron durante los 45 días siguiente al parto, lo cual coincide con las consideraciones indicadas por LeBlanc (2008) y Gautam et al (2010) en relación a este aspecto. Esta respuesta fisiológica pudiera explicarse por el efecto de la zeolita en los rumiantes, ya que su administración rutinaria en la dieta incrementa las bacterias celulolíticas y mejorar la fermentación y el pH ruminal (Mumpton 1999; Galindo 2005; Hernández et al 2015), todo lo cual pudo haber mejorado el estatus metabólico de las vacas del GE reduciendo el deterioro de su CC antes del parto y contribuyendo a recuperarla más rápidamente durante el periodo postparto.

La proporción de vacas que completaron la involución uterina a los 45 dpp fue superior en el GE que en el GC. Asimismo, hubo una fuerte relación entre la CC y los dos aspectos considerados para evaluar la involución uterina (PU y SCU), así como también con la salud uterina. Una adecuada IU postparto se caracteriza por el rápido regreso del útero a su condición normal pre gestacional y es de vital importancia para el establecimiento de una nueva preñez (LeBlanc 2008; Castro 2011). La salud uterina a los 35 dpp fue mejor ( $P < 0.001$ ) en el GE que en el GC (3.4% vs 22.2% de PMN respectivamente). Usando como referencia los valores de GE, estos se encuentran por debajo de los indicados por Kasimanickam et al (2004) en vacas lecheras en confinamiento, y por los descritos por Sheldon et al (2006), quienes reportaron un porcentaje mayor al 10% de PMN en vacas entre 34 y 47 días postparto; de igual manera, están por debajo del 6% de PMN (34 a 47 dpp) señalado para vacas lecheras manejadas al pastoreo (Madoz 2012; Madoz et al 2013 y De la Sota et al 2014).

El porcentaje de PMN en el grupo de vacas que consumió zeolita (Clinoptilolita) fue 6.5% menor que en el GC, lo cual confirma los hallazgos previamente reportados del efecto beneficioso de la zeolita sobre el sistema inmune (Zarcovic et al 2003; Ivkovic et al 2004; Yarovan 2008; Dogliotti et al 2012; Ipek et al 2012; Wu et al 2015). Otra evidencia de ello fue reportada por Ural (2014), quien adicionó Clinoptilolita en la alimentación de vacas lecheras con el objetivo de mejorar la salud de la glándula mamaria, y demostró una disminución del recuento de células somáticas ( $P < 0.01$ ) con respecto al grupo de vacas no suplementadas con el producto. Aparentemente, el efecto de la adición de zeolita en la dieta sobre la salud uterina podría explicarse por estimular la actividad antioxidante, ya que su adición incrementa la enzima superóxido dismutasa (SOD) en la mucosa intestinal y disminuye el contenido de MDA (malondialdehído), que proporciona una protección contra el estrés oxidativo mediante el aumento de los niveles de importantes enzimas antioxidantes, aumentando los mecanismos fisiológicos contra el estrés oxidativo y favoreciendo la salud en general (Yaroban 2008; Madhusudhan et al 2009; Wang et al 2012; Wu et al 2013 Tang et al 2014; Wu et al 2015).

En este estudio, la condición energética de las vacas fue estimada mediante la evaluación de la CC, que aunque es un método subjetivo de determinación del este estado metabólico pre y post parto, ha sido ampliamente validado para predecir y estimar ciertas alteraciones metabólicas y el desempeño productivo y reproductivo en vacas lecheras (Gillund et al 2001; Roche et al 2007a, 2007b; Al Ibrahim et al 2010).

Considerando que el rendimiento reproductivo de las vacas lecheras está positivamente correlacionado con el balance energético del animal (Butler 2003; Oikonomou et al 2008), pudiera decirse que los efectos beneficiosos de la zeolita en la función ruminal mejoró el estado metabólico de las vacas del GE en comparación a las de GC, lo cual influyó en que estas tuvieran un RAO e involución uterina más temprana y una mejor salud uterina, tal como lo muestran los resultados de este estudio. En tal sentido, Karatzia et al (2013) obtuvo similares efectos sobre la CC al administrar 200 g/día de una zeolita natural, Clinoptilolita, durante los últimos 2 meses de gestación y durante la lactancia subsiguiente; el grupo tratado tuvo concentraciones significativamente más altas de glucosa sérica y significativamente más bajas de ácido beta hidroxibutírico y acetoacetato. Además de ello, las vacas suplementadas con Clinoptilolita tuvieron un mejor desempeño reproductivo y produjeron más leche que las vacas no tratadas. Asimismo, la administración de Clinoptilolita mejoró el estado energético de las vacas lecheras durante el parto (Katsoulos et al 2006); efecto que se atribuye al aumento de la producción de propionato en el rumen y/o al de la digestión post-ruminal del almidón. Adicionalmente, los parámetros reproductivos (intervalos parto-primer celo, parto-primer servicio y parto-concepción), de las vacas suplementadas con Clinoptilolita fueron significativamente mejorados en comparación con los de los animales del grupo control ( $P < 0.05$ ) (Karatzia et al 2013).

## Conclusions

- La adición de zeolita natural (Clinoptilolita) antes y después del parto en la dieta basal de vacas lecheras al pastoreo, en una proporción del 2% del CMS seca por vaca por día, influyó a que un mayor número de vacas retornaron a la actividad ovárica a los 35 y 45 días postparto.
- La inclusión de este producto en la dieta aumentó el porcentaje de vacas con involución uterina a los 45 días post parto y mejoró la salud uterina a los 35 días post parto; además, mostró un efecto favorable en la CC a los 15 días antes del parto, al parto y a los 45 días luego del mismo.

## Agradecimientos

Se agradece a la Gerencia y Departamento de Investigación y Desarrollo de la empresa La Colina Cía. Ltda., por las facilidades brindadas para esta investigación.

## Referencias

- Al Ibrahim R M, Kelly A K, O'Grady L, Gath V P, McCarney C and Mulligan F J 2010** The effect of body condition score at calving and supplementation with *Saccharomyces cerevisiae* on milk production, metabolic status, and rumen fermentation of dairy cows in early lactation. *Journal of Dairy Science* 93(11): 5318-5328.
- Andronikashvili T, Zautashvili M, Eprikashvili L, Burkiashvili, N and Pirtskhalava N 2012** Natural Zeolite—One of the Possibilities of Transition from Chemical to Biological Agronomy. *Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences* 6(2): 111-118. <http://bnas.org/Science/2012/Vol.%206.%20N2/118.pdf>
- Andronikashvili T, Pagava K, Kurashvili T and Eprikashvili L 2009** Possibility of application of natural zeolites for medicinal purposes. *Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences* 3(2): 158-167. <http://science.org.ge/old/3-2/Andronikashvili.pdf>
- Andronikashvili T, Urushadze T, Eprikashvili L, Gamisonia M and Nakaidze E 2008** Towards the biological activity of the natural zeolite-clinoptilolite-containing tuff. *Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences* 2(3): 99-107. <http://citeserx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.509.6105&rep=rep1&type=pdf>
- Aungier S P M, Roche J F, Diskin M G and Crowe M A 2014** Risk factors that affect reproductive target achievement in fertile dairy cows. *Journal of Dairy Science* 97(6): 3472-3487.
- Butler WR 2003** Energy balance relationships with follicular development, ovulation and fertility in postpartum dairy cows. *Livestock Production Science* 83: 211-218.
- Bromfield J, Santos J E P, Block J, Williams S R and Sheldon I M 2015** Physiology and Endocrinology Symposium: Uterine infection: Linking infection and innate immunity with infertility in the high-producing dairy cow. *Journal of Animal Science* 93(5): 2021-2033. <https://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/articles/93/5/2021>
- Castro R S 2011** Efecto del nivel de suplementación con propilenglicol durante el periodo de transición a la lactancia sobre actividad ovárica, salud uterina y desempeño reproductivo en vacas Holstein. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. 92 p. Tomado de [http://www.bdigital.unal.edu.co/5752/1/43866901\\_2012.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/5752/1/43866901_2012.pdf)
- Celi P and Gabai G 2015** Oxidant/Antioxidant Balance in Animal Nutrition and Health: The Role of Protein Oxidation. *Frontiers in Veterinary Science* 2: 48. Tomado de <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fvets.2015.00048/full>
- Celi P, Di Trana A and Claps S 2010** Effects of plane of nutrition on oxidative stress in goats during the peripartum period. *The Veterinary Journal* 184(1): 95-99.
- Chapinal N, Carson M E, LeBlanc S J, Leslie K E, Godden S, Capel M and Duffield T F 2012** The association of serum metabolites in the transition period with milk production and early-lactation reproductive performance. *Journal of Dairy Science* 95(3): 1301-1309.
- De Boer M, Buddle B M, Heuer C, Hussein H, Zheng T, LeBlanc S J and McDougall S 2015** Associations between intrauterine bacterial infection, reproductive tract inflammation, and reproductive performance in pasture-based dairy cows. *Theriogenology* 83(9): 1514-1524.
- De la Sota R L, Madoz L, Jaureguiberry M and Dominguez G 2014** Endometritis Subclínica En Vacas De Tambo: Diagnóstico, Prevalencia e impacto sobre la eficiencia reproductiva. *Spermova* 4(2): 105-111. [http://www.reproduccionanimal.org/site3/files/revistas/spermova%204.2/Sota\\_2014-11-105-111.pdf](http://www.reproduccionanimal.org/site3/files/revistas/spermova%204.2/Sota_2014-11-105-111.pdf)
- Dogliotti G, Malavazos A E, Giacometti S, Solimene, U, Fanelli M, Corsi M M and Dozio E 2012** Natural zeolites chabazite/phillipsite/analcime increase blood levels of antioxidant enzymes. *Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition* 50(3): 195-198. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3334371/>
- Dominguez C, Ruiz A, Pérez R, Martínez N, Drescher K, Pinto L and Araneda R 2008** Efecto de la condición corporal al parto y del nivel de alimentación sobre la involución uterina, actividad ovárica, preñez y la expresión hipotalámica y ovárica de los receptores de leptina en vacas doble propósito. *Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias* 49(1): 023-026. Tomado de <http://www.scielo.org.ve/pdf/rfvc/v49n1/art04.pdf>
- Edmonson A J, Lean I J, Weaver L D, Farver T and Webster G 1989** A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science* 72(1): 68-78.
- Flowers J L, Lonky S A and Deitsch E J 2009** Clinical evidence supporting the use of an activated clinoptilolite suspension as an agent to increase urinary excretion of toxic heavy metals. *Nutrition and Dietary Supplements* 1: 11-18.
- Galindo J and Marrero Y 2005** Manipulación de la fermentación microbiana ruminal. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 39: 439-450. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193017842006>
- Gautam G, Nakao T, Yamada K and Yoshida C 2010** Defining delayed resumption of ovarian activity postpartum and its impact on subsequent reproductive performance in Holstein cows. *Theriogenology* 73(2): 180-189.
- Gillund P, Reksen O, Gröhn Y T and Karlberg K 2001** Body condition related to ketosis and reproductive performance in Norwegian dairy cows. *Journal of Dairy Science* 84(6): 1390-1396.
- Hernández Y G and Curbelo Y G 2015** Uso de aditivos en la alimentación animal: 50 años de experiencia en el Instituto de Ciencia Animal. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 49(2): 173-177. Tomado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193039698006>
- Ipek H A 2012** The effect of zeolite on oxidant/antioxidant status in healthy dairy cows. *Acta Veterinaria Brno* 81(1): 43-47. [https://actavet.vfu.cz/media/pdf/avb\\_2012081010043.pdf](https://actavet.vfu.cz/media/pdf/avb_2012081010043.pdf)
- Ivkovic S, Deutsch U, Silberbach A, Walraph E and Mannel M 2004** Dietary supplementation with the tribomechanically activated zeolite clinoptilolite in immunodeficiency: Effects on the immune system. *Advances in Natural Therapy* 21(2): 135-147.
- Karatzia M A, Katsoulos P D and Karatzias H 2013** Diet supplementation with clinoptilolite improves energy status, reproductive efficiency and increases milk yield in dairy heifers. *Animal Production Science* 53(3): 234-239.
- Kasimanickam R, Duffield T F, Foster R A, Gartley C J, Leslie K E, Walton J S and Johnson W H 2004** Endometrial cytology and ultrasonography for the detection of subclinical endometritis in postpartum dairy cows. *Theriogenology* 62(1): 9-23.
- Katic M, Bosnjak B, Gall-Troselj K, Dikic I and Pavelic K 2006** A clinoptilolite effect on cell media and the consequent effects on tumor cells in vitro. *Frontiers in Bioscience* 11(2): 1722-1732.
- Katsoulos P D, Panousis N, Roubies N, Christaki E, Arsenos G and Karatzias H 2006** Effects of long-term feeding of a diet supplemented with clinoptilolite to dairy cows on the incidence of ketosis, milk yield and liver function. *Veterinary Record: Journal of the British Veterinary Association* 159(13): 415-418.
- LeBlanc S J 2014** Reproductive tract inflammatory disease in postpartum dairy cows. *Animal* 8(s1): 54-63. <https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/598913738F82C7FC94A92F60C7C80524/S1751731114000524a.pdf/div-class-title-reproductive-tract-inflammatory-disease-in-span-class-italic-postpartum-span-dairy-cows-div.pdf>
- LeBlanc S J 2008** Postpartum uterine disease and dairy herd reproductive performance: A review. *The Veterinary Journal* 176(1): 102-114.

**Madoz L V, Giuliodori M J, Jaureguierry M, Plöntzke J, Drillich M and De la Sota R L 2013** The relationship between endometrial cytology during estrous cycle and cutoff points for the diagnosis of subclinical endometritis in grazing dairy cows. *Journal of Dairy Science* 96(7): 4333-4339.

**Madoz L V 2012** Endometritis subclínica en vacas de tambo: diagnóstico, prevalencia e impacto sobre la eficiencia reproductiva. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de la Plata, Facultad de Ciencias Veterinarias, Argentina.  
[http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/18570/Documento\\_completo\\_pdf?sequence=3](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/18570/Documento_completo_pdf?sequence=3)

**Maurino A, Bernardi S, Rinaudo A and Marini P R 2012** Prevalencia de endometritis subclínica antes y cuatro horas después de la inseminación artificial en vaquillonas. *Spernova* 2(1): 47-48. <http://www.reproduccionanimal.org/site3/files/revistas/spernova2/47-48-Maurino-endometritis.pdf>

**Madhusudhan N, Basha P M, Begum S and Ahmed F 2009** Fluoride-induced neuronal oxidative stress and its amelioration by antioxidants in developing rats. *International Society of Fluoride Research* 42(3): 179-187. [http://www.fluoridresearch.org/423/files/FI2009\\_v42\\_n3\\_p179-187.pdf](http://www.fluoridresearch.org/423/files/FI2009_v42_n3_p179-187.pdf)

**Moura A R, Tsuruta S A, Oliveira P M, Nasciuti N R, Santos R M and Saut J P 2012** Endometrite subclínica após o tratamento de vacas com endometrite clínica. *Archives of Veterinary Science* 17(3): 32-41. <http://revistas.ufpr.br/veterinary/article/view/25529/18801>

**Mumpton F A 1999** La roca mágica: uses of natural zeolites in agriculture and industry. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 96(7): 3463-3470. <http://www.pnas.org/content/96/7/3463.full.pdf>

**NRC National Research Council 2001** Nutrient requirements of dairy cattle. 7th rev. Ed. 381p. National Academy Press, Washington, DC.

**Oikonomou G, Arsenos G, Valergakis G E, Tsiaras A, Zygoiannis D and Banos G 2008** Genetic relationship of body energy and blood metabolites with reproduction in Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 91 (11): 4323-4332.

**Papaioannou D, Katsoulos P D, Panousis N and Karatzias H 2005** The role of natural and synthetic zeolites as feed additives on the prevention and/or the treatment of certain farm animal diseases: a review. *Microporous and Mesoporous Materials* 84(1): 161-170.

**Pavelic K, Etra A and Gall-Troselj K 2005** Insights from the front lines of nutraceutical research: The Third International Conference on Mechanisms of Action of Nutraceuticals (ICMAN 3). *The Journal of Alternative & Complementary Medicine* 11(4): 735-738.

**Pavelic K, Katic M, Sverko V, Marotti T, Bosnjak B, Balog T and Poljak-Blazi M 2002** Immunostimulatory effect of natural clinoptilolite as a possible mechanism of its antimetastatic ability. *Journal of Cancer Research and Clinical Oncology* 128(1): 37-44.

**Rinaudo A 2012** Endometritis subclínica en vacas lecheras: diagnóstico, tratamiento e incidencia productiva y reproductiva. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Rosario, Facultad de Ciencias Veterinarias, Argentina. 119p. Tomado de [http://www.fveter.unr.edu.ar/upload/ENDOMETRITIS\\_SUBCL%CDNICA\\_EN\\_VACAS\\_LECHERAS\\_DIAGN%DCSTICO\\_TRATAMIENTO\\_E\\_INCIDENCIA\\_PRODUCTIVA\\_Y\\_REPRODUCTIVA.pdf](http://www.fveter.unr.edu.ar/upload/ENDOMETRITIS_SUBCL%CDNICA_EN_VACAS_LECHERAS_DIAGN%DCSTICO_TRATAMIENTO_E_INCIDENCIA_PRODUCTIVA_Y_REPRODUCTIVA.pdf)

**Ribeiro E S, Lima F S, Greco L F, Bisinotto R S, Monteiro A P, Favoreto M, Ayres H, Marsola R S, Martinez N, Thatcher W W and Santos J E 2013** Prevalence of periparturient diseases and effects on fertility of seasonally calving grazing dairy cows supplemented with concentrates. *Journal of Dairy Science* 96(9): 5682-5697.

**Roche J R, Lee J M, Macdonald K A and Berry D P 2007a** Relationships among body condition score, body weight, and milk production variables in pasture-based dairy cows. *Journal of Dairy Science* 90(8): 3802-3815.

**Roche J R, Macdonald K A, Burke C R, Lee J M and Berry D P 2007b** Associations among body condition score, body weight, and reproductive performance in seasonal-calving dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 90(1): 376-391.

**Rutter B 2015** Diagnóstico de endometritis subclínica en vacas lecheras. *Revista Científica Maskana* 6: 131-142.  
<http://www.uca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/655/572>

**Sheldon I M and Dobson H 2004.** Postpartum uterine health in cattle. *Animal Reproduction Science* 82: 295-306.

**Sheldon I M, Lewis G S, LeBlanc S and Gilbert R O 2006** Defining postpartum uterine disease in cattle. *Theriogenology* 65(8): 1516-1530.

**Sheldon I M, Williams E J, Miller A N, Nash D M and Herath S 2008** Uterine diseases in cattle after parturition. *The Veterinary Journal* 176(1): 115-121. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1090023307004327>

**Sheldon I M, Cronin J, Goetze L, Donofrio G and Schuberth H J 2009** Defining postpartum uterine disease and the mechanisms of infection and immunity in the female reproductive tract in cattle. *Biology of Reproduction* 81(6): 1025-1032. <http://www.biolreprod.org/content/81/6/1025.full>

**Tang Z G, Wen C, Wang L C, Wang T and Zhou Y M 2014** Effects of zinc-bearing clinoptilolite on growth performance, cecal microflora and intestinal mucosal function of broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology* 189: 98-106.

**Ural D A 2014** La eficacia de la suplementación con clinoptilolita sobre la producción de leche y el recuento de células somáticas. *Revista MVZ Córdoba* 19(3): 4242-4248. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-02682014000300005](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682014000300005)

**Wang L C, Zhang T T, Wen C, Jiang Z Y, Wang T and Zhou Y M 2012** Protective effects of zinc-bearing clinoptilolite on broilers challenged with *Salmonella pullorum*. *Poultry Science* 91(8): 1838-1845. <https://academic.oup.com/ps/article/91/8/1838/1550933/Protective-effects-of-zinc-bearing-clinoptilolite?searchresult=1>

**Wu Q J, Wang Y, Zhou Y and Wang T 2015** Dietary clinoptilolite influences antioxidant capability and oxidative status of broilers. *The Journal of Applied Poultry Research* 24 (2): 99-104. Tomado de <https://academic.oup.com/japr/article/24/2/99/774761/Dietary-clinoptilolite-influences-antioxidant>

**Wu Y, Wu Q, Zhou Y, Ahmad H and Wang T 2013** Effects of clinoptilolite on growth performance and antioxidant status in broilers. *Biological Trace Element Research* 155(2): 228-235. Tomado de <http://link.springer.com/article/10.1007/s12011-013-9777-6>

**Yarovan N I 2008** Effect of zeolites on adaptation processes in cows. *Russian Agricultural Sciences* 34(2): 120-122.

**Zarkovic N, Zarkovic K, Kralj M, Borovic S, Sabolovic S, Blazi M P and Pavelic K 2003** Anticancer and antioxidative effects of micronized zeolite clinoptilolite. *Anticancer Research* 23(2): 1589-1596.

*Received 6 October 2016; Accepted 13 January 2017; Published 1 March 2017*

[Go to top](#)