



Efecto de diferentes niveles de Propanodiol sobre los parámetros reproductivos de vacas lecheras en producción

Effect of different levels of Propanediol on reproductive parameters of dairy cows in production

Efeito de diferentes níveis de Propanodiol nos parâmetros reprodutivos de vacas leiteiras em produção

Zuleí Barreno-López ^I

zdbl1506@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0002-8463-7414>

Andrés Mancheno-Herrera ^{II}

andres.mancheno@esPOCH.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-2682-0336>

Jhonnatan Valdivieso-Vallejo ^{III}

fabricio.valdivieso@esPOCH.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0004-8399-5273>

Pablo Mancheno-Neira ^{IV}

pablo.mancheno@esPOCH.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-2482-8043>

Correspondencia: zdbl1506@gmail.com

Ciencias Técnicas y Aplicadas

Artículo de Investigación

* **Recibido:** 11 de junio de 2024 * **Aceptado:** 21 de julio de 2024 * **Publicado:** 09 de agosto de 2024

- I. Investigadora Independiente, Ecuador.
- II. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Zootecnia, Ecuador.
- III. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Zootecnia, Ecuador.
- IV. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Ciencias Pecuarias, Laboratorio de Reproducción Animal, Ecuador.

Resumen

El presente trabajo tuvo como objeto evaluar el efecto de diferentes niveles de propanodiol sobre los parámetros reproductivos de vacas lecheras en producción. Para ello se utilizaron 24 unidades experimentales (12 vacas de tercer parto y 12 vacas de cuarto parto), a las cuales se les suministró diferentes niveles de propanodiol (0, 20, 40 y 60 g/día) adicionándolo al alimento durante un periodo de 60 días. Mediante ecografía transrectal realizada con un intervalo de 15 días se determinaron variables reproductivas como el tamaño del cuerpo lúteo (mm), irrigación sanguínea del cuerpo lúteo (%), tamaño de los ovarios (mm) y niveles de progesterona en sangre (ng/ml). Como complemento se determinaron las ondas foliculares en los diferentes tratamientos. Para el análisis e interpretación de los datos, se utilizó la prueba estadística t de student, en donde se observó que las hembras a las que se les suministró 20 g/día mostraron una mejor respuesta en el tamaño e irrigación del cuerpo lúteo, así como en el tamaño de los ovarios. Además, se observó que las vacas de tercer parto respondieron de mejor manera a diferentes niveles de propanodiol observando diferencias estadísticas significativas en el tamaño de los ovarios, tamaño e irrigación sanguínea del cuerpo lúteo. Se concluye así, que el mejor nivel de suplementación fue de 20 g/día y que el grupo que mejor respuesta obtuvo fue el de las hembras de tercer parto; recomendando el uso de propanodiol en estas dosis bajo las condiciones del presente estudio.

Palabras clave: Vacas Lecheras; Suplementación; Reproducción Bovina; Parámetros Reproductivos; Cuerpo Lúteo; Ovarios.

Abstract

The aim of this study was to evaluate the effect of different levels of propanediol on the reproductive parameters of dairy cows in production. For this purpose, 24 experimental units were used (12 third-calving cows and 12 fourth-calving cows), to which different levels of propanediol (0, 20, 40 and 60 g/day) were supplied by adding it to the feed for a period of 60 days. Transrectal ultrasound performed at an interval of 15 days was used to determine reproductive variables such as corpus luteum size (mm), blood supply to the corpus luteum (%), ovarian size (mm) and blood progesterone levels (ng/ml). As a complement, follicular waves were determined in the different treatments. For the analysis and interpretation of the data, the Student t test was used, where it was observed that females that were given 20 g/day showed a better response in the size and irrigation of the corpus luteum, as well as in the size of the ovaries. In addition, it was observed that third-

calving cows responded better to different levels of propanediol, observing significant statistical differences in the size of the ovaries, size and blood irrigation of the corpus luteum. Thus, it is concluded that the best supplementation level was 20 g/day and that the group that obtained the best response was that of third-calving females; recommending the use of propanediol at these doses under the conditions of the present study.

Keywords: Dairy Cows; Supplementation; Bovine Reproduction; Reproductive Parameters; Corpus Luteum; Ovaries.

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes níveis de propanodiol nos parâmetros reprodutivos de vacas leiteiras em produção. Para tal, foram utilizadas 24 unidades experimentais (12 vacas de terceiro parto e 12 vacas de quarto parto), às quais foram fornecidos diferentes níveis de propanodiol (0, 20, 40 e 60 g/dia) adicionando-o à ração durante um período de 60 dias. Através de ecografia transretal realizada com um intervalo de 15 dias, foram avaliadas variáveis reprodutivas como o tamanho do corpo lúteo (mm), a irrigação sanguínea do corpo lúteo (%), o tamanho dos ovários (mm) e os níveis de progesterona no sangue (ng/ml).) foram determinados). Como complemento, foram determinadas as ondas foliculares nos diferentes tratamentos. Para análise e interpretação dos dados foi utilizado o teste t de Student, onde se observou que as fêmeas que receberam 20 g/dia apresentaram uma melhor resposta no tamanho e irrigação do corpo lúteo, bem como no tamanho dos ovários. Além disso, observou-se que as vacas no terceiro parto responderam melhor aos diferentes níveis de propanodiol, tendo-se observado diferenças estatísticas significativas no tamanho dos ovários, no tamanho e na irrigação sanguínea do corpo lúteo. Conclui-se assim que o melhor nível de suplementação foi de 20 g/dia e que o grupo que obteve melhor resposta foi o das fêmeas ao terceiro parto; recomendando o uso de propanodiol nestas doses nas condições do presente estudo.

Palavras-chave: Vacas Leiteiras; Suplementação; Reprodução Bovina; Parâmetros Reprodutivos; Corpo lúteo; Ovários.

Introducción

En bovinos la principal fuente de energía es obtenida a partir de la fragmentación de carbohidratos estructurales como la celulosa, hemicelulosa, etc., los cuales son aportados por los principales forrajes que tienen en su dieta, el tracto gastro intestinal de los bovinos posee condiciones favorables para el crecimiento de microorganismos los cuales ayudan a los procesos fermentativos, de tal manera que son convertidos en ácidos grasos volátiles precursores de la energía (Velásquez 1993).

El suministro de energía al ganado es de gran importancia ya que es un indicador de la salud y la buena fertilidad, en donde al tener un déficit de la misma hay una deficiente secreción de hormonas esteroides y depresión del eje hipotalámica e hipofisiario ovárico.(Velásquez 1993).

La fertilidad y la energía de los hatos lecheros sin duda es uno de los parámetros más importantes en la reproducción, es así que el consumo inadecuado de energía en vacas lecheras ha sido asociado a las deficiencias reproductivas y a una menor función de la misma, viéndose reflejada en problemas como: ovarios quísticos, anestro, ovarios atrésicos, etc.; como se conoce, la alimentación de los hatos lecheros del Ecuador se realiza por medio de pastos y forrajes naturales, los cuales no cumplen con los requerimientos necesarios para los animales, es por ello que el presente trabajo pretende evaluar el efecto de un suplemento energético sobre los parámetros reproductivos de vacas lecheras alimentadas con una dieta convencional y diferentes niveles de adición del suplemento con la finalidad de mejorar sus características reproductivas y por ende las características productivas.

Tomando en cuenta los antecedentes mencionados, la presente investigación tuvo como objeto evaluar el efecto de un suplemento energético a base de propanodiol sobre los parámetros reproductivos en vacas lecheras en producción.

Materiales y métodos

Localización y Duración del Experimento:

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la Hacienda Balsayan, perteneciente a la comunidad Balsayan, Canton Guano, Provincia de Chimborazo, con una altitud de 2890 m.s.n.m. La investigación tuvo un tiempo aproximado de 60 días de duración, en el cual se adicionó el suplemento energético a los animales.

Unidades Experimentales:

Para el desarrollo en trabajar experimental se utilizaron 24 vacas Holstein mestizas, 12 del tercero y 12 cuarto parto respectivamente.

Tratamiento y Diseño Experimental:

Los tratamientos estuvieron conformados por un tratamiento testigo (0 g) vs tres tratamientos experimentales los cuales contenían los diferentes niveles de propanodiol (20 g, 40 g y 60 g).

Análisis Estadístico:

En la presente investigación se aplicó una prueba t de Student con 1 tratamiento testigo vs 3 tratamientos experimentales.

Procedimiento Experimental:

Antes de iniciar con el estudio, la selección de las hembras se realizó en base a su número de partos. Todas las hembras seleccionadas fueron puestas bajo un mismo sistema de manejo alimenticio que consistió en pastoreo más la adición de balanceado y sales minerales. Posteriormente el propanodiol fue mezclado en la ración de balanceado para ser suministrado durante los tratamientos.

Para la determinación de los parámetros como el tamaño del cuerpo lúteo, tamaño de ovarios y desarrollo de la onda folicular se usó un ecógrafo portátil HandScan V8. La toma de datos fue cada 15 días.

Para la determinación de la irrigación sanguínea del cuerpo lúteo se usó un ecógrafo portátil BMV S10 con función Doppler Color.

Para la determinación de los niveles de progesterona en sangre se tomó una muestra sanguínea de la vena coccígea a una vaca por cada tratamiento. Las muestras fueron colocadas en tubos de tapa roja y colocados en un cooler con hielo para ser enviadas al laboratorio.

Análisis e interpretación de resultados

Respuesta de vacas en producción sometidas a diferentes niveles de propanodiol

Tabla 1: Respuesta de vacas lecheras a la adición de diferentes niveles (20 y 40 g) de propanodiol al día 30

Variables	DÍA 30				
	Media G1	MEDIA G2	Estadístico T	Probabilidad	Sig.
Tamaño de Cuerpo Lúteo (mm)	21,66666667	8,333333333	2,65022735	0,045414026	*
Irrigación del Cuerpo Lúteo (%)	32	10	2,939873661	0,032261377	*
Tamaño de Ovarios (mm)	27,16666667	20,5	2,285154724	0,07107848	ns
Progesterona (ng/ml)	4,313333333	4,365	-1	0,363217468	ns

Tabla 2: Respuesta de vacas lecheras a la adición de diferentes niveles (20 y 40 gr) de propanodiol al día 45

Variables	DIA 45				
	Media G1	MEDIA G2	Estadístico T	Probabilidad	Sig.
Tamaño de Cuerpo Lúteo (mm)	25,83333333	12,5	2,218800785	0,077244632	ns
Irrigación del Cuerpo Lúteo (%)	38,33333333	15	2,8	0,037993623	*
Tamaño de Ovarios (mm)	32,5	22,66666667	3,158197593	0,02514604	*
Progesterona (ng/ml)	2,766666667	2,466666667	1	0,363217468	ns

Tabla 3: Respuesta de vacas lecheras a la adición de diferentes niveles (20 y 40 gr) de propanodiol al día 60

Variables	DIA 60				
	Media G1	MEDIA G2	Estadístico T	Probabilidad	Sig.
Tamaño de Cuerpo Lúteo (mm)	25,83333333	12,5	2,218800785	0,077244632	ns
Irrigación del Cuerpo Lúteo (%)	43,33333333	18,33333333	2,795084972	0,038214679	*
Tamaño de Ovarios (mm)	35	23	3,794733192	0,012696728	*
Progesterona (ng/ml)	2,133333333	3,166666667	-0,248573374	0,813577842	ns

Tabla 4: Respuesta de vacas lecheras a la adición de diferentes niveles (20 y 60 gr) de propanodiol al día 15

Variables	DIA 15				
	Media G1	MEDIA G2	Estadístico T	Probabilidad	Sig.
Tamaño de Cuerpo Lúteo (mm)	14,66666667	1,666666667	3,128521182	0,026000796	*
Irrigación del Cuerpo Lúteo (%)	16,66666667	1,666666667	3,105295017	0,026692591	*
Tamaño de Ovarios (mm)	23,83333333	16,66666667	0,039629434	0,079258868	ns
Progesterona(ng/ml)	3,031666667	0,178333333	0,92872692	0,395655884	ns

Tabla 5: Respuesta de vacas lecheras a la adición de diferentes niveles (20 y 60 gr) de propanodiol al día 45

Variables	DIA 45				
	Media G1	MEDIA G2	Estadístico T	Probabilidad	Sig.
Tamaño de Cuerpo Lúteo(mm)	25,83333333	16,5	2,278607685	0,071662769	ns
Irrigación del Cuerpo Lúteo (%)	38,33333333	22,5	2,650159675	0,045417721	*
Tamaño de Ovarios (mm)	32,5	24,16666667	2,5	0,054490099	ns
Progesterona (ng/ml)	2,766666667	2,2	0,146659666	0,889130549	ns

Tabla 6: Respuesta de vacas lecheras a la adición de diferentes niveles (20 y 60 gr) de propanodiol al día 60

Variables	DIA 60				
	Media G1	MEDIA G2	Estadístico T	Probabilidad	Sig.
Tamaño de Cuerpo Lúteo (mm)	25,83333333	16,83333333	1,86317701	0,121473809	ns
Irrigación del Cuerpo Lúteo (%)	43,33333333	21,66666667	3,379189092	0,019691565	*
Tamaño de Ovarios (mm)	35	25,83333333	3,378623143	0,019703704	*
Progesterona (ng/ml)	2,133333333	2,233333333	-1	0,363217468	ns

Según los resultados reportados en la Tabla 1, Tabla 2, Tabla 3, Tabla 4, Tabla 5 y Tabla 6, las distintas variables presentan diferencias al aplicar 20g del suplemento energético comercial, en donde los resultados de esta investigación guardan relación con el estudio de (Moyano y Rodríguez,

2014), corrobora esta información mencionando que un déficit de energía puede limitar la respuesta del ovario a la estimulación de gonadotropinas, presentando así animales con un balance energético negativo lo cual produce una disminución de glucosa, LH, progesterona en plasma y una actividad ovárica limitada.

Respuesta de vacas en producción de tercer y cuarto parto a diferentes niveles de suplemento energético comercial

Tamaño del Cuerpo Lúteo (mm)

Tabla 7: Respuesta del Tamaño del cuerpo lúteo (mm) en vacas de tercer y cuarto parto a la adición de diferentes niveles de propanodiol

Tratamiento	Tamaño de Cuerpo Lúteo (mm)				
	DÍA 45				
	MEDIA (G1)	MEDIA (G2)	Estadístico T	Probabilidad	Sig
T1 (20gr)	25	26,66666667	-1	0,422649731	ns
T2 (40gr)	16,66666667	8,333333333	1	0,422649731	ns
T3 (60gr)	24,66666667	8,333333333	12,25	0,00659801	*

El tamaño de cuerpo Lúteo en vacas de tercer parto fue en promedio de 24,66 mm, encontrándose que el Tratamiento T3, en donde se aplicó 60g del suplemento obtuvo los mejores resultados, siendo estos superiores a los obtenidos por (Alfaro-et al., 2020), quienes reportaron valores de 20,87 +/- 1,48mm ; (Pérez G et al., 2019), valores de 22,2 mm y (Choi et al., 2023) valores de 18,8 +/- 0,67mm; esto puede deberse a la acción positiva de la adición del suplemento energético en esta variable.

Irrigación Sanguínea del Cuerpo Lúteo (%)

En la irrigación Sanguínea del Cuerpo Lúteo, los resultados mostraron que al día 45 y 60 en vacas de tercer parto se obtuvo diferencias estadísticas, con un promedio de 35 % y 36,66 % respectivamente al utilizar 60g de propanodiol.

Tabla 8: Respuesta de la Irrigación Sanguínea del cuerpo lúteo (mm) al día 45 en vacas de tercer y cuarto parto a la adición de diferentes niveles de propanodiol

Tratamiento	Irrigación Sanguínea del Cuerpo Lúteo (%)				
	DÍA 45				
	MEDIA (G1)	MEDIA (G2)	Estadístico T	Probabilidad	Sig
T1 (20gr)	38,33333333	38,33333333	0	1	ns
T2 (40gr)	20	10	1	0,422649731	ns
T3 (60gr)	35	10	8,660254038	0,013072458	*

Tabla 9: Respuesta de la Irrigación Sanguínea del cuerpo lúteo (mm) al día 60 en vacas de tercer y cuarto parto a la adición de diferentes niveles de propanodiol

Tratamiento	Irrigación Sanguínea del Cuerpo Lúteo (%)				
	DÍA 60				
	MEDIA (G1)	MEDIA (G2)	Estadístico T	Probabilidad	Sig
T1 (20gr)	43,33333333	43,33333333	0	1	ns
T2 (40gr)	25	18,33333333	0,718421208	0,547089186	ns
T3 (60gr)	36,66666667	0	22	0,002059734	*

Por su parte (Dubuc et al. 2020), en su estudio reportan vascularizaciones del cuerpo lúteo de 35,2%; mientras que (Lorenti et al., 2022), obtuvieron vascularizaciones de 74,8%; probablemente los resultados mencionados por estos autores son superiores a la presente investigación debido a que se utilizaron protocolos de sincronización de ovulación, así como para Transferencia de embriones y se realizaron determinaciones con diferentes métodos (Color y Power).

Tamaño de ovarios (mm)

En la variable tamaño de ovarios podemos observar que se obtuvo en vacas de tercer parto los mejores

Tabla 10: Respuesta de Tamaño de Ovarios (mm) al día 15 en vacas de tercer y cuarto parto a la adición de diferentes niveles de propanodiol

Tratamiento	Tamaño de ovarios (mm)				
	DÍA 15				
	MEDIA (G1)	MEDIA (G2)	Estadístico T	Probabilidad	Sig
T1 (20gr)	30	17,66666667	10,26195363	0,009362828	*
T2 (40gr)	26	16,66666667	2,545454545	0,125853243	ns
T3 (60gr)	16	17,33333333	-4	0,057190958	ns

Tabla 11: Respuesta de Tamaño de Ovarios (mm) al día 45 en vacas de tercer y cuarto parto a la adición de diferentes niveles de propanodiol

Tratamiento	Tamaño de ovarios (mm)				
	DIA 45				
	MEDIA (G1)	MEDIA (G2)	Estadístico T	Probabilidad	Sig
T1 (20gr)	31,66666667	33,33333333	-1	0,422649731	ns
T2 (40gr)	25	20,33333333	1	0,422649731	ns
T3 (60gr)	30	18,33333333	7	0,019803941	*

Tabla 12: Respuesta de Tamaño de Ovarios (mm) al día 60 en vacas de tercer y cuarto parto a la adición de diferentes niveles de propanodiol

Tratamiento	Tamaño de ovarios (mm)				
	DIA 60				
	MEDIA (G1)	MEDIA (G2)	Estadístico T	Probabilidad	Sig
T1 (20gr)	35	35	-	-	-
T2 (40gr)	26,66666667	25	1	0,422649731	ns
T3 (60gr)	30	16	14	0,005063324	*

Al respecto, (Narváez, 2006), menciona que el tamaño de ovarios medidos en dos tiempos (22 y 43 días) fue de 29,8 mm y 27,76 mm respectivamente; ; mientras que (Gómez et al., 2006) obtuvieron un promedio de 25 y 35 mm; de la misma manera (Neira-Rivera et al., 2023), obtuvo ovarios de 27+/- 6 mm; los resultados reportados por estos autores son similares a la presente investigación pero cabe recalcar que el tamaño de ovarios en vacas lecheras probablemente va a variar mucho según la edad del animal, así como la raza o los cruces de los mismos.

Niveles de Progesterona en sangre (ng/ml)

Los niveles de progesterona en vacas se realizan con el fin de divisar si hay presencia de un cuerpo lúteo funcional. (Lamping, 2014).

En la presente investigación no se obtuvo diferencias estadísticas en esta variable, sin embargo, se puede evidenciar que en los animales de Cuarto parto (G2) (Tabla13), no se registraron valores, esto fue debido a la inexistencia de cuerpos lúteos o que éstos fueron muy pequeños.

Tabla 13: Respuesta a niveles de progesterona (ng/ml) al día 60 en vacas de tercer y cuarto parto a la adición de diferentes niveles de propanodiol

Tratamiento	Niveles de Progesterona en sangre (ng/ml)				
	DÍA 60				
	MEDIA (G1)	MEDIA (G2)	Estadístico T	Probabilidad	Sig
T1 (20gr)	4,266666667	0	1	0,422649731	ns
T2 (40gr)	4,466666667	0	1	0,422649731	ns
T3 (60gr)	6,333333333	0	1	0,422649731	ns

(Layme, 2018), obtuvo un valor de 4,58 ng/ml en vacas sometidas a una aplicación hormonal, de la misma manera (Zapata y Granados, 2015), encontraron valores de $9,26 \pm 3,17$ ng/ml vs. $5,19 \pm 1,76$ ng/ml respectivamente; la variación en los resultados reportados por estos autores frente a los obtenidos en el presente estudio los cuales fueron inferiores se deban probablemente a la acción de las hormonas aplicadas en cada una de sus investigaciones.

Desarrollo de la onda folicular

Se determinó que los animales sometidos al tratamiento T1 (20 gr), mostraron un desarrollo folicular (Ilustración 1), en el cual se presentaron folículos de entre 2 y 10 mm en la primera onda, y de 3 y 10 mm en la segunda onda; las hembras en el tratamiento T2 (40g) (Ilustración 2) presentaron folículos de 3 a 11 mm en la primera onda y de 3 a 12 mm en la segunda onda folicular; mientras que las hembras pertenecientes al tratamiento T3 (60g) (Ilustración 3), folículos de 2 a 12 mm en la primera onda y de 3 a 15 mm en la segunda onda folicular.

Ilustración 1: Desarrollo de la Onda Folicular en el Tratamiento T1 (20 gr de propanodiol)

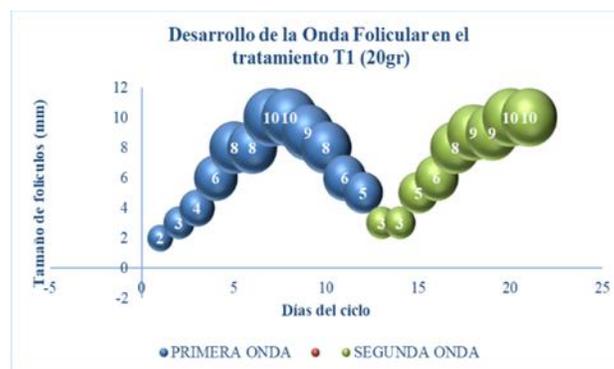


Ilustración 2: Desarrollo de la Onda Folicular en el Tratamiento T2 (40 gr de propanodiol)



Ilustración 3: Desarrollo de la Onda Folicular en el Tratamiento T3 (60 gr de propanodiol)



Referente a lo expuesto (Monroy, 2017), nos menciona que el mayor tamaño de folículo ovulatorio (mm) en la primera onda fue de 19,87+/- 2,8; (Pesántez 2015) en su estudio obtuvo un folículo preovulatorio de 14,40 +/- 0,4; mientras que (Amaya 2010) en su estudio reporta folículos de 10mm, los resultados reportados por estos autores pueden ser superiores o inferiores debido a que se utilizaron protocolos de sincronización y ovulación en cada uno de sus temas.

Costo de los distintos tratamientos

El costo de la presente investigación al adicionar el suplemento energético es de \$725,76, (Tabla 14), tomando en cuenta que se realizaron análisis de progesterona en sangre en los distintos tratamientos el costo fue de \$160 dando un total de \$885,76 total.

Tabla 14: Costo total y costo por cada tratamiento de la Adición de diferentes niveles de propanodiol en vacas lecheras en producción

GRAMOS	Presentación (Kg)	Costo (\$)	TRATAMIENTOS		
			T1 (GR)	T2(GR)	T3(GR)
			20	40	60
Afrecho	50	10,8	198,72	241,92	285,12
Suplemento Energético	25	150			
Animales/Tratamiento		6			
			COSTO TOTAL 725,76		

Conclusiones

- Al evaluar el efecto de diferentes niveles de propanodiol sobre los parámetros reproductivos en vacas lecheras, se determinó que las hembras a las cuales se les suministró 20 g/día mostraron una mejor respuesta sobre los grupos a las cuales se les suministró 40 y 60 g/día; observando en el día 15 diferencias estadísticas significativas en las variables tamaño del cuerpo lúteo (14,66 mm) e irrigación del cuerpo lúteo (16,66%); al día 30 mostraron diferencias estadísticas significativas en el tamaño del cuerpo lúteo (21,66 mm) e irrigación del cuerpo lúteo (32%); en el día 45 se observaron diferencias estadísticas significativas en los parámetros de irrigación del cuerpo lúteo y tamaño de los ovarios con valores de 38,33% y 32,5 mm respectivamente y finalmente al día 60 se observaron diferencias estadísticas significativas en los parámetros de irrigación del cuerpo lúteo y tamaño de los ovarios con valores de 43,33% y 35mm respectivamente.
- Al comparar la eficiencia del propanodiol en diferentes niveles sobre vacas de tercer y cuarto parto, se observó que las vacas de tercer parto respondieron de mejor manera a la adición de diferentes niveles de suplemento; observando que, al día 15 el tamaño de los ovarios fue de 30 mm con 20 g/día, al día 45 el tamaño del cuerpo lúteo, irrigación del cuerpo y tamaño de los ovarios presentaron diferencias estadísticas significativas con valores de 24,66 mm; 35 % y 30 mm respectivamente con 60 g/día; y finalmente, al día 60 se reportaron diferencias estadísticas en las variables de irrigación del cuerpo lúteo (36,66 %) y tamaño de los ovarios (30 mm) con 60 g/día.

- En general al determinar el desarrollo de la onda folicular, se observó que ambos grupos de estudio presentaron dos ondas foliculares en su ciclo estral; recalando que los animales suplementados con 20 gramos mostraron un tamaño folicular entre 2 a 10 mm en ambas ondas, los suplementados con 40 gramos presentaron folículos de 3 a 11 mm en la primera onda y de 3 a 12 mm en la segunda onda, mientras que las hembras suplementadas con 60 gramos presentaron folículos de 2 a 12 mm en la primera onda y de 3 a 15 mm en la segunda onda. Se observa así, un mayor desarrollo folicular en las hembras suplementadas con 60 gramos/día del suplemento energético.
- Los niveles de progesterona en sangre de las hembras en cada uno de los tratamientos, no reportaron diferencias estadísticas significativas; sin embargo, se observó que los animales del T1 (20 g/día) presentaron un valor de 4,26 ng/ml, T2 (40 g/día) 4,46 ng/ml y del T3 (60 g/día) 6,33 ng/ml.
- El costo del tratamiento T1 (20 g) fue de \$198,72 en total teniendo un valor de \$33,12 por animal, el T2 (40g) fue de \$241,92 en total y \$40,32 por animal y el costo del T3 60 g fue de \$285,12 en total y por animal el valor fue de \$47,52.

Recomendaciones

- Se recomienda el uso no mayor a 20 g/día del suplemento en vacas de tercer parto para mejorar los índices reproductivos, en base a los resultados obtenidos en la presente investigación.
- Se recomienda realizar una valoración nutricional antes del suministro del suplemento para evaluar el estado de las dietas.
- Se recomienda que para mejorar los niveles de progesterona en vacas con problemas reproductivos se suplemente con la dosis de 60 g/día.
- Utilizar el suplemento energético en diferentes etapas reproductiva de bovinos lecheros.

Referencias

1. ALFARO-ASTORIMA, M.I., ORMACHEA-SÁNCHEZ, H.H. y ALVARADO-MALCA, A.E. Ovarian follicular dynamics of a creole cattle under grazing conditions in high Andean

- areas of Peru. *Scientia Agropecuaria* [en línea], vol. 11, no. 4, 2020. [consulta: 16 febrero 2024]. ISSN 23066741, 20779917. DOI 10.17268/sci.agropecu.2020.04.18. Disponible en: <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop/article/view/3184>.
2. AMAYA, A.D. EFECTO DEL DIÁMETRO DEL FOLÍCULO OVULATORIO, TAMAÑO DEL CUERPO LÚTEO Y PERFILES DE PROGESTERONA SOBRE LA TASA DE PREÑEZ EN LA HEMBRA RECEPTORA DE EMBRIONES BOVINOS. Bogotá: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. 2010.
 3. CHOI, W., RO, Y., CHOE, E., HONG, L., LEE, W. y KIM, D. Evaluation of Corpus Luteum and Plasma Progesterone the Day before Embryo Transfer as an Index for Recipient Selection in Dairy Cows. *Veterinary Sciences* [en línea], vol. 10, no. 4, [consulta: 16 febrero 2024]. ISSN 2306-7381. 2018. DOI 10.3390/vetsci10040262. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2306-7381/10/4/262>.
 4. DUBUC, J., HOULE, J., ROUSSEAU, M., ROY, J.-P. y BUCZINSKI, S. Short communication: Accuracy of corpus luteum color flow Doppler ultrasonography to diagnose nonpregnancy in dairy cows on day 21 after insemination. *Journal of Dairy Science* [en línea], vol. 103, no. 2, 2020. [consulta: 27 febrero 2024]. ISSN 00220302. DOI 10.3168/jds.2019-17234. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030219310409>.
 5. GÓMEZ, L.O.A., GALINDO, A.R., PALMERO, A.G. y PRADO, E.A.S. Tamaño y forma de los ovarios y del cérvix en novillas y vacas del cruzamiento absorbente holstein x cebú (Size and shape of the ovaries and cervix in heifers and cows of the absorbent crossbred holstein x zebu). 2006.
 6. LAMPING, C. MANUAL DE DIAGNOSTICO CON ÉNFASIS EN LABORATORIO CLÍNICO VETERINARIO. [en línea]. 2014. [consulta: 30 septiembre 2023]. Disponible en: <https://repositorio.una.edu.ni/2745/1/tnl70g172m.pdf>.
 7. LAYME, P. EFECTO DE GnRH Y eCG EN LA TASA DE CONCEPCIÓN Y NIVELES SÉRICOS DE PROGESTERONA EN VACAS INSEMINADAS A CELO [en línea]. 2018. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano. [consulta: 27 febrero 2024]. Disponible en: http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/9456/Pedro_Pablo_Layme_Cutipa.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

8. LORENTI, N.S., MADOZ, L.V., REARTE, R., QUINTERO RODRIGUEZ, L.E., MIGLIORISI, A.L., JAUREGUIBERRY, M., GABLER, C., DRILLICH, M. y DE LA SOTA, R.L. Diagnóstico de pérdida embrionaria y detección muy temprana de vacas no gestantes mediante ecografía Doppler. En: Accepted: 2024-01-03T10:44:56Z [en línea], 2022. [consulta: 27 febrero 2024]. ISSN 1515-3037. Disponible en: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/222136>.
9. MONROY, M. Tamaño del folículo ovulatorio, volumen del cuerpo lúteo y niveles séricos de progesterona, durante el ciclo estral y gestación temprana en vacas Holstein en Bogotá [en línea]. 2017. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. [consulta: 13 marzo 2024]. Disponible en: https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/61025/Tesis_Yulieth_Monroy_G.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
10. MOYANO BAUTISTA, M.A. y RODRÍGUEZ, C.E. Suplementación energética y su efecto en el nivel de colesterol y el perfil hormonal preovulatorio en vacas. Revista de Salud Animal [en línea], vol. 36, no. 2, 2014. [consulta: 28 febrero 2024]. ISSN 0253-570X. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0253-570X2014000200003&lng=es&nrm=iso&tlng=pt.
11. NARVÁEZ, J. Morfología ecográfica de los ovarios y los cuernos uterinos en vacas.pdf. La Granja Revista de Ciencias de la Vida [en línea]. 2006. [consulta: 27 febrero 2024]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8699/1/Morfologia%20ecografica%20de%20los%20ovarios%20y%20los%20cuernos%20uterinos%20en%20vacas.pdf>.
12. NEIRA-RIVERA et al. Morfometría de ovarios, folículos y su relación con la calidad oocitaria en bovinos. Agronomía Mesoamericana [en línea], 2013. [consulta: 27 febrero 2024]. ISSN 2215-3608. DOI 10.15517/am.v34i1.50156. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/50156>.
13. PÉREZ G, U., QUISPE B, Y., LUQUE M, N., ROJAS E, R., CONDORI C, E., DELGADO C, A. y PÉREZ D, M. Evaluación ultrasonográfica en ganado Brown Swiss sometido a un protocolo de sincronización de celo en el altiplano peruano. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú [en línea], vol. 30, no. 1, 2019. [consulta: 16 febrero 2024]. ISSN 1609-9117. DOI 10.15381/rivep.v30i1.15688. Disponible en:

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1609-91172019000100049&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

14. PESÁNTEZ, E. RELACIÓN ENTRE EL TAMAÑO DEL FOLÍCULO PREEVULATORIO, DIÁMETRO DEL CUERPO LÚTEO Y NIVELES DE PROGESTERONA EN EL GANADO BOVINO DE LA RAZA CRIOLLA [en línea]. Cuenca: Universidad de Cuenca. 2015. [consulta: 13 marzo 2024]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/22251/1/TESIS.pdf.pdf>.
15. VELÁSQUEZ, G. Energía - reproducción. [en línea]. 1993. [consulta: 1 octubre 2023]. Disponible en: <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/32736>.
16. ZAPATA, F. y GRANADOS, L. Comparación de los perfiles de progesterona, diámetro folicular y volumen luteal durante el ciclo estral entre vaquillas, primíparas, multíparas y repetidoras en una hacienda del Cantón Mejía, Ecuador. [en línea]. Mejía, Ecuador: Universidad San Francisco de Quito. 2015.[consulta: 27 febrero 2024]. Disponible en: <https://docplayer.es/39765474-Francisco-javier-zapata-segovia-luz-maria-granados-mvz-m-sc-directora-de-tesis.html>.

© 2024 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).