

Efectos del suministro de propilenglicol y sales aniónicas sobre la condición corporal e incidencia de enfermedades posparto en vacas lecheras de alta producción

**Sttefany Salvina Rosales Santamaría
Jason Oriel Santamaría Rodríguez**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2016

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Efectos del suministro de propilenglicol y sales aniónicas sobre la condición corporal e incidencia de enfermedades posparto en vacas lecheras de alta producción

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingenieros Agrónomos en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Sttefany Salvina Rosales Santamaría
Jason Oriel Santamaría Rodríguez

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2016

Efectos del suministro de propilenglicol y sales aniónicas sobre la condición corporal e incidencia de enfermedades posparto en vacas lecheras de alta producción

**Sttefany Salvina Rosales Santamaría
Jason Oriel Santamaría Rodríguez**

Resumen. Las vacas pueden presentar reducción de ingesta de materia seca y balances energéticos negativos durante las últimas semanas de gestación y más aún durante las primeras semanas posparto. Este desbalance puede desencadenar enfermedades metabólicas. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto del suministro de sales aniónicas (sulfato de magnesio y sulfato de calcio), sobre síndromes metabólicos y enfermedades infecciosas de vacas preparto en la Hacienda Santa Elisa, Linaca. Asimismo, se evaluó un inductor de glucosa (propilenglicol) aplicado vía oral en vacas durante 24 horas posteriores al parto en la Unidad de Ganado Lechero, Zamorano. Se utilizaron 164 vacas encastadas y multíparas (Holstein, Jersey, Pardo Suizo), todas con 250 días de gestación. Las sales aniónicas se suministraron directamente a la dieta (100 g por vaca) y el propilenglicol fue suministrado a razón de 400 mL en 15 L de agua para razas pequeñas y en 20 L para razas grandes. El uso de propilenglicol mejoró el intervalo entre parto a primer celo ($P=0.0263$), el intervalo entre parto a primer servicio ($P=0.0487$), y la salud del hato en un 30% ($P=0.0603$). Sin embargo, no se encontró diferencia ($P\geq 0.05$) para las variables producción de leche, mastitis, hipocalcemia, retención de placenta y pérdida en condición corporal. El uso de sales presentó una reducción en retención de placenta ($P=0.030$), pero no así en las variables muerte, estado reproductivo, intervalo entre parto a primer celo e intervalo entre parto a primer servicio.

Palabras clave: Diferencia catión-anión en la dieta, hipocalcemia, periodo de transición.

Abstract. Dairy cows can present reduction of dry matter intake and negative energy balance during the last weeks of pregnancy and even during the early weeks after parturition. This imbalance can trigger metabolic diseases. The aim of the study was to evaluate the effect of the supplementation of anionic salts, such as magnesium sulfate and calcium sulfate, on metabolic syndromes and infectious diseases on periparturient cows at Santa Elisa, Linaca. Similarly, the effect of an inducer of glucose (propylene glycol) applied orally in cows for 24 hours after parturition was evaluated in Zamorano's Dairy Cattle Unit. A total of 164 crossbred and multiparous cows (Holstein, Jersey, and Brown Swiss) were used. All of them within 250 days of gestation. Anionic salts were supplied directly to the diet (100 g per cow) and the propylene glycol was supplied at 400 mL in 15 L of water for small breeds and in 20 L for large breeds. The use of propylene glycol improved the interval between calving to first heat ($P=0.0263$), from calving to first service ($P=0.0487$), and herd health by 30% ($P=0.0603$). However, no difference ($P\geq 0.05$) was found for the variables milk production, mastitis, hypocalcemia, retained fetal membranes and loss in body condition. The use of salts had a positive effect on prevention of retained fetal membranes ($P=0.030$), but not in death, reproductive status, calving to first heat interval and calving to first service interval.

Key words enzymatic: Dietary cation-anion difference, hypocalcemia, transition period.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	6
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	10
4. CONCLUSIONES.....	17
5. RECOMENDACIONES.....	18
6. LITERATURA CITADA	19
7. ANEXOS.....	21

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Distribución de tratamientos por finca.....	3
2. Perfil de Animate®	4
3. Ingredientes utilizados en la dieta preparto suministrada en la finca Zamorano con sus respectivas cantidades por vaca.....	4
4. Perfil nutricional de la dieta para vacas preparto en la finca Zamorano	5
5. Composición química del Sulfato de Magnesio y Sulfato de Calcio	6
6. Ingredientes utilizados en la dieta preparto de la finca RODEO S.A., con sus respectivas cantidades por vaca para el tratamiento Sulfato de Magnesio y Sulfato de Calcio.	6
7. Perfil nutricional de dieta preparto para el tratamiento Sulfato de Magnesio y Sulfato de Calcio en la finca RODEO S.A.....	7
8. Ingredientes utilizados en la dieta preparto de la finca RODEO S.A., con sus respectivas cantidades por vaca para el tratamiento Sin Sales.	7
9. Perfil nutricional de la dieta preparto para el tratamiento Sin Sales en la finca RODEO S.A.	8
10. Comparación de los índices reproductivos IEPPC (días), IEPPS (días) y producción de leche promedio (kg/vaca/día) de vacas suplementadas con propilenglicol y sales aniónicas.	10
11. Comparación de la incidencia de enfermedades metabólicas y reproductivas posparto de vacas suplementadas con propilenglicol y sales aniónicas.	13
12. Comparación de la pérdida de condición corporal durante los primeros 42 días de lactancia de vacas suplementadas con propilenglicol y sales aniónicas.	13
13. Comparación de los índices reproductivos IEPPC (días), IEPPS (días) de vacas que consumieron Sulfato de Magnesio y Sulfato de Calcio durante 21 días preparto.....	15
14. Comparación de la incidencia de enfermedades metabólicas y reproductivas posparto de vacas que consumieron Sulfato de Magnesio y Sulfato de Calcio durante 21 días preparto.	16

Figuras	Página
1. Curva de lactancia promedio para vacas de jersey durante sus primeros 150 días de lactancia.....	11
2. Curva de lactancia promedio de vacas Holstein y Pardos Suizo durante sus primeros 150 días de lactancia.....	12
3. Pérdida de condición corporal (CC) de acuerdo a la condición corporal al momento del parto de vacas suplementadas con propilenglicol y sales aniónicas (Animate®).....	14

Anexos	Página
1. Costo de la alimentación al adicionar propilenglicol en la dieta en la Unidad de Ganado de Leche, Zamorano.....	21
2. Costo de la alimentación al adicionar sales aniónicas en la dieta en la Hacienda Santa Elisa.	21

1. INTRODUCCIÓN

El periodo de transición, en vacas lecheras comprende a partir de las tres semanas previas al parto hasta tres o cuatro semanas después del parto. Este periodo se caracteriza por cambios marcados en la actividad endocrina de las vacas, porque se preparan para el parto y lactogénesis (Grummer 1995). Además, en las últimas semanas de gestación, se incrementan los requerimientos energéticos debido al desarrollo fetal y a la síntesis de calostro; situación que se acompaña de una reducción en la ingesta de materia seca por parte del animal. Estas dos circunstancias desencadenan un balance energético negativo, que es la diferencia entre las necesidades energéticas del animal y los aportes alimenticios (Garmendia 2005).

Para adaptarse al balance energético negativo, entre otros mecanismos, las vacas movilizan desde sus reservas energéticas (tejido adiposo), triglicéridos que circulan en la sangre como Ácido Graso No Esterificado (AGNES). Los AGNES circulantes pueden ser utilizados directamente como una fuente energética, metabolizados en el hígado a cuerpos cetónicos o convertidos de nuevo en triglicéridos. Cuando el hígado está abrumado por AGNES, los cuerpos cetónicos se producen en exceso (Herdt 2000). Estas circunstancias, comúnmente conducen a que la vaca sufra desórdenes metabólicos y/o infecciosos, entre los cuales se puede mencionar: la cetosis clínica y subclínica, hipocalcemia, pérdida de condición corporal, retenciones de membranas fetales y mastitis (Melendez 2007).

La hipocalcemia o comúnmente conocida como fiebre de leche, ocurre cuando los mecanismos homeostáticos que mantienen los niveles de calcio (Ca^{2+}) en el plasma no son capaces de remplazar las cantidades perdidas al inicio de la lactancia. La producción del calostro requiere de altas cantidades de calcio, haciendo que este deje los fluidos extracelulares para entrar en la glándula mamaria más rápido de lo que puede ser suplido por la absorción intestinal o la movilización desde la reserva ósea, lo que conduce a fiebre de leche (nivel de Ca^{2+} total en plasma ≤ 8 mg/dl) (Blas et al. 1998).

El principal efecto de las sales aniónicas en la dieta se basa en el equilibrio ácido-base del organismo, es decir, la Diferencia Cation-Anión de la Dieta (DCAD), que se calcula con la formula $\text{DCAD (meq/kg)} = \text{meq/kg (Na}^+ + \text{K}^+) - \text{meq/kg (Cl}^- + \text{S}^-)$. Lo más recomendado en vacas secas es un DCAD negativo que esté de -50 a -100 meq/kg MS durante las últimas tres o cuatro semanas de gestación (Goff y Horst 1997).

“El pH del organismo, bajo condiciones normales, se mantiene entre 7.35 y 7.40; cuando se suministra una dieta con DCAD negativo a vacas secas al final de la gestación, se produce un ingreso excesivo de aniones (SO_4^- y Cl^-) en el organismo del animal. Para neutralizar los aniones, como respuesta fisiológica a mantener un balance neutro, se

liberan cationes (H^+) provocando una bajada del pH, una leve acidificación de la orina y una mayor excreción de calcio; reduciéndose los niveles de este en la sangre y provocando que el organismo active sus mecanismos homeostáticos de extracción de calcio mucho antes del momento del parto” (Blas et al. 1998)

El propilenglicol es un carbohidrato [$CH_3CH(OH)CH_2OH$] utilizado por vía oral en vacas lecheras de alta producción como fuente rápida de glucosa y energía en casos de cetosis. Comercialmente es elaborado a partir del propionato y el carbonato. Funciona como un precursor de gluconeogénesis a nivel hepático, aportando energía y reduciendo el balance energético negativo y sus efectos (Christensen et al. 1997).

Los cambios endocrinos, fisiológicos y metabólicos a los que se enfrentan las vacas durante el periodo transición influyen sobre su actividad reproductiva. El parto es seguido por un periodo variable de inactividad reproductiva. Durante este momento ocurre la involución uterina (asociada a cambios hormonales), evento muy importante y necesario para el reinicio de la actividad ovárica. El número de días requerido por la vaca, después de parto, para reiniciar la actividad ovárica y estar lista para concebir, es un criterio funcional para evaluar los efectos que tuvieron los cambios que ocurren durante el periodo de transición sobre el comportamiento reproductivo de animal (Garmendia 1995).

El propósito del estudio fue evaluar el efecto de un precursor de glucosa (propilenglicol) y sales aniónicas (Animate[®], Sulfato de Magnesio y Sulfato de Calcio) sobre la reducción de la condición corporal, producción de leche, incidencia de enfermedades metabólicas y reproductivas posparto en vacas lecheras de alta producción durante su lactancia temprana.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en dos fincas. Una parte del estudio se realizó en la Unidad de Ganado Lechero de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; la institución se localiza en el Valle del Yeguaré a 32 km al Este de Tegucigalpa, Honduras, a una altitud de 800 msnm, con una precipitación de 1100 mm distribuida de mayo a noviembre y una temperatura promedio anual de 26 °C. La otra parte del estudio se llevó a cabo en la Hacienda Santa Elisa, propiedad del grupo Repastadores y Ordeños de Oriente (RODEO S.A. de C.V.); la hacienda está ubicada en Linaca, El Paraíso, Honduras; a una altitud de 820 msnm, con precipitación anual de 1400 mm y rango de temperatura promedio anual de 23.4 °C a 29.1 °C.

Se utilizaron 164 vacas multíparas de las razas lecheras Holstein, Jersey, Pardo Suizo y cruces de dichas razas (21 en la finca Zamorano y 143 en la finca RODEO S.A.), todas con 250 días de gestación; escogidas por sus registros de alta producción y separadas en grupos según su tamaño y raza con el fin de suministrarle las raciones alimenticias adecuadas (según plan nutricional de cada finca). A cada finca se le asignó dos tratamientos con animales al azar, en el (Cuadro 1) se muestra la distribución de animales.

Cuadro 1. Distribución de tratamientos por finca

Fincas	Tratamientos	N
Zamorano	Animate®	11
	Animate® + Propilenglicol	10
RODEO S.A.	Sulfato de Magnesio y Calcio	94
	Sin sales (Testigo)	49

n= Número de individuos en cada tratamiento (unidades experimentales)

Tratamiento Animate®. Inclusión directa en el concentrado de 380 g de Animate® por vaca, suministrado durante tres semanas antes del parto. El perfil de la sal Animate®, la dieta suministrada y su perfil nutricional se describe en los Cuadros 2, 3 y 4 respectivamente.

Cuadro 2. Perfil de Animate®

Composición	%
Proteína Cruda (Mínimo)	32.0
Calcio (Mínimo)	1.0
Calcio (Máximo)	1.5
Magnesio (Mínimo)	4.0
Azufre (Mínimo)	4.0
Cloro (Minimizo)	11.5

Cuadro 3. Ingredientes utilizados en la dieta preparto suministrada en la finca Zamorano con sus respectivas cantidades por vaca.

Ingredientes	Cantidad (kg/día)	kg MS/ día	% de la Dieta
Ensilaje de Maíz	22.73	6.36	83.32
Heno	0.91	0.77	3.34
Carbonato de Calcio	0.07	0.07	0.27
Animate®	0.38	0.32	1.40
Harina de Maíz	1.77	1.52	6.47
Semolina de Arroz	0.36	0.33	1.33
Harina de Coquito	0.18	0.17	0.67
Harina de Soya	0.80	0.70	2.94
Pecutrin® Vacas Prontas	0.07	0.07	0.27
TOTAL	27.28	10.32	100.00

MS= Materia Seca

Cuadro 4. Perfil nutricional de la dieta para vacas parto en la finca Zamorano

Composición	Cantidad
Materia Seca (%MF)	37.84
Materia Seca (kg)	10.32
Energía Neta de Lactancia (Mcal/kg)	1.52
Nutrientes Digestibles Totales (%MS)	65.20
FND (%MS)	47.22
FAD (%MS)	31.58
Carbohidrato No Fibroso (%MS)	27.90
Lignina (%MS)	3.07
Proteína Cruda (%MS)	12.66
Extracto Etéreo (%MS)	3.19
Cenizas (%MS)	9.03
Calcio (%MS)	0.63
Fósforo (%MS)	0.21
Magnesio (%MS)	0.40
Potasio (%MS)	0.95
Sodio (%MS)	0.03
Cloro (%MS)	0.52
Azufre (%MS)	0.26
DCAD (meq/100 g)	-5.44

$$DCAD = ((0.03/0.023) + (0.95/0.039)) - ((0.52/0.035) + (0.26/0.016)) = -5.44$$

MS = Materia Seca

MF = Materia Fresca

Tratamiento Animate[®] + Propilenglicol. Suministro vía oral de 15 L de agua más 400 mL de propilenglicol para vacas de la raza Jersey y sus cruces, y 20 L de agua más 400 mL de propilenglicol para vacas de las razas Holstein, Pardo Suizo y sus cruces; aplicada en una sola dosis, durante las primeras 24 horas posparto, con una bomba manual para drench. Se suministró la dieta para vacas parto (Cuadro 3). El propilenglicol usado contiene 99% de pureza en su composición química.

Tratamiento Sulfato de Magnesio y Calcio. Aplicación de 100 mg de cada sal en la dieta por vaca, durante tres semanas antes del parto. El perfil nutricional de sulfato de magnesio, sulfato de calcio, dieta suministrada y perfil nutricional de la dieta se detalla en los Cuadros 5, 6 y 7 respectivamente.

Cuadro 5. Composición química del Sulfato de Magnesio y Sulfato de Calcio

Sulfato de Magnesio	%
Sulfato de magnesio (MgSO ₄ .7H ₂ O)	94.5
Ingredientes Inertes	5.5
Sulfato de Calcio	
Calcio (CaO)	33.0
Sulfato (SO ₄)	54.0
Ingredientes Inertes	13.0

Cuadro 6. Ingredientes utilizados en la dieta preparto de la finca RODEO S.A., con sus respectivas cantidades por vaca para el tratamiento Sulfato de Magnesio y Sulfato de Calcio.

Ingredientes	Cantidad (kg/día)	kg MS/ día	% de la Dieta
Ensilaje de Maíz	11.36	3.18	32.55
Pasto Estrella	20.00	4.20	57.31
Harina de Maíz	1.59	1.37	4.56
Harina de Soya	0.77	0.68	2.21
Harina de Coquito	0.91	0.83	2.61
Pecutrin [®] Vacas Prontas	0.07	0.07	0.20
Sulfato de Magnesio	0.10	0.10	0.29
Sulfato de Calcio	0.10	0.10	0.29
Total	34.90	10.53	100.00

Cuadro 7. Perfil nutricional de dieta preparto para el tratamiento Sulfato de Magnesio y Sulfato de Calcio en la finca RODEO S.A.

Composición	Cantidad
Materia Seca (%MF)	30.16
Materia Seca (kg)	10.53
Energía Neta de Lactancia (Mcal/kg)	1.51
Nutrientes Digestibles Totales (%MS)	66.38
FND (%MS)	48.26
FAD (%MS)	30.95
Carbohidrato No Fibroso (%MS)	26.32
Lignina (%MS)	3.33
Extracto Etéreo (%MS)	3.64
Cenizas (%MS)	8.84
Calcio (%MS)	0.56
Fósforo (%MS)	0.26
Proteína Cruda (%MS)	19.95
Magnesio (%MS)	0.28
Potasio (%MS)	0.91
Sodio (%MS)	0.01
Cloro (%MS)	0.08
Azufre (%MS)	0.39
DCAD (meq/100 g)	-2.89

$$DCAD = ((0.01/0.023) + (0.91/0.039)) - ((0.08/0.035) + (0.39/0.016)) = -2.89$$

MS = Materia Seca

MF = Materia Fresca

Tratamiento Sin Sales (Testigo). Suministro de una dieta preparto a la cual no se le añade ningún tipo de sales aniónicas. La dieta y su perfil nutricional se describen en los Cuadros 10 y 11 respectivamente.

Cuadro 8. Ingredientes utilizados en la dieta preparto de la finca RODEO S.A., con sus respectivas cantidades por vaca para el tratamiento Sin Sales.

Ingredientes	Cantidad (kg/día)	kg MS/ día	% de la Dieta
Ensilaje de Maíz	11.36	3.18	32.74
Pasto Estrella	20.00	4.20	57.64
Harina de Maíz	1.59	1.37	4.58
Harina de Soya	0.77	0.68	2.22
Harina de Coquito	0.91	0.83	2.62
Pecutrin [®] Vacas Prontas	0.07	0.07	0.20
Total	34.70	10.33	100.00

Cuadro 9. Perfil nutricional de la dieta preparto para el tratamiento Sin Sales en la finca RODEO S.A.

Composición	Cantidad
Materia Seca (% MF)	29.52
Materia Seca (kg)	10.53
Energía Neta de Lactancia (Mcal/kg)	1.54
Nutrientes Digeribles Totales (%MS)	67.60
FND (%MS)	49.36
FAD (%MS)	31.36
Carbohidrato No Fibroso (%MS)	26.67
Lignina (%MS)	3.39
Proteína Cruda (%MS)	13.16
Extracto Etéreo (%MS)	3.71
Cenizas (%MS)	7.11
Calcio (%MS)	0.00
Fósforo (%MS)	0.26
Magnesio (%MS)	0.19
Potasio (%MS)	1.12
Sodio (%MS)	0.02
Cloro (%MS)	0.06
Azufre (%MS)	0.08
DCAD (meq/100 g)	22.90

$$DCAD = ((0.02/0.023) + (1.12/0.039)) - ((0.06/0.035) + (0.08/0.016)) = 22.90$$

MS = Materia Seca

MF = Materia Fresca

Variables analizadas.

Intervalo entre parto a primer celo (IEPPC): Indica el tiempo que tarda el animal para reiniciar su actividad ovárica normal y corresponde al número de días transcurridos entre el parto y el reporte de estro. Los datos se recolectaron de los sistemas de registros de cada finca.

Intervalo entre parto a primer servicio (IEPPS): Indicador del buen estado reproductivo del animal y se define como el número de días transcurridos desde el parto hasta que la vaca está preparada para concebir nuevamente (primer servicio efectuado). Datos tomados de los sistemas de registros de cada finca.

Producción de leche: Datos recolectados semanalmente en los dos ordeños diarios (4:00 am y 2:00 pm), durante los primeros 150 días de lactancia.

Incidencia de retención de placenta: Se determinó de forma visual; si en 12 horas, posteriores al parto, la vaca no ha expulsado totalmente las membranas fetales.

Incidencia de mastitis: Datos tomados del resultado de la prueba California Mastitis Test (CMT) a los 10 días posparto. Reportando incidencia para resultados de CMT 1 = Positivo débil o mastitis subclínica, 2 = Positivo evidente o mastitis clínica y 3 = Positivo fuerte o infección seria (Mellenberger y Roth 2000).

Estado reproductivo: Vacas que no registraron actividad reproductiva durante los primeros 120 días de lactancia, se reportaron por baja fertilidad o posibles problemas reproductivos.

Muerte o descarte: Animales muertos o descartados por enfermedades y/o problemas de fertilidad durante los primeros 120 días de lactancia.

Pérdida de Condición corporal: Se tomó una medida inicial 24 horas después del parto y una medida final a los 42 días después del parto. Medición efectuada mediante una puntuación visual basada en la escala de condición corporal para vacas Holstein, que va de 1 a 5 puntos con cambios mínimos de 0.25 (1 = muy flaca, 5 = muy gorda). Pérdidas mayores a 1 punto de condición corporal, durante los primeros 60 días de lactancia, son consideradas como riesgosas a sufrir enfermedades metabólicas (Ferguson et al. 1994).

El diseño experimental utilizado fue un Diseño Completamente al Azar (DCA) con medidas repetidas en el tiempo, con 164 unidades experimentales y cuatro tratamientos (dos por finca). Para el análisis estadístico de los datos se realizó un Análisis de Varianza (ANDEVA), mediante el Modelo Lineal General (GLM). Se realizó una separación de medias con la prueba “Duncan’s Multiple Range” para las variables con datos numéricos y una distribución de frecuencia con la prueba Chi-cuadrado para las variables con datos de incidencia. Todo esto por medio de procedimientos del paquete estadístico “Statistical Analysis System” (SAS[®] versión 9.3), exigiendo un nivel de significancia de $P \leq 0.05$.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Unidad de Ganado Lechero de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano

Índices Reproductivos y Producción de Leche.

En el Intervalo Entre Parto a Primer Celo (IEPPC), se encontró diferencia significativa entre tratamientos ($P = 0.0263$), siendo el grupo de vacas del tratamiento Animate[®] + Propilenglicol las que tardaron menos días promedio (46 ± 28.8 días) para reiniciar su actividad ovárica después del parto (Cuadro 10). Estos resultados fueron similares a Evaristo y Echevarría (1999) quienes reportaron un IEPPC de 45 ± 19.9 días.

Intervalo Entre Parto a Primer Servicio (IEPPS), se encontró diferencia significativa entre tratamientos ($P = 0.0487$), donde el tratamiento Animate[®] + Propilenglicol presentó el menor tiempo (60 ± 21.9 días) para que las vacas fueran inseminadas después del parto (Cuadro 10). Siendo este resultado superior a lo señalado por Arana et al. (2006) quienes reportan IEPPS de 118.4 y 71.9 días.

Se atribuyen estos resultados al suministro de propilenglicol, al proporcionar este precursor de glucosa, aumenta la concentración de insulina en plasma. La insulina influye directamente sobre el desarrollo folicular y/o sobre la secreción de la hormona leutinizante (LH), induciendo así que la vaca recupere su actividad ovárica y esté lista para concebir en menos tiempo después del parto (Miyoshi et al. 2001).

Cuadro 10. Comparación de los índices reproductivos IEPPC (días), IEPPS (días) y producción de leche (kg/vaca/día) de vacas suplementadas con propilenglicol y sales aniónicas.

Tratamientos	n	Índices Reproductivos		
		IEPPC	IEPPS	PROD
Animate [®] + Propilenglicol	10	$46 \pm 28.8b$	$60 \pm 21.9b$	$22.2 \pm 4.1a$
Animate [®]	11 [¶]	$108 \pm 41.8a$	$111 \pm 38.6a$	$22.1 \pm 3.0a$
Probabilidad		0.0263	0.0487	0.8722
Coefficiente de variación		29.61	25.19	18.78

ab: Las letras diferentes muestran diferencias significativas entre tratamiento ($P \leq 0.05$)

IEPPC = Intervalo Entre Parto-Primer Celo

IEPPS = Intervalo Entre Parto-Primer Servicio

PROD: Producción promedio de leche en los primeros 150 días de lactancia

¶: Una de las unidades experimentales murió, por lo tanto, para la variable producción solo se incluyeron datos de 10 individuos.

La Producción de Leche durante los primeros 150 días en el tratamiento Animate® + Propilenglicol fue de 22.2 kg/vaca/día, sin diferir ($P = 0.8722$) del tratamiento Animate® (Cuadro 10). Sin embargo, esta producción resulta mayor a lo señalado por Cifuentes y Erazo (2013) quienes reportan 16.07 kg/vaca/día en los primeros 100 días de lactancia, suministrando un aditivo mineral en dietas preparto bajo condiciones similares a este estudio y con animales de caracterización genética igual. Estos resultados concuerdan con Elías y Martínez (2009) quienes, adicionando sales aniónicas y catiónicas en dietas preparto bajo condiciones iguales a nuestro estudio, indicaron que no existió diferencia entre tratamientos ($P \geq 0.05$), obteniendo medias de 17.7 y 18.4 kg/vaca/día.

Al trazar las curvas de lactancia para estos animales (Figura 1 y 2), separando por tamaño de razas (Pequeñas=Jersey, Grandes=Holstein y Pardo Suizo), se puede apreciar como el grupo de animales bajo el tratamiento Animate® + Propilenglicol presentan más uniformidad en dichas curvas. De manera que, aunque no incrementó significativamente la producción, se le atribuye a este tratamiento una tendencia uniformizar el comportamiento de la curva de lactancia.

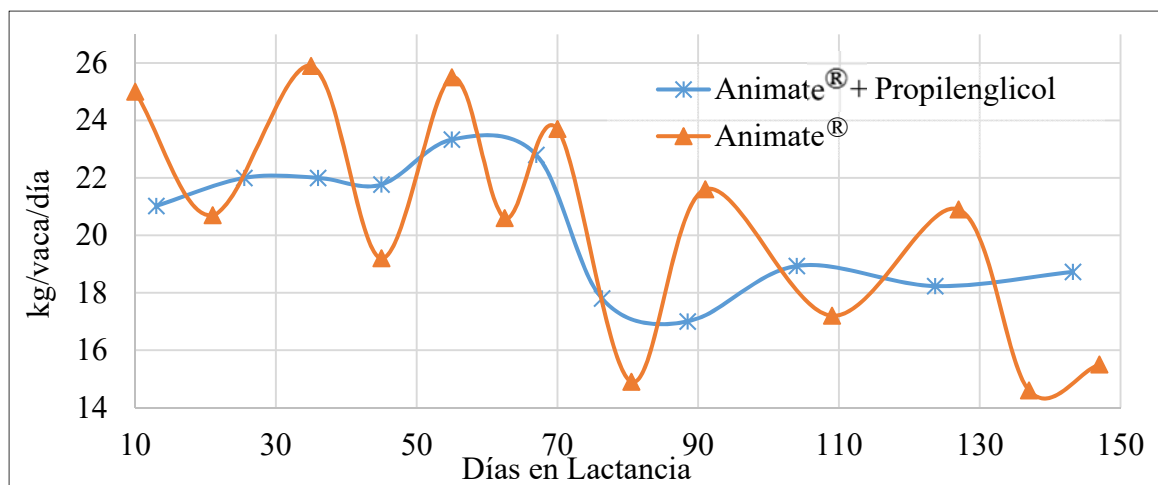


Figura 1. Curva de lactancia promedio para vacas Jersey durante sus primeros 150 días de lactancia.

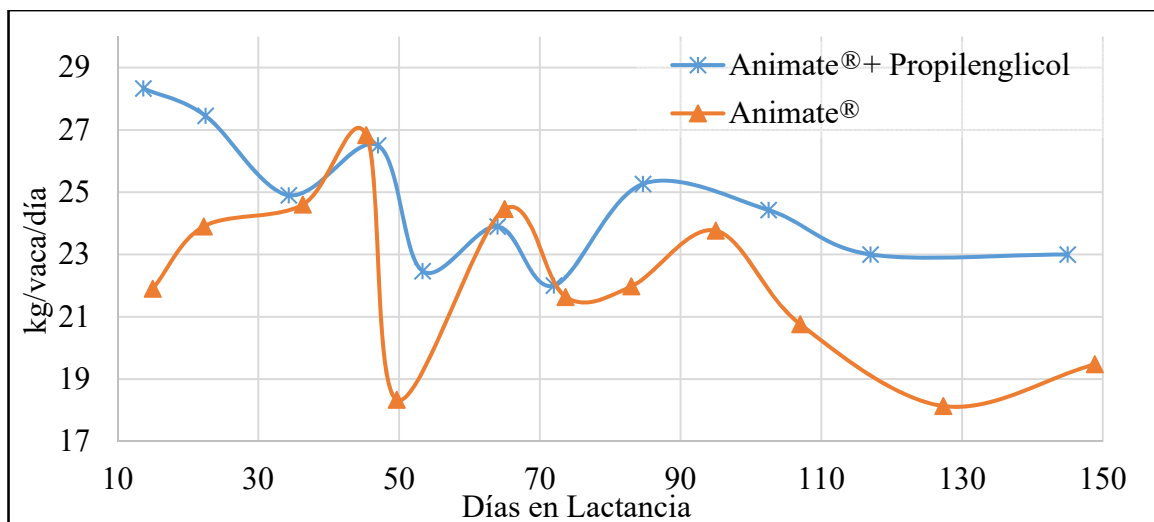


Figura 2. Curva de lactancia promedio de vacas Holstein y Pardo Suizo durante sus primeros 150 días de lactancia.

Incidencia de Enfermedades Metabólicas y Reproductivas Posparto.

Retención de Placenta no se encontró diferencia significativa entre tratamiento ($P \geq 0.05$), pero se puede apreciar que el tratamiento Animate® + Propilenglicol redujo en un 25% la incidencia de casos clínicos (Cuadro 12). Estos resultados fueron inferiores a lo reportado por Gross (2008) quien señala un 6% de retención de placenta, adicionando sales aniónicas en dietas preparto de vacas Holstein en Santa Ana, El Salvador.

Mastitis no existió diferencia significativa entre tratamientos ($P = 0.4765$). Estos resultados no se atribuyen al efecto directo de los tratamientos debido a que, en un sistema de producción intensivo, existen factores predisponentes que influyen con mayor relevancia en la incidencia de esta enfermedad, dentro de los cuales se puede mencionar: sobre ordeño, deficiencia en el lavado de la ubre, inadecuado sellado de los pezones al termino del ordeño y un ambiente sucio (Gasque Gómez 2008).

Hipocalcemia no se encontró diferencia entre tratamientos ($P = 0.3286$). Esto se atribuye a que a los dos grupos se les suministro dietas con sales aniónicas para prevenir esta enfermedad. Sin embargo, el tratamiento Animate® presento un 9% de incidencias (Cuadro 11). Considerando que en el estudio solo se reportaron casos clínicos, esta diferencia numérica atribuye al tratamiento Animate® + Propilenglicol un efecto positivo sobre la prevalencia de esta enfermedad. Estos resultados difieren de Chariguaman y Aquino (2015), quienes señalan que suministrar Animate® en dietas preparto en iguales proporciones y condiciones similares a este estudio, evitó incidencia de fiebre de leche.

Estado Reproductivo no presentó diferencia entre tratamientos ($P = 0.0603$). El tratamiento Animate[®] + Propilenglicol marcó una tendencia a mejorar en un 30% la salud reproductiva; ya que ningún animal en este grupo presento un periodo abierto de más de 120 días (Cuadro 11). Para hatos lecheros manejados en el trópico se recomienda que su periodo abierto esté dentro del rango de los 85 a 120 días (Vélez et al. 2009).

Cuadro 11. Comparación de la incidencia de enfermedades metabólicas y reproductivas posparto de vacas suplementadas con propilenglicol y sales aniónicas.

Tratamientos	n	Problemas posparto (%)			
		Retención de placenta	Mastitis	Hipocalcemia	Estado Reproductivo
Animate [®] + Propilenglicol	10	20	20	0	0
Animate [®]	11	45	9	9	30
Probabilidad χ^2		0.2165	0.4755	0.3286	0.0603

χ^2 = Chi-cuadrado

Pérdida en Condición Corporal.

El grupo de animales en el tratamiento Animate[®] + Propilenglicol obtuvo una menor pérdida (-0.40 puntos) en los 42 días posteriores al parto, sin ser diferente ($P = 0.2920$) a la pérdida del tratamiento Animate[®] (Cuadro 12). Esto coincide con lo reportado por Lomander et al. (2011) quienes indicaron que, al comparar grupos de vacas a las que se les suministró 450 g de glicerol o 300 g de propilenglicol contra un grupo testigo (sin tratamiento), no se observo diferencia significativa ($P \geq 0.05$) en la condición corporal, durante las primeras cinco semanas posparto.

Cuadro 12. Comparación de la pérdida de condición corporal durante los primeros 42 días de lactancia de vacas suplementadas con propilenglicol y sales aniónicas.

Tratamientos	n	Pérdida de Condición Corporal
Animate [®] + Propilenglicol	10	-0.40
Animate [®]	11	-0.75
Probabilidad		0.2920
Coefficiente de variación		76.99

Al agrupar las vacas en tres grupos de acuerdo a la Condición Corporal (CC) con la que llegaron al momento del parto ($CC \leq 2.7$, $CC 2.7 - 3.5$ y $CC \geq 3.5$) para los dos tratamientos respectivamente, se observó una correlación moderada directa ($P = 0.0436$); indicando que, animales que llegaron al momento del parto con CC mayor o igual a 3.5 puntos fueron también los animales que presentaron una mayor pérdida de CC a los 42 días posparto; se puede apreciar como el tratamiento Animate[®] + Propilenglicol fue el que obtuvo la menor pérdida en los tres grupos (Figura 3). Lo anterior resultó similar a lo señalado por Gillund et al. (2001), quienes reportan que una $CC \geq 3.5$ al momento de parto, incrementa la pérdida de esta, también incrementa el riesgo de incidencia de enfermedades metabólicas y afecta la actividad reproductiva de los animales.

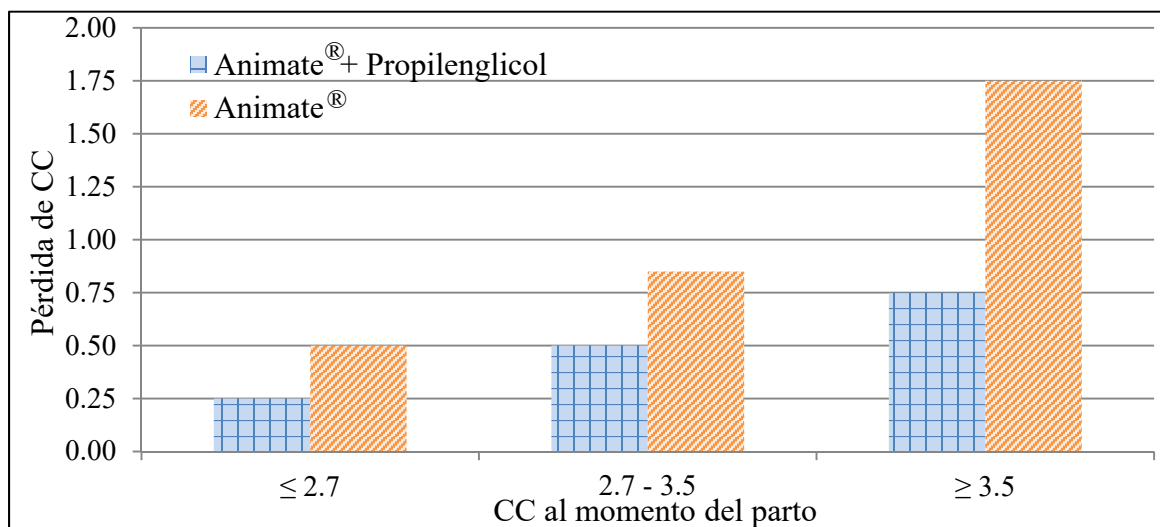


Figura 3. Pérdida de Condición Corporal (CC) de acuerdo a la Condición Corporal al momento del parto de vacas suplementadas con propilenglicol y sales aniónicas (Animate[®]).

Índices Reproductivos.

En el intervalo entre parto a primer celo ($P = 0.6359$) e intervalo entre parto a primer servicio ($P = 0.6675$), no hubo diferencia significativa entre tratamientos. Esto se atribuye al programa de sincronización de celo a partir de la tercera o cuarta semana posparto que utiliza la finca; este programa ocultó por completo cualquier efecto que tuviesen los tratamientos aplicados sobre estas variables. Sin embargo, los datos obtenidos (Cuadro 13) se encuentran dentro de los rangos recomendados para hatos lecheros manejados en el trópico (Vélez et al. 2009).

Cuadro 13. Comparación de los índices reproductivos IEPPC (días), IEPPS (días) de vacas que consumieron Sulfato de Magnesio y Sulfato de Calcio durante 21 días preparto.

Tratamientos	n	Índices Reproductivos	
		IEPPC	IEPPS
Sulfato de Magnesio y Calcio	49	55.78 ± 21.77	56.05 ± 21.4
Sin Sales	94	61.86 ± 27.15	64.21 ± 26.3
Probabilidad		0.6359	0.6675
Coefficiente de variación		42.64	41.57

IEPPC = Intervalo Entre Parto-Primer Celos

IEPPS = Intervalo Entre Parto-Primer Servicio

Incidence de Enfermedades Metabólicas y Reproductivas Posparto.

Retención de placenta se obtuvo un 19% de incidencia con el tratamiento Sulfato de Magnesio y Calcio (Cuadro 14) siendo superior ($P = 0.030$) al tratamiento testigo. Este resultado fue mejor a lo reportado por Freire (2011) quien indicó porcentajes de retención placentaria de 33% y 29% cuando aplicó Ozono y Lidocaína al 0.5% intrauterino respectivamente, bajo condiciones similares a este estudio.

En Muerte y Estado Reproductivo no se obtuvo diferencia entre tratamientos ($P \geq 0.05$), observando porcentajes de incidencias muy similares entre tratamientos (Cuadro 14), para las dos variables; esto no se atribuye al efecto de los tratamientos, ya que en la finca se maneja un programa reproductivo en el cual se descartan animales por problemas reproductivos tales como: baja fertilidad, abortos, infecciones uterinas. Dicho programa ocultó por completo cualquier efecto sobre estas dos variables que tuviesen los tratamientos.

Cuadro 14. Comparación de la incidencia de enfermedades metabólicas y reproductivas posparto de vacas que consumieron Sulfato de Magnesio y Sulfato de Calcio durante 21 días preparto.

Tratamientos	n	Problemas Posparto (%)		
		Retención de placenta	Muerte	Estado Reproductivo
Sulfato de Magnesio y Calcio	94	19a	6	15
Sin Sales	49	36b	6	16
Probabilidad χ^2		0.030	0.980	0.391

χ^2 = Chi-cuadrado

ab: Las letras diferentes muestran diferencia significativa entre tratamiento ($P \leq 0.05$)

4. CONCLUSIONES

- El uso de propilenglicol redujo la duración del periodo abierto y presentó una tendencia a mejorar en el estado reproductivo de las vacas.
- El propilenglicol no incrementó la producción de leche. Sin embargo, ayudó a estabilizar el comportamiento de la curva de lactancia de las vacas.
- La pérdida de condición corporal no presentó diferencia, pero existe una correlación directa con la condición corporal de las vacas al momento del parto.
- El sulfato de magnesio y sulfato de calcio redujeron la retención de placenta en el hato.

5. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso de propilenglicol ya que reduce el periodo abierto.
- Contemplar estudios que midan el efecto de adicionar propilenglicol en la dieta preparto.
- Contemplar estudios donde se realicen análisis séricos.
- Establecer un protocolo de monitoreo de consumo de materia seca de vacas en lactancia temprana.

6. LITERATURA CITADA

- Arana C, Echevarría L, Segura J. 2006. Factores que afectan el intervalo parto-primer servicio y primer servicio-concepción en vacas lecheras del valle del Mantaro durante la época lluviosa. *Rev. Inv. Vet. Perú.* 17(2):108–113. es. doi:10.15381/rivep.v17i2.1519.
- Blas C., Resch C., Amor J. y García P. 1998. Utilización de sales anionicas en dietas para vacas secas: vances en nutrición y alimentación animal [Journal]. España: Departamento Producción Animal. UPM. 9 p.
- Chariguaman CX, Aquino BS. 2015. Evaluación del suministro de Animate® o Sulfato de magnesio en la dieta de vacas lecheras en preparto sobre la prevalencia de trastornos metabólicos posparto [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras 23 p.
- Christensen JO, Grummer RR, Rasmussen FE, Bertics SJ. 1997. Effect of Method of Delivery of Propylene Glycol on Plasma Metabolites of Feed-Restricted Cattle. *J. Dairy Sci.* 80(3):563–568. English. doi:10.3168/jds.S0022-0302(97)75971-X.
- Cifuentes HA, Erazo AK. 2013. Desempeño productivo y reproductivo de vacas periparturientas al adicionar el aditivo mineral NutroTrans® en la dieta de transición. [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 20 p.
- Elías HE, Martínez CR. 2009. Efecto de sales aniónicas BioChlor® y catiónicas DCAD Plus® sobre la producción de leche, la incidencia de trastornos metabólicos [tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 14 p.
- Evaristo R, Echevarría L. 1999. Factores que afectan el intervalo parto primer servicio en vacas lecheras de crianza intensiva. *Rev. Inv. Vet. Perú.* 10(2):22–26. doi: 10.15381/rivep.v10i2.6699.
- Freire RP. 2011. Tratamiento profiláctico con Ozono y Lidocaína al 0.5% intrauterino en las primeras doce horas posparto sobre las infecciones uterinas en ganado lechero en Zamorano [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 31 p.
- Garmendia J. 1995. Factores nutricionales que afectan el comportamiento reproductivo del ganado bovino bajo condiciones de pastoreo en el trópico. In: Madrid-Burry N, Soto E. ed. Manejo de la ganadería mestiza de doble propósito. Zulia (Venezuela). La Universidad del Zulia. p. 290-305.

- Garmendia J. 2005. Suplementación estratégica de vacas de doble propósito alrededor del parto. IX Seminarios de pastos y forrajes. Marzo 2005. Maracay, Venezuela. Facultad de Ciencias Veterinarias, UCV.
- Gasque R. 2008. Enciclopedia Bovina. 1era. México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM. 420 p. ISBN: 978-970-32-4359-4.
- Gillund P, Reksen O, Gröhn YT, Karlberg K. 2001. Body Condition Related to Ketosis and Reproductive Performance in Norwegian Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 84(6):1390–1396. doi:10.3168/jds.S0022-0302(01)70170-1.
- Goff JP, Horst RL. 1997. Effects of the Addition of Potassium or Sodium, but Not Calcium, to Prepartum Rations on Milk Fever in Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 80(1):176–186. doi:10.3168/jds.S0022-0302(97)75925-3.
- Gross SA. 2008. Efectos del uso de sales aniónicas en vacas parto sobre la prevalencia de enfermedades metabólicas en el posparto [tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 15 p.
- Herdt TH. 2000. Ruminant adaptation to negative energy balance. Influences on the etiology of ketosis and fatty liver. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 16(2):215. eng. doi:10.1016/S0749-0720(15)30102-X.
- Melendez P. 2007. Administre el periodo de transición para optimizar la eficiencia reproductiva. [internet]. México. ABS Global Technical Service Team. [consultado: julio 2016]. <http://absmexico.com.mx/docs/adminis.pdf>.
- Mellemberg R, Roth CJ. 2000. Hoja de información de la prueba de mastitis California (CMT). Traducido por: Rivera H. 2004 [internet]. Universidad de Wisconsin-Madison. [consultado: enero 2016]. http://milkquality.wisc.edu/wp-content/uploads/2011/09/hoja-de-informacion-de-la-prueba-de-mastitis-california_spanish.pdf.
- Miyoshi S, Pate JL, Palmquist DL. 2001. Effects of propylene glycol drenching on energy balance, plasma glucose, plasma insulin, ovarian function and conception in dairy cows. *Anim Reprod Sci.* 38(1-2):29-43. doi: 10.1016/S0378-4320(01)00137-3
- SAS Institute Inc. 2015. SAS. 9.1. Honduras: SAS Institute Inc Copyright©. Licencia aprobada para Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. <http://support.sas.com/documentation/onlinedoc/91pdf/index.html>.
- Vélez M, Hincapié JJ, Matamoros I. 2009. Producción de ganado lechero en el trópico. sexta edición. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano (Honduras). Zamorano Academic Press. 294 p.

7. ANEXOS

Anexo 1. Costo de la alimentación al adicionar propilenglicol en la dieta en la Unidad de Ganado de Leche, Zamorano.

Composición	kg	Precio (L./kg)	Precio Total (L.)
Ensilaje	22.7	1.15	26.14
Concentrado	3.6	15.42	56.07
Heno	0.9	3.77	3.43
Propilenglicol	0.4	103.51	41.40
Costo Dieta sin propilenglicol			85.64
Costo Dieta con propilenglicol			127.04
Diferencia			41.40

Anexo 2. Costo de la alimentación al adicionar sales aniónicas en la dieta en la Hacienda Santa Elisa.

Composición	kg	Precio (L./kg.)	Precio Total (L.)
Concentrado	7.00	9.46	66.22
Ensilaje	11.36	1.15	13.07
Pasto estrella	44.09	1.11	48.87
Sulfato magnesio	0.10	5.68	0.57
Sulfato calcio	0.10	19.76	1.98
Costo Dieta sin sales			128.16
Costo Dieta con sales			130.70
Diferencia			2.54