

Efecto de la grasa bypass sobre la reactivación ovárica postparto en vacas Holstein friesian mestizas con condición corporal diferente - Effect of bypass fat on ovarian reactivation post-partum in Holstein friesian cows with different body condition

Ayala, L: Universidad de Cuenca 010214 | **Aguilar, N:** Médico Veterinario Asociado 010206 | **Nieto, P:** Universidad de Cuenca 010214 | **Rodas, R:** Universidad de Cuenca 010214 | **Dutan, J:** Universidad de Cuenca 010214 | **Murillo, Y:** Universidad de Cuenca 010214 | **Vázquez, J:** Universidad de Cuenca 010214 | **Samaniego, J:** Médico Veterinario Asociado 010206.

Contacto: jorgereivax@hotmail.com , jorge.samaniegoc@ucuenca.ec

Resumen

El efecto de la grasa "bypass" sobre los parámetros productivos y reproductivos en vacas Holstein Friesian mestizas con diferente condición corporal (CC), fue el objetivo del estudio. Se analizó cuatro tratamientos: T1 (n=10) CC>3.5 sin grasa bypass; T2 (n=10) CC>3.5 con grasa bypass; T3 (n=10) CC<2.5 sin grasa bypass y T4 (n=10) CC<2.5 con grasa bypass. La CC y el peso fueron evaluados al día 25 preparto, al parto y postparto hasta el día 65. Se determinó la producción de leche (PL) durante los primeros dos meses de lactancia. La reactivación ovárica se evaluó mediante ecografía una vez por semana. Se valoró el primer celo postparto (1CPP), folículo preovulatorio (FPO), tamaño del cuerpo lúteo (CL) y niveles de progesterona (P4) al día 7. Se calculó el intervalo parto primer servicio (IPPS) y el número de inseminaciones por preñez (IA/P). La salud uterina (SU) se determinó al día 35 postparto. Para el análisis estadístico se utilizó un modelo lineal mixto mediante el procedimiento MIXED. Las vacas de T1, perdieron más CC que los otros tratamientos (P<0.05); sin embargo, T2, T3 y T4 no presentaron diferencia (P>0.05). Los animales que recibieron grasa bypass (T2 y T4) perdieron menos peso (P<0.05) en comparación con T1 y T3. Las vacas de T2 produjeron más leche (P<0.05) que los animales de T1, T3 y T4. T2 presentó menos polimorfonucleares (8.12%), en comparación con T1, T3 y T4 (P<0.05). El número de IA/P utilizados en T2 fue menor (1.69) que T1, T3 y T4 (2.9; 2.5 y 2.5 respectivamente) (P<0.05). El IPC se redujo a 73.6 días en T2 y sus niveles de P4 fueron mayores (6.06 ng/ml), determinando diferencias con el resto de tratamientos. La adición de grasa bypass en la dieta basal de vacas lactantes mejoró los parámetros productivos y reproductivos.

Palabras clave: Grasa bypass | reactivación ovárica | parto | leche.

Abstract

The effect of bypass fat on productive and reproductive parameters in crossbred Holstein Friesian cows with different body condition (CC) was the objective of the study. Four treatments were analyzed: T1 (n=10) CC> 3.5 without fat bypass; T2 (n=10) CC> 3.5 with bypass grease; T3 (n=10) CC <2.5 without fat bypass and T4 (n=10) CC <2.5 with bypass

fat. The CC and weight were evaluated on the 25th day before, at delivery and postpartum until day 65. Milk production was determined during the first two months of lactation. Ovarian reactivation was assessed by ultrasonography once a week. The first postpartum estrus (1CPP), preovulatory follicle (FPO), corpus luteum (CL) and progesterone levels (P4) at day 7 were evaluated. The first delivery interval (IPPS) and the number of inseminations per pregnancy (IA/P). Uterine health (SU) was determined at day 35 postpartum. A mixed linear model was used for the statistical analysis using the MIXED procedure. The T1 cows lost more CC than the other treatments ($P < 0.05$); however, T2, T3 and T4 presented no difference ($P > 0.05$). Animals that received fat bypass (T2 and T4) lost less weight ($P < 0.05$) compared to T1 and T3. T2 cows produced more milk ($P < 0.05$) than T1, T3 and T4 animals. T2 presented less polymorph nuclear (8.12%), compared to T1, T3 and T4 ($P < 0.05$). The number of IA/P used in T2 was lower (1.69) than T1, T3 and T4 (2.9, 2.5 and 2.5 respectively) ($P < 0.05$). The CPI was reduced to 73.6 days in T2 and its P4 levels were higher (6.06 ng/ml), determining differences with the other treatments. The addition of fat bypass in the basal diet of lactating cows improved the productive and reproductive parameters.

Keywords: Fat bypass | ovarian reactivation | birth | milk.

Introducción

La evaluación del desempeño reproductivo de los establos lecheros ha consistido en la valoración del intervalo parto concepción o intervalo entre partos (Ruiz & Sandoval, 2013). Uno de los factores que influye sobre estos parámetros en las explotaciones de la región interandina es el nutricional, ya que, los sistemas de producción en su mayoría se desarrollan en suelos pobres, con dos épocas climáticas caracterizadas por el exceso o déficit hídrico, lo cual genera deficiencias marcadas en la cantidad y calidad de forraje disponible, y esto conlleva a la presentación de indicadores productivos y reproductivos deficientes (Hernández & Díaz, 2011).

La condición corporal (CC), es una herramienta básica y económica para determinar el estado nutricional de los animales, su determinación es sencilla y permite estimar las reservas de energía corporal y relacionarla con la probabilidad de gestación (Beam & Butler, 1997). Crowe (2008), concluyó que el manejo y la nutrición son claves para que las vacas lleguen al parto con una CC entre 2.75-3 (escala 1-5). De allí que una nutrición adecuada es importante para la reactivación ovárica postparto, la cual requiere componentes básicos como la energía, proteína, grasas, vitaminas y minerales. El déficit de estos genera un balance energético negativo (BEN), estado que sufren todas las vacas en los primeros días de lactación; sin embargo, las que pierden más condición corporal sufren un BEN severo y están expuestas a presentar anestro postparto prolongado (Butler, 2005).

Otro factor, que incide en la fertilidad de las vacas postparto es la involución uterina que puede prolongarse por enfermedades como la endometritis subclínica (ES), patología que se caracteriza por la ausencia de signos clínicos, cuyo diagnóstico se realiza mediante observación de polimorfonucleares (PMNs), obtenidos por cytobrush (Vanina & Luzbel de la Sota, 2014). En estudios recientes se observó que la ES modifica las concentraciones de esteroides ováricos y puede afectar la calidad del ovocito, lo cual explicaría en parte, la baja tasa de concepción y aumentaría el intervalo entre partos (Green *et al.* 2011).

Para contrarrestar el BEN autores como Hernández & Díaz (2011) mencionan que las grasas bypass son importantes en la alimentación de los rumiantes por su alto contenido energético, ya que la combustión completa de un gramo produce alrededor de 9.45Kcal de energía neta, mientras que un carbohidrato típico únicamente aporta 4.4Kcal. Por lo tanto, estos lípidos incorporan mayor cantidad de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), mejoran el aporte energético a la dieta, generan efectos no energéticos beneficiosos en el metabolismo e incrementan la respuesta hormonal e inmunológica. Además, las grasas bypass favorecen la mayor producción de hormona luteinizante (LH) y de hormona folículo estimulante (FSH), lo cual impulsa el desarrollo folicular y favorece la ovulación (Díaz *et al.* 2009). Otros trabajos han valorado la adición de grasa bypass para mejorar la salud uterina y la reducción del intervalo parto concepción (Bilby *et al.* 2006). De allí, la importancia en estudiar el efecto de la grasa bypass en los parámetros productivos y reproductivos de vacas *Holstein friesian* mestizas con una condición corporal diferente, alimentadas al pastoreo en ganaderías del altiplano ecuatoriano.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en la hacienda "Juticaray" ubicada en Deleg, Cañar, Ecuador. Coordenadas -2°44'38.052"S -78°58'17,38"W, a 3,050msnm, temperatura promedio de 12°C. Se valoró 40 vacas *Holstein friesian* mestizas, multíparas, edad entre 3 a 8 años, gestantes, libres de enfermedades infectocontagiosas, producción de leche 17 litros/vaca/día. Las vacas 30 días preparto fueron valoradas la CC, según la técnica descrita por Edmonson *et al.* (1989). Los animales que tuvieron CC ≥ 3.5 fueron distribuidas al azar en el tratamiento T1= dieta basal (n=10); T2= dieta basal+500g de grasa bypass (n=10). Las vacas con condición corporal ≤ 2.5 fueron asignados a los tratamientos T3=dieta basal (n=10); T4=dieta basal+500g de grasa bypass (n=10). La investigación inicio el día 270 de gestación y finalizó 65 días postparto. Las vacas que ingresaron en el estudio (T1, T2, T3, T4) fueron llevadas al rejo de leche el día 270 de gestación. A las vacas de T2 y T4 se les adiciono en la dieta basal 50g de grasa bypass desde el día 270 de gestación hasta el parto (Hernández & Díaz, 2011), luego se adicionó 500g/día hasta el fin del estudio.

Manejo de los nutrientes durante la investigación

Los animales fueron alimentados con una dieta basal a base de kikuyo (*Pennisetium clandestinum*), ray grass (*Lolium spp*) y trébol (*Trifolium spp*), 3kg de banano, 4kg de concentrado comercial y 100g de sal mineral. A la mezcla forrajera y banano se realizó un análisis bromatológico (MO-LSAIA01), **Tabla 1**, en el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) del Ecuador. En el caso del concentrado comercial (balanceado) su fórmula de presentación fue la utilizada para valorar su composición. Los resultados obtenidos fueron balanceados con los requerimientos establecidos por la National Research Council (NRC) para vacas en lactación (Pereyra & Nuñez, 2010). Se consideró el peso promedio de 600kg; 26.97lts/vaca/día y un 4% de grasa en leche, para los tratamientos 1 y 2 (vacas con $CC \geq 3.5$). En los tratamientos 3 y 4 el peso medio fue de 500kg; 22.88lts/vaca/día y 4% de grasa en leche (**Tabla 2**). Como fuente de grasa bypass se utilizó sales cálcicas de ácidos grasos vegetales TOCO-BP®. Durante el parto, se observó que las vacas no presentaran patologías reproductivas ni metabólicas para que estas continúen dentro del experimento.

Tabla 1: Valor nutritivo (kg MS) de los alimentos utilizados en la dieta basal de las vacas en estudio más la adición de grasa bypass.

Producto	PC (gr)	TDN (kg)	ED (Mcal)	EM (Mcal)	ENL (Mcal)
Mezcla forrajera	163.5	0.6	2.5	2.1	1.3
Banano	45.0	0.6	2.8	2.3	0.6
Concentrado (Maíz, Soya, Melaza, Fibra)	160.0	0.8	3.4	2.8	1.2

Leyenda: PC=proteína cruda; TDN=total nutrientes digeribles; ED=energía digerible; EM=energía metabolizable; ENL=energía neta para lactancia

Tabla 2: Balance nutricional de la dieta recibida y el requerimiento necesario de los animales en los cuatro tratamientos.

Tratamientos	Detalle	Nutrientes					
		MS (kg)	PC (gr)	TDN (kg)	ED (Mcal)	EM (Mcal)	ENL (Mcal)
1	Aporte nutrientes dieta	20.6	3,244.7	12.6	55.3	45.4	26.4
	Requerimiento de nutrientes	16.5	2,833.3	12.9	57	49.7	29.7
	Balance	4.1	411.4	-0.4	-1.7	-4.3	-3.3
2	Aportes nutrientes dieta	21.1	3,245.8	13.5	59.4	48.7	30.2
	Requerimiento de nutrientes	16.5	2,833.3	12.9	57	49.7	29.7
	Balance	4.6	412.5	0.6	2.4	-1	0.6
3	Aportes nutrientes dieta	17.9	2,803.3	11	48.5	39.8	22.8
	Requerimiento de nutrientes	14	2,423.2	11.1	48.8	42.6	25.4
	Balance	3.9	380.1	-0.1	-0.3	-2.8	-2.6
4	Aportes nutrientes dieta	18.4	2,804.4	11.9	52.6	43.1	26.6
	Requerimiento de nutrientes	14.01	2,423.2	11.1	48.8	42.6	25.4
	Balance	4.4	381.2	0.9	3.8	0.5	1.2

Leyenda: PC=proteína cruda; TDN=total nutrientes digeribles; ED=energía digerible; EM=energía metabolizable; ENL=energía neta para lactancia

Condición corporal (CC) y Peso

La CC y peso fue evaluada los días: 270 de gestación, en el parto y una vez por semana postparto (días: 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63). Para determinar la CC se utilizó la técnica descrita por Edmonson *et al.* (1989) quienes describieron una escala del 1 al 5, donde: 1 es flaca y 5 obesa. La valoración del peso se realizó mediante la técnica Quetelet (Osorio & Segura, 2009), consistió en tomar la medida del perímetro torácico (detrás de la cruz, espalda y codo); y el largo del animal que va desde el encuentro (hombro) hasta la punta de nalga (cara posterior de la tuberosidad isquiática). Los valores obtenidos fueron remplazados en una fórmula ya establecida y multiplicada por una constante (87.5). Fórmula: $P_v = (PT)^2 \times L \times \text{Constante}$.

Involución uterina (IU)

Se valoró por palpación rectal a partir de los 14 días postparto, una vez por semana hasta determinar que se completó la misma.

Reactivación ovárica

Se realizó con un ecógrafo (A6, SonoScape, Shenzhen, China) con una sonda de 7.5 MHz vía transrectal, después del día 14 postparto hasta el día 65, una vez por semana. Se midió tamaño de CL y folículo preovulatorio (FPO).

Primer celo observado (1CPP)

Se determinó mediante observación visual durante 30min. 3 veces/día; además, a partir del día 14 postparto se colocaron parches colorimétricos detectores de celo para facilitar su diagnóstico.

Intervalo parto primer servicio (IPPS)

Tiempo transcurrido desde el parto hasta que la vaca recibió la primera inseminación. Este valor fue obtenido de los registros del rebaño.

Presencia y Tamaño del primer cuerpo lúteo (1CL)

Primer cuerpo lúteo observado postparto, valorado en el día 7 post ovulación. Para la determinación del tamaño de 1CL se tomó dos medidas largo y ancho mediante ultrasonografía al 7 día post ovulación del FPO del primer celo detectado.

Nivel de progesterona (P₄)

Se colectó 10 ml de sangre de la vena yugular 7 días posteriores a la ovulación. Las muestras fueron llevadas al laboratorio, centrifugadas a 2,000 rpm/15min., se extrajo el sobrenadante y se colocó en un eppendorf, luego se congeló a -20°C. El análisis se realizó mediante test inmunológico *in vitro* con el método de electroquimioluminiscencia. El reactivo utilizado fue Progesterone II (Cobas®). La variabilidad inter e intra ensayo fue de 9.2 y 6% respectivamente y la sensibilidad de 0.030 ng/ml para P₄.

Intervalo parto concepción (IPC)

Tiempo entre el parto hasta el día de la I.A que produjo una preñez confirmada. Este parámetro fue calculado después de valorar preñez mediante ultrasonografía a los 45 días post inseminación en forma retrospectiva.

Inseminaciones/preñez (IA/P)

Número de vacas inseminadas dividido para el numero de vacas preñadas.

Determinación relativa de polimorfonucleares (PMNs)

El día 35 postparto se evaluó la salud uterina realizando un test de citología uterina utilizando la técnica de cytobrush, modificado para el uso en grandes animales. Se usó un cepillo para citología endometrial, el cual se recortó 3 cm de longitud y se acopló en la parte posterior de la pistola de inseminación artificial (Vallejo *et al.* 2014). Los análisis de las muestras fueron realizados en un laboratorio clínico de microbiología e inmunología particular; los resultados fueron expresados en valores relativos de polimorfonucleares (PMNs).

Producción promedio de leche (Lts/vaca/día)

La producción láctea fue registrada durante 9 semanas postparto.

Análisis Estadístico

Se aplicó un modelo lineal mixto a través del procedimiento MIXED del SAS (2013) v9.3; dónde, se utilizó la metodología de máxima verosimilitud restringida (REML) para estudiar los efectos del tratamiento y animal anidado en los tratamientos (SAS, 2013). El procedimiento Satterthwaite (DDFM=SATTERTH) en el modelo para obtener los grados de libertad correctos para la tabla de prueba de efectos fijos.

El modelo matemático utilizado fue: $Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \alpha_{j(i)} + \epsilon_{ijk}$

Donde:

Y_{ijk} = Variable respuesta

τ_i = Efecto fijo del i -ésimo tratamiento (1,2,3...6)

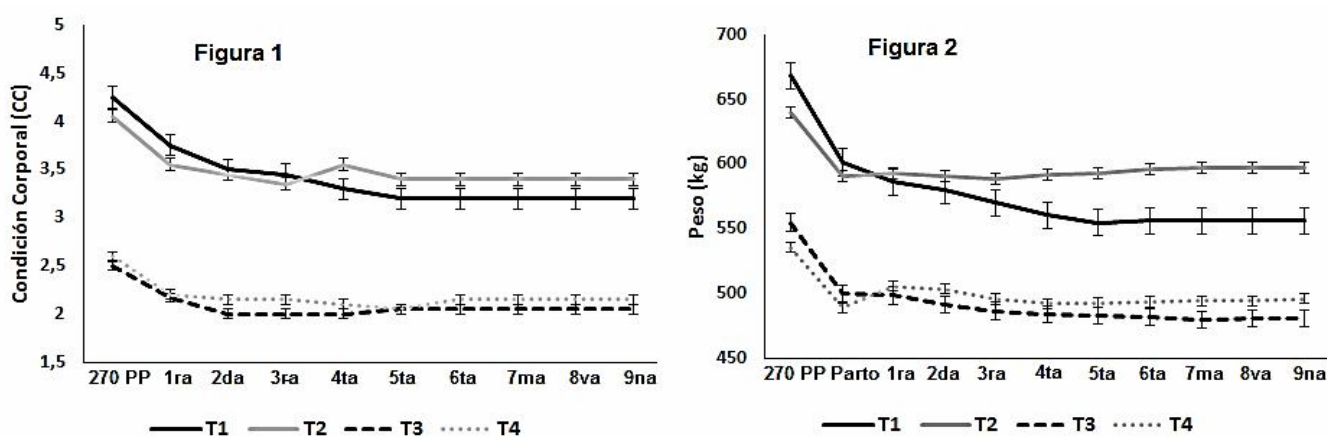
$\alpha_j(\tau_i)$ = Efecto aleatorio de la j -ésimo animal anidado en el i -ésimo tratamiento.

ϵ_{ijk} = Error aleatorio debido a cada observación $NID \sim (0, s_e^2)$.

Se aplicó la dócima de Tukey-Kramer (1956) para la comparación múltiple de las medias de los mínimos cuadrados.

Resultados y discusión

La evaluación de la condición corporal en bovinos a pesar de ser subjetiva permite determinar la cantidad de reservas corporales presentes en el animal (Salgado *et al.* 2008). En la presente investigación se observó que la pérdida de CC de T1 y T2 hasta la tercera semana postparto fue similar ($P > 0.05$); sin embargo, a partir de la cuarta semana en T2 las vacas perdieron menos CC que T1 ($P < 0.05$). Los animales de T3 y T4 ($CC \leq 2.5$) presentaron un patrón de comportamiento similar ($P > 0.05$) de pérdida de CC durante el tiempo del ensayo (**figura 1**). Estos resultados son similares a los obtenidos por Hernández & Díaz, (2011) quienes observaron que la pérdida de CC postparto disminuía cuando se administraba 500g de grasa bypass en vacas Holstein friesian.

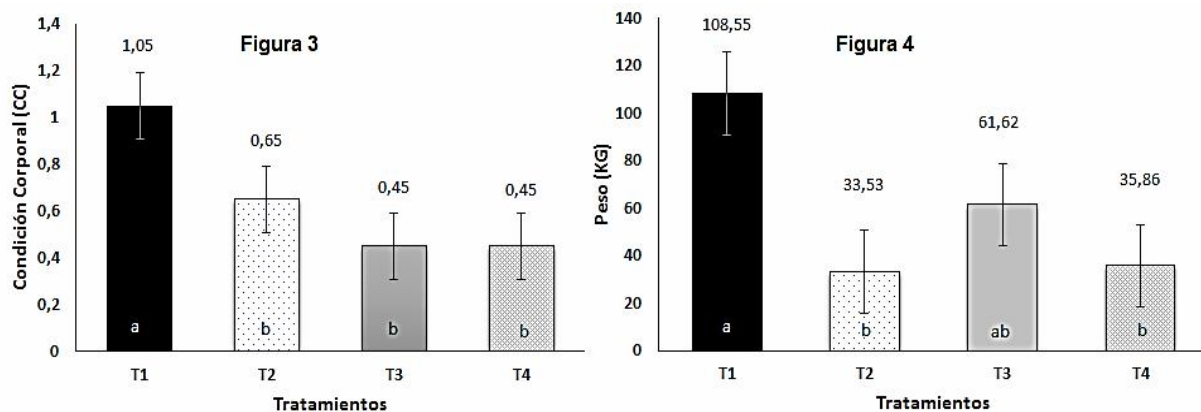


Leyenda: 270 (PP)=días preparto; 1ra-2da-3ra...=semanas de la experimentación; T1=vacas con $CC \geq 3.5$ sin grasa bypass; T2=vacas con $CC \geq 3.5$ con adición de grasa bypass; T3=vacas con $CC \leq 2.5$ sin grasa bypass; T4=vacas con $CC \leq 2.5$ con grasa bypass.

Figura 1; Figura 2: Patrón de comportamiento de Condición Corporal (CC) y Peso de los animales en los cuatro tratamientos durante el tiempo del estudio.

Duque *et al.* (2013) determinaron que los animales suplementados con grasas protegidas pierden menos CC, aunque las diferencias estadísticas sólo se observan después del día 45 postparto. Los datos obtenidos corroboran el concepto emitido por García (2012), quien estableció que la suplementación de grasa sobrepasante aporta energía adicional necesaria para que los animales no se vean obligados a movilizar sus reservas corporales para cubrir el balance energético negativo

En una segunda instancia se analizó la pérdida promedio de CC al final del experimento (día 65 postparto) y se determinó que T1 perdió más CC (1.05 puntos) que los otros tratamientos ($P<0.05$); mientras que los tratamientos 2, 3 y 4 (0.65; 0.45 y 0.45 respectivamente) no presentaron diferencias ($P>0.05$). **figura 3.** Datos similares obtuvieron Quintero & Ortiz (2015), al suministrar grasa de sobrepaso a vacas en producción, estableciendo que los animales que recibieron grasa ganaron más CC al final del trabajo (0.77 puntos) en comparación al grupo testigo.



Leyenda: letras diferentes indican grupos diferentes; prueba de Tukey-Kramer (1956) ($P<0.05$); T1=vacas con $CC\geq 3.5$ sin grasa bypass; T2= vacas con $CC\geq 3.5$ con adición de grasa bypass; T3=vacas con $CC\leq 2.5$ sin grasa bypass; T4=vacas con $CC\leq 2.5$ con grasa bypass.

Figura 3; Figura 4: Media error estándar de la pérdida de CC y peso (kg) de los animales en los cuatro tratamientos al final del estudio.

Además, las vacas de T2 perdieron menos peso durante el estudio comparándolas con las vacas del T1 ($P<0.05$). Los tratamientos 3 y 4 en el transcurso de la semana 1 a la 6 presentaron una pérdida de peso similar ($P>0.05$); sin embargo, después de la séptima semana las vacas del tratamiento 4 perdieron menos peso en comparación con T3 ($P<0.05$), **figura 2.**

Grigera *et al.* (2005) observaron que luego del parto, el consumo *ad libitum* de materia seca (MS) no es suficiente para cubrir los requerimientos de energía de vacas con producción lechera media o alta. En estas circunstancias, la energía necesaria para la producción de leche se obtiene a partir del alimento consumido y de la movilización de reservas corporales.

Las vacas de T1, T2 y T3 durante el periodo de estudio presentaron un balance nutricional negativo (-4.3; -1; -2.8Mcal de EM, respectivamente); sin embargo, los animales de T4 presentaron balance positivo (0.5Mcal de EM) lo cual disminuyó la pérdida de peso en estos animales (**Tabla 3**). Valores similares reportaron McNamara *et*

al. (2003) al estudiar la adición de grasa bypass, quienes señalan que estos animales perdieron menos peso que el grupo control.

Tabla 3: Parámetros reproductivos de los tratamientos en estudio (Media \pm error estándar)

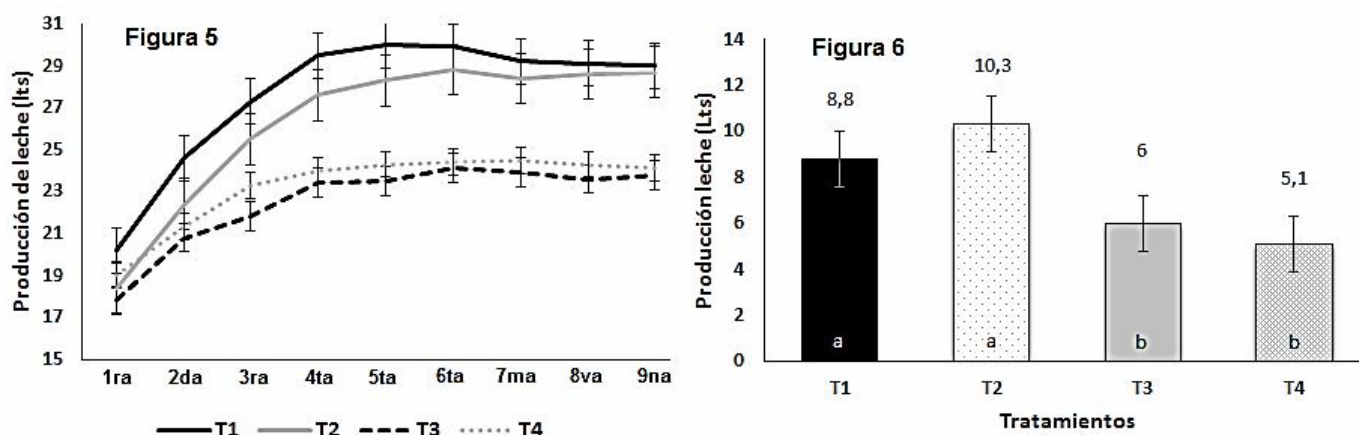
Tratamientos	N	1CPP	IPPS	1CL	TCL	P4
<i>Tratamiento 1</i>	10	34.9 \pm 4.95	62.7 \pm 7.54	41.9 \pm 4.95	23.1 \pm 1.61	2.9 \pm 0.23 ^b
<i>Tratamiento 2</i>	10	49.2 \pm 12.08	63.8 \pm 7.67	56.2 \pm 12.08	25.8 \pm 3.18	6.1 \pm 0.24 ^a
<i>Tratamiento 3</i>	10	53.1 \pm 19.56	68.1 \pm 8.17	60.1 \pm 19.56	25.7 \pm 4.97	2.5 \pm 0.28 ^b
<i>Tratamiento 4</i>	10	50.0 \pm 3.11	59.3 \pm 7.16	60.0 \pm 27.11	23.2 \pm 6.82	2.4 \pm 0.32 ^b

Leyenda: 1CPP=primer celo postparto; IPPS=intervalo parto primer servicio; 1CL=primer cuerpo lúteo; TCL=tamaño del cuerpo lúteo; P4=niveles de progesterona; ^{ab}=letras diferentes indican grupos diferentes; prueba de Tukey-Kramer. ($P<0.05$); T1=vacas con $CC\geq 3.5$ sin grasa bypass; T2= vacas con $CC\geq 3.5$ con adición de grasa bypass; T3=vacas con $CC\leq 2.5$ sin grasa bypass; T4=vacas con $CC\leq 2.5$ con grasa bypass

La pérdida de peso al final del estudio fue menor en T2 y T4, en relación a T1 ($P<0.05$); sin embargo, no difieren los tratamientos T3 y T4 ($P>0.05$) **figura 4**, datos similares fueron obtenidos por McNamara *et al.* (2003). Ortega (1997) manifestó que las vacas pierden peso en especial al momento del parto, y que entre la cría, líquidos y placenta puede generar una pérdida de hasta 100kg en vacas de mediana y alta producción de leche. La adición de grasa bypass a las vacas de T2 permitió que la pérdida de peso fuera tres veces menor que T1 y la mitad del peso perdido en T3.

La producción láctea de vacas con $CC\geq 3.5$ (T1; T2) presentaron mayores promedios semanales comparados con T3 y T4 ($CC\leq 2.5$). No obstante, los promedios de producción de leche, T1 (sin grasa bypass) y T2 (con grasa bypass) presentaron un comportamiento similar ($P>0.05$), existiendo una tendencia a favor de T2 a partir de la séptima semana (**figura 5**); Bell (1995), determino que más del 40% de la grasa butirosa en leche, es sintetizada a partir de las reversas grasas que son movilizadas durante los primeros días, de allí que las vacas de T1 que perdieron más CC produjeron mayor cantidad de leche al inicio; resultados similares encontraron Gallo *et al.* (1996) quienes describieron que la movilización de reservas y la consecuente pérdida de CC, permitió sostener más del 30% de la producción láctea durante el primer mes de lactancia.

Al valorar el incremento de producción láctea en las nueve semanas se determinó que no existía diferencias ($P<0.05$) entre los tratamientos T1 y T2 ($CC\geq 3.5$), así como entre T3 y T4 ($CC\leq 2.5$). Sin embargo, los niveles de producción de T1 y T2 difieren de los de T3 y T4 ($P<0.05$), **figura 6**. Investigadores como Angulo *et al.* (2009) determinaron una respuesta favorable en la producción y composición de la leche, al suplementar grasa con altos niveles de AGPI en la dieta basal de vacas en lactación. Similares conclusiones tuvieron Rodríguez & Gómez (2013) al suplementar 200g y 400g de grasa bypass en la dieta basal de vacas Holstein friesian.



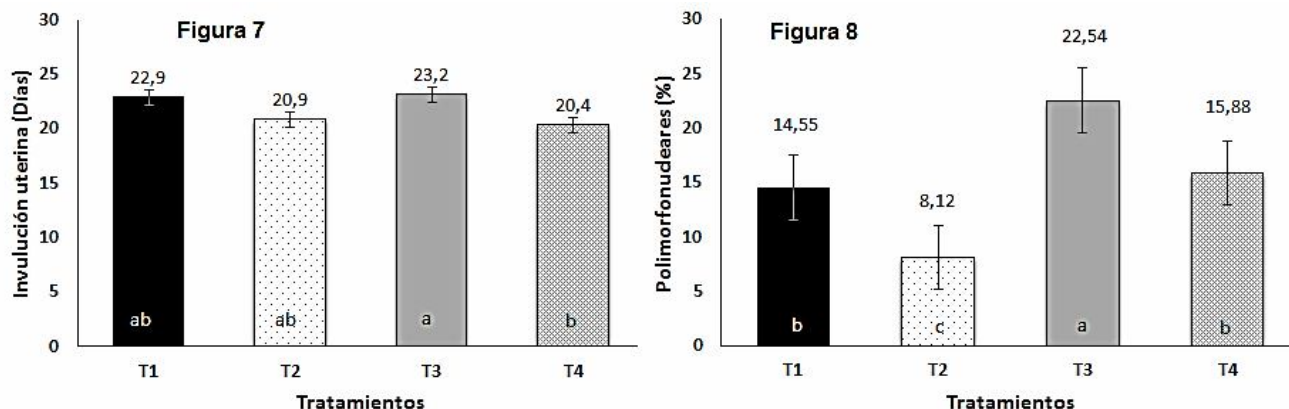
Leyenda: 1ra-2da-3ra...9na=semanas de la experimentación; T1=vacas con $CC \geq 3.5$ sin grasa bypass; T2= vacas con $CC \geq 3.5$ con adición de grasa bypass; T3=vacas con $CC \leq 2.5$ sin grasa bypass; T4=vacas con $CC \leq 2.5$ con grasa bypass; ^{ab}=letras diferentes indican grupos diferentes; prueba de Tukey-Kramer. ($P < 0.05$).

Figura 5: Patrón de comportamiento de la producción láctea (Lts/) de los animales en los cuatro tratamientos durante el tiempo del estudio

Figura 6: Media y error estándar del incremento de producción láctea (Lts) de los animales en los cuatro tratamientos al final del estudio.

En la **figura 7** se detalla el promedio de días para la IU en cada grupo, con un rango entre 20 y 23 días. Las vacas de T4 (vacas con $CC \leq 2.5$ con adición de grasa bypass) necesitaron menos tiempo que las de T3 (vacas con $CC \leq 2.5$ sin grasa bypass). Al comparar T2 y T1 se estableció un comportamiento similar ($P > 0.05$). Estos resultados mantienen relación con lo estipulado Marion & Gier (1968); Marrow *et al.* (1969); Okano & Tomizuka (1987), quienes señalaron que la IU ocurría entre 4 a 6 semanas (28 a 42 días) postparto; Otros investigadores como Scully *et al.* (2013), calcularon valores de 49 días para una IU completa en vacas *Holstein friesian* irlandesas. Esta diferencia de resultados puede ser explicada por El-Din Zain *et al.* (1995), Sheldon *et al.* (2006) y Zhang *et al.* (2010), quienes mencionan que las infecciones uterinas, la paridad y la temporada del parto retrasan la involución uterina

Con respecto, a la salud uterina (endometritis subclínica) se determinó que el tratamiento 2 ($CC \geq 3.5$ con grasa) presentó menor porcentaje (8.12%) de polimorfonucleares (PMNs), en comparación a los tratamientos 1, 3 y 4 ($P < 0.05$). Al comparar las vacas de $CC \leq 2.5$ (T3; T4), se estableció que los animales de T4 presentaron menor porcentaje de PMNs (15.88%), comparado con los animales de T3 (22.54%), (**Figura 8**). Kasimanickam *et al.* (2004) y Barlund *et al.* (2008), diagnosticaron endometritis subclínica al determinar el porcentaje de polimorfonucleares (PMNs) en una muestra de citología uterina, tomada mediante técnica de cytobrush. En otro estudio Barlund *et al.* (2008) y Galvão *et al.* (2009), concluyeron que si una vaca tenía PMNs mayor al 18% entre los días 21 y 35 postparto tenía endometritis subclínica. Basados en estos conceptos las vacas de T2 del presente estudio fueron animales con buena salud uterina, frente a T1, T3 y T4. De acuerdo, a lo establecido por Gobikrushanth *et al.* (2016) los animales con endometritis subclínica tienen un impacto negativo en la tasa de concepción al primer servicio. Además, Bogado *et al.* (2016) describieron que estos animales presentaron problemas en la gestación.



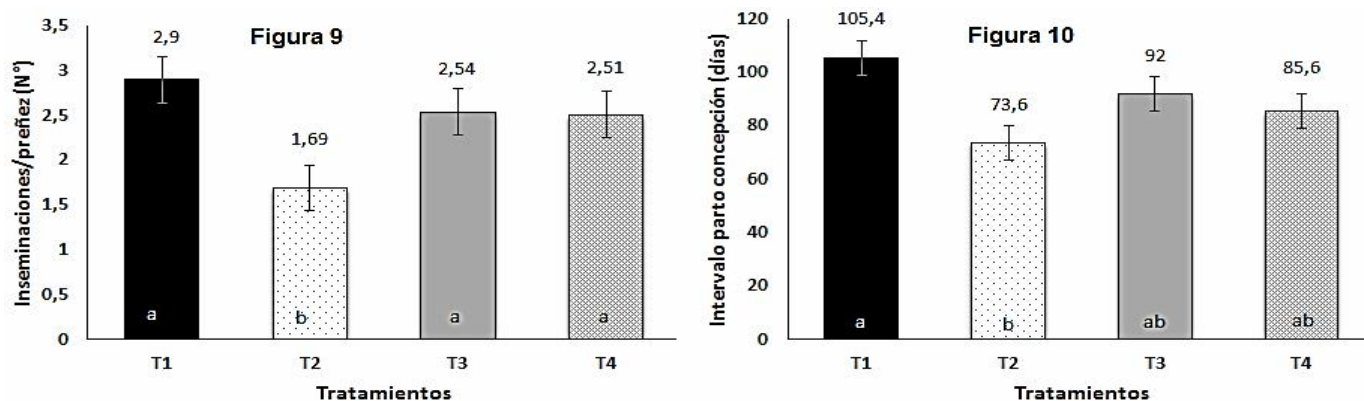
^{ab}=letras diferentes indican grupos diferentes; prueba de Tukey-Kramer. ($P < 0.05$); T1=vacas con $CC \geq 3.5$ sin grasa bypass; T2=vacas con $CC \geq 3.5$ con adición de grasa bypass; T3=vacas con $CC \leq 2.5$ sin grasa bypass; T4=vacas con $CC \leq 2.5$ con grasa bypass

Figura 7: Media y error estándar de la involución uterina expresada en días, en los cuatro tratamientos.

Figura 8: Porcentaje de polimorfonucleares (PMNs) determinadas mediante la técnica de cytobrush a los 35 días postparto, en los cuatro tratamientos.

Los parámetros reproductivos no presentaron diferencias entre tratamientos ($P > 0.05$). A excepción de los niveles de P_4 , dónde se obtuvieron valores altos en T2 comparados con T1, T3 y T4. Lo cual, podría ser explicado por el enunciado de Tyagi *et al.* (2010) quienes manifestaron que la suplementación de grasa en la dieta de los rumiantes está asociada al incremento de los niveles de colesterol y este al ser precursor de la progesterona genera mayores niveles de P_4 . Otros investigadores como Sales *et al.* (2011) manifestaron que la concentración plasmática de P_4 fue superior ($P < 0.001$) en el grupo suplementado con grasa bypass (3.02 ± 0.18 ng/ml) respecto al grupo control (0.49 ± 0.22 ng/ml) teniendo así un indicador importante en el comportamiento reproductivo de las vacas. Grajales *et al.* (2006) argumentaron que concentraciones de P_4 sobre el 1 ng/ml es indicador de presencia de un cuerpo lúteo funcional, señal de que ha ocurrido la ovulación, en tanto que los niveles bajos de progesterona producen un soporte uterino deficiente que causa un decrecimiento en la tasa de preñez (Nebel & McGilliard, 1993). Además, vacas con $CC \geq 3.5$ (T1, T2) necesitaron menos días para presentar su primer celo, así como, el tiempo requerido para el PSCP comparado con los animales con $CC \leq 2.5$ (T3, T4).

En número de inseminaciones por preñez en T2 ($CC \geq 3.5$ con grasa bypass) fue menor (1.69) que T1, T3 y T4 ($P < 0.05$), **figura 9**. Además, la adición de grasa bypass a las vacas de T2 generó la reducción del IPC (**figura 10**), en comparación con el tratamiento 1 ($P < 0.05$). Sin embargo, los tratamientos 3 y 4 no muestran diferencia entre ellos ($P > 0.05$). Diferencias similares describieron Tyagi *et al.* (2010) al valorar la adición de grasa en vacas *Holstein* (2.71 ± 0.29 IA/P) frente al control (3.71 ± 0.29 IA/P), esto es corroborado por Hernández (2010) quien manifestó diferencias numéricas de 14 puntos porcentuales en la tasa de concepción, a favor de las vacas suplementadas (91% vs 77%, en el grupo control). Otras investigaciones no establecieron diferencias entre tratamiento y control en IA/P (McNamara *et al.* 2003).



^{ab} =letras diferentes indican grupos diferentes; prueba de Tukey-Kramer. ($P < 0.05$); T1=vacas con $CC \geq 3.5$ sin grasa bypass; T2=vacas con $CC \geq 3.5$ con adición de grasa bypass; T3=vacas con $CC \leq 2.5$ sin grasa bypass; T4=vacas con $CC \leq 2.5$ con grasa bypass

Figura 9: Media y error estándar del número de inseminaciones utilizadas por preñez, en los cuatro tratamientos.

Figura 10: Media y error estándar del intervalo parto concepción IPC (días), en los cuatro tratamientos.

Conclusiones

La utilización de 500g de grasa bypass en la dieta postparto de vacas Holstein mestizas, bajo sistema de alimentación al pastoreo, permite mejorar la eficacia de los parámetros productivos y reproductivos especialmente cuando estos entran al parto con una $CC \geq 3.5$.

Bibliografía

- Angulo, J., Mahecha, L., & Olivera, M. Síntesis, composición y modificación de la grasa de la leche bovina: Un nutriente valioso para la salud humana. *MVZ Córdoba*, 2009, vol. 14, n° 3, p. 1856-1866.
- Barlund, C. S., Carruthers, T. D., Waldner, C. L., & Palmer, C. W. A comparison of diagnostic techniques for postpartum endometritis in dairy cattle. *Theriogenology*, 2008, vol. 69, n° 6, p. 714-723.
- Beam, S. W., & Butler, W. R. Energy balance and ovarian follicle development prior to the first ovulation postpartum in dairy cows receiving three levels of dietary fat. *Biology of reproduction*, 1997, vol. 56, n° 1, p. 133-142.
- Bell, A. W. Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. *Journal Animal Science*, 1995, vol. 73, p. 2804-2819.
- Bilby, T. R., Sozzi, A., López, M. M., Silvestre, F. T., Ealy, A. D., Grapas, C. R., & Thatcher, W. W. Pregnancy, bovine somatotropin, and dietary n-3 fatty acids in lactating dairy cows: I. Ovarian, conceptus, and growth hormone-insulin-like growth factor system responses. *Journal of dairy science*, 2006, vol. 89, n° 9, p. 3360-3374.
- Bogado, O., Hostens, M., Dini, P., Van Eetvelde, M., Vercauteren, P., & Opsomer, G. Prevalence of cytological endometritis and effect on pregnancy outcomes at the time of insemination in nulliparous dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, 2016, vol. 99, n° 11, p. 9051-9056.
- Butler, R. Relationships of Negative Energy Balance. *Advances in Dairy Technology*, 2005, vol. 17, p. 35-44.

- Crowe, M. A. Resumption of ovarian cyclicity in post-partum beef and dairy cows. *Reproduction in domestic animals*, 2008, vol. 43, n° 5, p. 20-28.
- Díaz, T., Betancourt, R., Hernández, R., & Gallo, J. El efecto de las grasas omega 3 y omega 6 sobre la reproducción de vacas de primera lactancia pastoreando en los llanos venezolanos. *III Simposium sobre Recursos y Tecnologías Alimentarias*, 2009, p. 1-28.
- Edmonson, A. J., Lean, I. J., Weaver, L. D., Farver, T., & Webster, G. A Body Condition Scoring Chart for Holstein Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 1989, vol. 72, n° 1, p. 68-78.
- El-Din Zain, A., Nakao, T., Abdel Raouf, M., Moriyoshi, M., Kawata, K., & Moritsu, Y. Factors in the resumption of ovarian activity and uterine involution in postpartum dairy. *Animal Reproduction Science*, 1995, vol. 38, n° 3, p. 203-214.
- Gallo, L., Carnier, P., Cassandro, M., Mantovani, R., Bailoni, L., Contiero, B., & Bittante, G. Change in body condition score of Holstein cows as affected by parity and mature equivalent milk yield. *Journal of Animal Science*, 1996, vol. 79, p. 1009-1015.
- Galvão, K. N., Frajblat, M., Brittin, S. B., Butler, W. R., Guardia, C. L., & Gilbert, R. O. Effect of prostaglandin F2alpha on subclinical endometritis and fertility in dairy cows. *Journal Dairy Science*, 2009, vol. 92, n° 10, p. 4906-4913.
- Gobikrushanth, M., Salehi, R., Ambrose, D. J., & Colazo, M. G. Categorization of endometritis and its association with ovarian follicular growth and ovulation, reproductive performance, feed intake and milk yield in dairy cattle. *Theriogenology*, 2016, vol. 86, n° 7, p. 1842-1849.
- Grajales, H., Hernández, A., & Prieto, E. Determinación de parámetros reproductivos basado en los niveles de progesterona en novillas doble propósito en el trópico colombiano. *Livestock Research for Rural Development*, 2006, vol. 18, n° 10.
- Green, M. P., Leadgard, A. M., Beaumont, S. E., Berg, M. C., McNatty, K. P., Peterson, A. J., & Volver, P. J. Long-term alteration of follicular steroid concentrations in relation to subclinical endometritis in postpartum dairy cows. *Journal of animal science*, 2011, vol. 89, n° 11, p. 3551-3560.
- Grigera, J., & Bargo, F. Evaluación del estado corporal en vacas lecheras. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 2005, p. 1-9. Recuperado el 12 de Enero de 2017
- Hernández, R., & Díaz, T. Las grasas sobrepasantes y su efecto sobre la actividad productiva y reproductiva en rumiantes. *Innovación & Tecnología en la Ganadería Doble Propósito*, 2011, p. 333-343.
- Hernández. Efectos de la suplementación con grasa sobrepasante sobre parámetros productivos y reproductivos en vacas Brahman de primer parto a pastoreo. *Facultad de Ciencias Veterinarias*, 2010, p. 97.
- Kasimanickam, R., Duffield, T. F., Foster, R. A., Gartley, C. J., Leslie, K. E., Walton, J. S., & Johnson, W. H. Endometrial cytology and ultrasonography for the detection of subclinical endometritis in postpartum dairy cows. *Theriogenology*, 2004, vol. 62, n° 1-2, p. 9-23.
- Marior, G. B., & Gier, H. T. Factors affecting bovine ovarian activity after parturition. *Journal Animal Science*, 1968, vol. 27, n° 6, p. 1621-1626.
- Marrow, D. A., Roberts, S. J., & McEntee, K. (1969). Postpartum ovarian activity and involution of the uterus and cervix in dairy cattle. En *Ovarian activity* (págs. 173-190). Cornell Vet 2.
- McNamara, S., Butler, T., Ryan, D. P., Mee, J. F., Dillon, P., O'Mara, F. P., Butler, S. T., Anglesey, D., Rath, M., Murphy, J. J. Effect of offering rumen-protected fat supplements on fertility and performance in spring-calving Holstein-Friesian cows. *Animal Reproduction Science*, 2003, vol. 79, n° 2, p. 45-56.
- Nebel, R., & McGilliard, M. Interaction of high milk yield and reproductive performance in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 1993, vol. 76, p. 3257-3268.

- Okano, A., & Tomizuka, T. Ultrasonic observation of postpartum uterine involution in the cow. *Theriogenology*, 1987, vol. 27, n° 2, p. 369-376.
- Ortega, A. Cambio de Peso a través de la Lactancia en Vacas Holstein de un Hato del Oriente Antioqueño. *Facultad Nacional de Agronomía*, 1997, vol. 50, n° 1, p. 67-76.
- Osorio, M., & Segura, J. Cambio en el peso corporal durante la lactancia de vacas B. taurus x B. indicus en un sistema de doble propósito en el trópico mexicano. *Facultad de ciencias veterinarias*, 2009, p. 284-289.
- Pereyra, F., & Nuñez, R. National Research Council 2000. *Facultad de Agronomía-UDELAR*, 2010, p. 1-7. Obtenido de National Research Council.
- Rodríguez, C., & Gómez, D. Efecto de la suplementación con diferentes dosis de grasa protegida sobre parámetros productivos y composicionales de la leche bovina. *Zootecnia Tropical*, 2013, vol. 31, n° 4, p. 299-309.
- Ruiz, L., & Sandoval, R. Involución uterina en el gando bovino: Un nuevo score para su evaluación su relación con el número de partos y los días en lactación. *Spermova*, 2013, vol. 3, n° 1, p. 87-88.
- Sales, J. N., Crepaldi, G. A., Giroto, R. W., Souza, A. H., & Baruselli, P. S. Fixed-time AI protocols replacing eCG with a single dose of FSH were less effective in stimulating follicular growth, ovulation, and fertility in suckled-anestrus Nelore beef cows. *Animal Reproduction Science*, 2011, vol. 124, n° 1-2, p. 12-18.
- SAS. (2013). SAS Users guide. Cary , N.C, USA.
- Scully, S., Maillou, V., Duffy, P., Kelly, A. K., Crowe, M. A., Rizos, D., & Lonergan, P. The Effect of Lactation on Post-Partum Uterine Involution in Holstein Dairy Cows. *Reproduction in Domestic Animals*, 2013, vol. 48, n° 6, p. 888-892.
- Sheldon, I. M., Lewis, G. S., LeBlanc, S., & Gilbert, R. O. Defining postpartum uterine disease in cattle. *Theriogenology*, 2006, vol. 65, n° 8, p. 1516-1530.
- Tukey-Kramer, C. Y. Extension of multiple range tests to group means with Unequal numbers of replications. *Biometrics*, 1956, p. 307.
- Tyagi, N., Sudarshan, T., & Shelke, S. Effect of bypass fat supplementation on productive and reproductive performance in crossbred cows. *Tropical Animal Health and Production*, 2010, vol. 42, n° 8, p. 1749-1755.
- Vallejo, D., Chávez, C., Astaíza, J., Benavides, C., & Jurado, X. Endometritis subclínica diagnosticada mediante cytobrush y comportamiento reproductivo en vacas del municipio de Pupiales, Colombia. *Revista de Medicina Veterinaria*, 2014, vol.1, n° 27, p. 111-120.
- Vanina , L., & Luzbel de la Sota, R. Endometritis Subclínica en vacas de tambo: diagnóstico, prevalencia e impacto sobre la eficiencia reproductiva. *Asociación Peruana de Reproducción Animal*, 2014, vol. 4, n° 2, p. 105-111.
- Zhang, J., Deng, L. X., Zhang, H. L., Hua, G. H., Han, L., Zhu, Y., Meng, X. J., Yang, L. G. Effects of parity on uterine involution and resumption of ovarian activities in postpartum Chinese Holstein dairy cows. *Journal Dairy Science*, 2010, vol. 93, n° 5, p. 1979-1986.

REDVET: 2018, Vol. 19 N° 5

Este artículo Ref. 0518105_RED VET (Ref. prov. 181805_efectodelagrasa, Recibido 09/01/2018, Aceptado 28/03/2018, Publicado 01/05/2018) está disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050518.html> concretamente en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050518/051805.pdf>

REDVET® Revista Electrónica de Veterinaria está editada por Veterinaria Organización®.

Se autoriza la difusión y reenvío siempre que enlace con [Veterinaria.org](http://www.veterinaria.org)® <http://www.veterinaria.org> y con REDVET®- <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>