

EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON GRASA SOBREPASANTE SOBRE LA FERTILIDAD DE VACAS *BRAHMAN* DE PRIMER PARTO

Effect of the Bypass Fats Supplementation on the Fertility of First-Calf *Brahman* Cows

Florencio Jiménez-Pérez*, Alfredo García-Gavidia, Armando Quintero-Moreno, Nidia Josefina Rojas, José Manuel Finol e Isabel Cristina Galué-Márquez

Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia, Venezuela. * florencio.jimenez@fcv.luz.edu.ve

RESUMEN

La suplementación con grasa sobrepasante incorpora mayor cantidad de ácidos grasos poli-insaturados en la dieta lo que genera no sólo un aporte energético, sino también, contribuye a disminuir el balance energético negativo durante el período postparto temprano. El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de la suplementación con grasa sobrepasante sobre la fertilidad en vacas *Brahman* de primer parto. Se utilizaron 60 novillas *Brahman* gestantes, distribuidas en tres tratamientos de 20 repeticiones cada uno. T1 (control) sin suplementación, T2 ración de dos kg de afrecho de *Triticum aestivum* más 150 g^{d-1} de grasa sobrepasante y T3 similar a T2 pero sin grasa sobrepasante. Se realizó un análisis de Ji-cuadrado para relacionar el efecto de los tratamientos sobre la fertilidad de las vacas. Los resultados obtenidos demostraron un efecto significativo (P<0,05) de la suplementación con grasa sobrepasante sobre la expresión de celo en las vacas del T2, observándose un 95% de vacas que manifestaron celo y fueron inseminadas; a diferencia del control (T1) y la ración sin grasa sobrepasante (T3) donde solo el 60 y 65% de las vacas expresaron celo y fueron inseminadas, respectivamente. Finalmente se obtuvo una diferencia significativa (P<0,05) sobre el diagnóstico de gestación (70%) en el tratamiento con grasa sobrepasante, debido a que, en los T1 y T3, sólo el 25% de las vacas quedaron gestantes, indicando que la suplementación con grasa sobrepasante mejora la fertilidad de vacas *Brahman* de primer parto.

Palabras clave: Grasa sobrepasante, fertilidad, gestación, vacas *Brahman*.

ABSTRACT

Supplementation with bypass fats incorporates a greater quantity of polyunsaturated fatty acids into the diet, which not only generates a contribution of energy, but also contributes to decreasing the negative energetic balance during the early post-calving period. The objective of this study was to determine the effect of supplementation with bypass fats on the fertility of primiparous *Brahman* cows. Sixty pregnant *Brahman* heifers were used, distributed in three treatments of 20 repetitions each. Group T1 (control) received a diet without supplements, T2, a ration of two kg of wheat bran plus 150 g^{d-1} of bypass fats, and T3, a diet similar to T2, but without the bypass fats. A Chi-squared analysis was performed to relate the effect of the treatments to the fertility of the cows. Results demonstrated a significant effect (P<0.05) for supplementation with bypass fats on the expression of estrus for cows in T2, observing that 95% of the cows went into estrus and were inseminated, in contrast with the control group (T1) and the group receiving rations without bypass fats (T3), where only 60 and 65% of the cows went into estrus and were inseminated, respectively. Finally, a significant difference (P<0.05) was obtained regarding the diagnosis of pregnancy (70%) for the group treated with bypass fats, because in T1 and T3, only 25% of the cows were ended up pregnant, indicating that bypass fat supplementation improves the fertility of first-calf *Brahman* cows.

Key words: By-pass fat, fertility, gestation, *Brahman* cows.

INTRODUCCIÓN

El consumo insuficiente de energía es probablemente el principal factor nutritivo que influye sobre la fertilidad. El consumo inadecuado de energía origina un retraso en la madura-

ción sexual y menores tasas de concepción, seguidas por el nacimiento de animales menores y más débiles [5].

La suplementación con grasas en la dieta incrementa las concentraciones de colesterol circulante [20] y de progesterona (P_4), así como la duración de vida del cuerpo lúteo en el ganado [23]. El colesterol sirve como precursor de la síntesis de P_4 , por las células luteales del ovario. La P_4 prepara al útero para la implantación del embrión y también para el mantenimiento de la preñez. Los incrementos en las concentraciones de P_4 en el plasma están asociados a elevadas tasas de concepción en vacas (*Bos taurus-Bos indicus*) lactantes [20]. Incrementos en las concentraciones de colesterol debido a la suplementación de grasas pueden llevar a un aumento en la síntesis de P_4 [20] ó a una reducción de la tasa de depuración en la sangre [12].

Durante el período de transición y las fases tempranas de la lactancia, las deficiencias en el consumo de energía no cubren las demandas para el crecimiento fetal, síntesis de calostro y producción láctea, lo cual resulta en un balance energético negativo. Como resultado se produce un efecto adverso sobre la fertilidad y el comportamiento reproductivo [18].

La adición de grasas para incrementar el contenido calórico de la dieta es una práctica común en ganaderías especializadas. Actualmente, la adición de grasas está siendo utilizada para tratar de mejorar algunos procesos metabólicos, especialmente incrementar la síntesis de hormonas que modulan las funciones ováricas. Hay evidencias que sugieren que el consumo de grasas, particularmente aceites vegetales poli-insaturados, pueden afectar positivamente el crecimiento del folículo ovárico, la función luteal y el comportamiento reproductivo postparto, independientemente del efecto calórico [20]. Estos efectos han sido atribuidos a una cascada de eventos que modifican el patrón de fermentación ruminal, estimulan la síntesis de lipoproteínas y colesterol, aumentan la secreción de esteroides ováricos y modifican las concentraciones del factor de crecimiento de la insulina (IGF-I) en las células ováricas [23].

Los lípidos ejercen un importante rol sobre la función ovárica, específicamente sobre las lipoproteínas circulantes, quienes son fuentes de colesterol, el cual es precursor para la síntesis de hormonas esteroideas. La síntesis de P_4 se incrementó cuando se incubaron células granulosa en lipoproteínas altas en colesterol [10].

La relación entre las grasas dietéticas y los cambios en la función reproductiva no está limitada sólo a su efecto sobre el colesterol y la P_4 . Se piensa que los ácidos grasos poli-insaturados disminuyen la liberación de prostaglandinas, lo cual tendería a mejorar el establecimiento de la preñez. Adicionalmente, los ácidos grasos poli-insaturados también disminuyen los efectos del estradiol, el cual potencia la acción de las prostaglandinas [21].

Por todo lo antes expuesto, el objetivo de la investigación fue determinar el efecto de la grasa sobrepasante sobre

la fertilidad de vacas *Brahman* de primer parto en una unidad de producción en Santa Bárbara de Zulia, Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

Selección de la muestra

El universo para la toma de la muestra estuvo constituido por 80 novillas *Brahman* puras, blancas y rojas, gestantes cuyas edades estaban comprendidas entre 25 y 30 meses, su peso promedio era de $470 \pm 10,056$ kg. Las novillas objeto de estudio estaban libres de brucelosis, desparasitadas, identificadas y con igual manejo alimentario, a libre pastoreo con predominancia de pasto guinea (*Panicum maximum*) y minerales "ad libitum". El grupo poblacional se consideró homogéneo en cuanto a condiciones físicas de salud y características raciales. Para seleccionar la muestra se procedió a utilizar el paquete estadístico denominado Win Episcopo 1.0 [24]. Los elementos muestrales presentaron valores muy parecidos a los de la población, de manera que las mediciones en el subconjunto, dieron estimados precisos del conjunto mayor. Se tuvo presente una diferencia entre tratamientos de un 25%, un nivel de confianza de 90% y un poder de prueba de 90%.

Con base a los resultados se seleccionaron 60 novillas, las cuales se distribuyeron en 3 grupos de 20 para evaluar el efecto de los tratamientos.

Área de estudio

Las novillas pertenecían al fundo "San Antonio" ubicada en Santa Bárbara, parroquia "El Moralito", municipio Colón, estado Zulia, Venezuela. Enmarcada bajo una zona de vida de bosque húmedo tropical [16]. La temperatura media mensual de 27°C , existiendo meses con temperatura promedio de 32°C . La evaporación es de 1.428 mm en la zona plana. Las precipitaciones oscilaron en 3.250 mm en la zona donde se encuentra la unidad de producción. La altitud va desde 0 msnm a 100 msnm en la zona plana y de los 100 msnm hasta 1.000 msnm en la zona de piedemonte y montaña. Debido a los altos valores de precipitación esta zona posee un balance hídrico favorable ya que supera a la evapotranspiración [16].

Procesamiento de la muestra

El experimento fue conducido de acuerdo al código de Bioética y Bioseguridad del Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación adscrito al Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Industrias Intermedias [17]. Las 60 novillas gestantes se agruparon en tres tratamientos de 20 animales cada uno, tomando en cuenta la condición corporal que presentaron al momento del inicio del experimento. Inicialmente, las novillas gestantes que ingresan a la fase experimental fueron sometidas a una dieta de acostumbamiento (2 kg/animal) a base de afrecho de *Triticum aestivum*, por espacio de una semana con la finalidad de que los animales consuman y

acepten la totalidad de la ración experimental en cada uno de los tratamientos. La suplementación pre-parto se realizó por espacio de 30 días (d) antes de la fecha de parto. La suplementación post-parto se suministró por 90 d iniciándose el día del parto. La grasa utilizada fue una mezcla comercial denominada Vitalac 100®, constituida por ácidos grasos poli-insaturados de aceites vegetales para el consumo animal cuya composición bromatológica se muestra en la TABLA I.

La evaluación de la grasa sobrepasante estuvo a cargo del laboratorio Brolab, C.A. (Análisis Físicoquímico y Microbiológico de Alimentos, Cosméticos y Aguas) ubicado en Caracas-Venezuela. Laboratorio de Ensayo acreditado por Senca-mer bajo el Registro N° LE 01/08-01.

Los tratamientos fueron categorizados de la siguiente manera:

- Tratamiento 1 (T1)
 - Grupo control, 20 novillas con ocho meses de gestación
 - No se les suministro algún suplemento
 - Ausencia de grasa de sobrepaso
- Tratamiento 2 (T2)
 - Grupo experimental, 20 novillas con ocho meses de gestación
 - Se le suplementó con una ración (2 kg/día) a base de afrecho de *Triticum aestivum*
 - Adición de grasa sobrepasante, 150 g por animal.
- Tratamiento 3 (T3)
 - Grupo experimental, 20 novillas con ocho meses de gestación
 - Se le suplementó con una ración (2 kg/día) a base de afrecho de *Triticum aestivum*
 - No se adicionó grasa sobrepasante.

Durante el desarrollo de la etapa post-parto se llevó a cabo la evaluación de la expresión de celo y el diagnóstico de gestación. La aparición de celos fue determinada mediante la observación visual de los signos primarios durante 30 minutos (min) en la mañana (AM) y 30 min durante la tarde (PM). Una vez detectado el celo por el técnico inseminador se llevó a cabo el servicio mediante inseminación artificial (IA). Las vacas primíparas se inseminaban bajo el esquema AM-PM y se efectuaron evaluaciones ginecológicas cada 45 d post servicio para el diagnóstico de gestación. Las evaluaciones ginecológicas se realizaron por palpación transrectal.

Análisis estadístico

La investigación realizada fue de tipo experimental y los datos obtenidos durante el ensayo fueron evaluados a través de un análisis de Ji-cuadrado, utilizando el paquete estadístico del SAS [19]. Realizando la prueba exacta de Fisher cuando el número de observaciones era inferior a cinco. En el diseño experimental propuesto se relacionaron los tratamientos descritos (n=3) con la expresión de celo (1= presencia de celo, 0= ausencia de celo) y con el diagnóstico de gestación (1=gestante, 2= ausencia de gestación). Del mismo modo, cuando el número de observaciones de las categorías resultantes era inferior a 5 se realizó el test exacto de Fischer presente en el paquete estadístico usado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La TABLA II muestra el efecto que ejerce la suplementación con grasa sobrepasante sobre la aparición de celos y la IA. La suplementación con grasas de sobrepaso estimuló la aparición de estros en vacas *Brahman* de primer parto, observándose que 19 de 20 vacas manifestaron signos de celo y fueron inseminadas, representando este valor el 95%. Del mismo modo, en el T1 (Control), 12 vacas fueron servidas por IA (60%) y en el T3 solo 13 vacas, representando un 65% de aparición de celos en este grupo. La proporción de vacas que

TABLE I
ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL VITALAC 100®

Análisis	Método	Resultados
Humedad	NVC 1156-79	7,14%
Calcio	NVC 1158-82	8,72%
Aflatoxinas	Inmunoensayo-Veratox	0,0 ppb
Investigación de Salmonella	NVC 1291-88	Ausente
Perfil de Ácidos Grasos	Cromatografía de gases	
Ácido Mirístico (C-14)	Cromatografía de gases	1,40%
Ácido Palmítico (C-16)	Cromatografía de gases	44,00%
Ácido Esteárico (C-18)	Cromatografía de gases	4,80%
Ácido Oleico (C-18:1)	Cromatografía de gases	40,20%
Ácido Linoleico (C-18:2)	Cromatografía de gases	9,60%

NVC: Norma Venezolana Convenin.

presentaron celo fue significativa ($P < 0,05$) demostrando la importancia de la adición de grasas poli-insaturadas en la fertilidad [22].

La TABLA III muestra que en el tratamiento que adiciona grasas de sobrepaso en la ración (T2) hubo un 70% de preñez, es decir, de 20 vacas que conforman el tratamiento, 14 fueron diagnosticadas gestantes al momento de la revisión ginecológica, a diferencia del grupo control (T1) que solo presentó 5 vacas gestantes al momento de la revisión lo que equivale a 25% y 15 vacas vacías lo que equivale a 75%. Del mismo modo, el tratamiento que recibió suplementación sin grasas de sobrepaso (T3) presentó valores similares al control. Los resultados obtenidos en este renglón demuestran diferencias significativas ($P < 0,05$) del efecto del tratamiento sobre la presencia de vacas gestantes al momento del diagnóstico de gestación.

Existen numerosos estudios que demuestran el efecto de la adición de las grasas o algunos ácidos grasos *per se* en la ración de vacas sobre la respuesta reproductiva de las vacas [20]. En vacas de carne, De Fries y col. [6] reportaron que, las vacas *Brahman* que consumían 5,2% de lípidos en la ración mostraban una tendencia a incrementar la tasa de preñez en comparación a aquellas vacas que consumían solo el 3,7% de lípidos en la ración. Por su parte, Ferguson y col. [9] observaron un incremento de 2,2 veces en la posibilidad de gestación en vacas lactantes consumiendo 0,5 kg de lípidos por día. Igualmente, en otro estudio [3] fue demostrado que, vacas pastoreando y además suplementadas con grasas, su tasa de preñez en el primer servicio fue 16% mayor que en vacas que no recibieron grasas en la ración.

Bellows y col. [4] observaron que, la suplementación con semillas de *Carthamus tinctorius*, *Glycine max* o *Helianthus*

annuus por 65 d antes del parto, incrementaban las subsecuentes tasas de preñez en 94; 90 y 91%, respectivamente, en su segunda gestación comparándolas con el tratamiento control, que recibió solo 2,4% de grasa en la ración, logrando una tasa de preñez de 79%. Estos resultados consolidan los resultados obtenidos en el presente estudio, en el cual la tasa de preñez ($P < 0,05$) en el grupo de vacas primíparas suplementadas con grasa de sobrepaso superó al grupo control y al tratamiento que recibió suplementación sin grasa sobrepasante 70 y 25% en tasa de preñez, respectivamente. En otros estudios, Aguilar-Pérez y col. [1] observaron que, la tasa de preñez de vacas F1 (Holstein x Cebú) en pastoreo y bajo condiciones tropicales en México, no fue afectada por la suplementación con grasas de sobrepaso (33,3%) en comparación con el grupo control (41,7%) a los 90 d postparto. Igualmente, Juchem y col. [13] evaluaron el efecto de la suplementación antes y después del parto, con sales de Ca de ácidos grasos de cadena larga provenientes de palma aceitera (*Elaeis guineensis*) o mezclados con ácidos linoleico y *trans*-octadecanoico observando que, las vacas alimentadas con ácidos grasos poli-insaturados mostraron una alta tasa de preñez en comparación con aquellas suplementadas con aceite de palma a los 27 y 41 d (37,9 vs. 28,6% y 35,5 vs. 25,8%, respectivamente) después de la IA. Recientemente, Lopes y col. [14] alimentando vacas Nellore con 0,1 kg vaca⁻¹ día⁻¹ de ácidos grasos poli-insaturados observaron que, la tasa de preñez aumentó. Por su parte, Mattos y col. [15] sugirieron que, el efecto positivo de las grasas sobre la fertilidad puede no ser debido al incremento en el balance energético de las vacas, sino más bien, a un efecto específico que algunos ácidos grasos de la dieta tienen sobre la fisiología del eje hipotálamo-hipófisis-ovario e incluso sobre el útero. De Veth y col. [7] demostraron que, la probabilidad en el incremento de la tasa de preñez era de 26% más cuando

TABLA II
EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN DE GRASA SOBREPASANTE SOBRE LA EXPRESIÓN DE CELO EN VACAS BRAHMAN DE PRIMER PARTO

Tratamientos	Vacas en celo (%)	Vacas sin exhibir celo (%)
Control (Sin suplementación)	60 (12)	40 (8)
Suplementación + grasa sobrepasante	95 (19)	5 (1)
Suplementación sin grasa sobrepasante	65 (13)	35 (7)

Valores entre paréntesis corresponden al número de observaciones. $P < 0,05$.

TABLA III
EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON GRASA SOBREPASANTE SOBRE EL DIAGNÓSTICO DE GESTACIÓN DE VACAS BRAHMAN DE PRIMER PARTO

Tratamientos	Vacas preñadas (%)	Vacas vacías (%)
Control (Sin suplementación)	25 (5)	75 (15)
Suplementación + grasa sobrepasante	70 (14)	30 (6)
Suplementación sin grasa sobrepasante	25 (5)	75 (15)

Valores entre paréntesis corresponden al número de observaciones. $P < 0,05$.

las concentraciones de ácido linoleico conjugado (CLA) aumentaban en la ración siendo el nivel óptimo de 10,0 g d⁻¹, luego de ese rango, los efectos beneficiosos disminuyen. Asimismo, Aranda-Ávila y col. [2] observaron un incremento en 15,4% en la tasa de preñez cuando las vacas eran suplementadas con aceite de maíz (*Zea mays*) en comparación con el grupo control (54,5 vs. 41,7%, respectivamente) luego de 35 d de suplementación.

En Venezuela, Díaz y col. [8] en vacas *Brahman* de primer parto bajo condiciones de sabana, obtuvieron tasas de preñez de 89% utilizando bloques multinutricionales aportando nitrógeno no proteico, proteína sobrepasante, minerales (macro y microelementos), grasa sobrepasante (con 17% de ácido linoleico [ω 6]), tasa de preñez mayor a la obtenida el año anterior (46%) en la misma unidad de producción. En tal sentido, es importante destacar que independientemente del periodo postparto en el cual se encontraban las vacas cuando iniciaron el consumo de suplemento conteniendo grasa sobrepasante, ya a las 12 semanas postparto el 70% de las unidades experimentales (UE) del presente estudio en su tratamiento se encontraban gestantes y 90% de la totalidad de las UE en el tratamiento suplementación + grasas sobrepasantes habían exhibido celo.

De Fries y col. [6] encontraron que, el consumo de grasas puede mejorar el desarrollo folicular de las vacas de carne, a través de los efectos de los metabolitos y las hormonas metabólicas sobre el hipotálamo e inducir la secreción de hormona liberadora de gonadotropina (GnRH). De igual manera, el desarrollo folicular puede ser afectado por la grasa en la dieta a través de los metabolitos y las hormonas metabólicas que actúan a nivel de los ovarios. Estos efectos han sido atribuidos a una cascada de eventos que modifican el patrón de fermentación ruminal estimulando la síntesis de lipoproteínas y colesterol, aumentan la secreción de los esteroides ováricos, modifican las concentraciones de insulina y GH circulantes y mejoran la síntesis o acumulación de IGF-I en las células ováricas [23]. Grummer y Carrol [11] analizaron el rol de los lípidos sobre la función ovárica, determinando que existe un efecto positivo a la suplementación con grasas sobre los niveles de lipoproteínas circulantes, señalando además la importancia de las lipoproteínas de alta densidad sobre la reproducción, ya que sirven como fuente de colesterol, el cual es el precursor para la síntesis de hormonas esteroideas.

Finalmente, Staples y Thatcher [21] demuestran que no solo la relación entre las grasas dietéticas y los cambios en la función reproductiva está limitada a su efecto sobre el colesterol y la progesterona (P₄), sino que se estableció un control de retroalimentación que involucra no solo a la P₄ sino que también afecta la síntesis de prostaglandinas y el papel que juegan los estrógenos en la función celular. Los ácidos grasos poli-insaturados disminuyen la liberación de prostaglandinas, lo cual tendería a mejorar el establecimiento de la preñez, adicionalmente los ácidos grasos poli-insaturados también dismi-

nuyen los efectos del estradiol, el cual potencia la acción de las prostaglandinas.

CONCLUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación se concluye que, la suplementación con 150 g/vaca de grasas de sobrepaso o ácidos grasos específicos, ácido linoleico (C18:2), reduce el tiempo para el reinicio de la actividad ovárica postparto, es decir, mejoran la respuesta reproductiva en la hembra bovina *Brahman* de primer parto. Sin embargo, es importante considerar que una óptima respuesta va a depender del estado nutricional de la hembra bovina en el momento en el que se vaya a iniciar la suplementación. Esta mejora en la respuesta reproductiva puede ser el resultado del incremento en la densidad energética de la ración o por la adición de ácidos grasos específicos que actúan sobre el proceso reproductivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AGUILAR-PÉREZ, C.; KU-VERA, J.; GARNSWORTHY, C.P. Effects of bypass fat on energy balance, milk production and reproduction in grazing crossbred cows in the tropics. **Livest. Sci.** 121: 64-71. 2009.
- [2] ARANDA-ÁVILA, I.; CAMACHO, J.; AKE-LOPEZ, J.R.; DELGADO-LEÓN, R.A.; KU-VERA, J.C. Effect of supplementation with corn oil on postpartum ovarian activity, pregnancy rate, and serum concentration of progesterone and lipid metabolites in F1 (*Bos Taurus* x *Bos indicus*) cows. **Trop. Anim. Health Prod.** 42:1435-1440. 2010.
- [3] BADER, J.F.; FELTON, E.E.D.; KERLEY, M.S.; SIMMS, D.D.; PATTERSON, D.J. Effect of postpartum fat supplementation on reproduction in primiparous 2 years old and mature cows. **J. Anim. Sci.** 78: 224. 2000.
- [4] BELLOWS, R.A.; GRINGS, E.E.; SIMMS, D.D.; GEARY, T.W.; BERGMAN, J.W. Effects of feeding supplemental fat during gestation to first-calf beef heifers. **Prof. Anim. Sci.** 17: 81-89. 2002.
- [5] CHURCH, D.C. Los lípidos en la nutrición de los ruminantes. En: **El Rumiante. Fisiología Digestiva y Nutrición**. Editorial Acirbia, S.A. Zaragoza-España. Pp 339-356. 1993.
- [6] DE FRIES, C.A.; NEVENDORFF, D.A.; RANDEL, R.D. Fat supplementation influences postpartum reproductive performance in Brahman cows. **J. Anim. Sci.** 76: 864-870. 1998.
- [7] DE VETH, M.J.; BAUMAN, D.E.; KOCH, W.; MANN, G.E.; PFEIFFER, A.M.; BUTLER, W.R. Efficacy of conjugated linoleic acid for improving reproduction: A multi-

- study analysis in early-lactation dairy cows. **J. Dairy Sci.** 92:2662-2669. 2009.
- [8] DÍAZ, T.; BETANCOURT, R.; HERNÁNDEZ, R.; ROMERO, C.; GALLO, J.; CARDONA, M. Effects of by-pass fat feeding on the reproductive performance of first-calf Brahman cows under tropical savannah conditions. **Reprod. Dom. Ani.** 43 (3):37. 2008.
- [9] FERGUSON, J.D.; SKLAN, D.; CHALUPA, W.D.; KRONFELD, D.S. Effects of hard fat on *in vivo* and *in vivo* rumen fermentation, milk production, and reproduction in dairy cows. **J. Dairy Sci.** 73:2864-2879. 1990.
- [10] GRUMMER, R.R.; CARROLL, D.J. Effects of dietary fats on metabolic disorders and reproductive performance of dairy cattle. **J. Anim. Sci.** 69: 3838-3849. 2002.
- [11] GRUMMER, R.R.; CARROLL, D.J. A review of lipoprotein cholesterol metabolism: importance to ovarian function. **J. Anim. Sci.** 66:3160-1173. 1988.
- [12] HAWKINS, D.E.; NISWENDER, K.D.; OSS, G.M.; MOELLER, C.L.; ODDE, K.G.; SAWYER, H.R.; NISWENDER, G.D. An increase in serum lipids increases luteal lipid content and alters the disappearance rate of progesterone in cows. **J. Anim. Sci.** 73:541-545. 1995.
- [13] JUCHEM, S.O.; CERRI, R.L.A.; VILLASENOR, M.; GALVAO, K.N.; BRUNO, R.G.S.; RUTIGLIANO, H.M.; DEPE-TERS, E.J.; SILVESTRE, F.T.; THATCHER, W.W.; SANTOS, J.E.P. Supplementation with calcium salts of linoleic and trans-octadecenoic acids improves fertility of lactating dairy cows. **Reprod. Dom. Ani.** 45:55-62. 2010.
- [14] LOPES, N.; SCARPA, A.B.; CAPPELLOZZA, B.I.; COOKE, R.F.; VASCONCELOS, J.L.M. Effects of rumen-protected polyunsaturated fatty acids supplementation on reproductive performance of *Bos indicus* beef cows. **J. Anim. Sci.** 87:3935-3943. 2009.
- [15] MATTOS, R.; STAPLES, C.R.; THATCHER, W.W. Effects of dietary fatty acids on reproduction in ruminants. **Rev. Reprod.** 5:38-45. 2000.
- [16] MINISTERIO DE AGRICULTURA Y CRÍA, Autoridad Única de Área en la Zona Sur del Lago de Maracaibo. 1990. Programa especial de Rubro Cacao para la Zona Sur del Lago de Maracaibo. Años 1991-1993. Santa Bárbara del Zulia, Estado Zulia. Pp 20-37. 2005.
- [17] MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA CIENCIA, TECNOLOGIA E INDUSTRIAS INTERMEDIAS. Código de Bioética y Bioseguridad del Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. 3ª Ed. Caracas, Venezuela. Pp 17-212008.
- [18] NEBEL, R.L.; MCGILLIARD, M.L. Interactions of high milk yield and reproductive performance in dairy cows. **J. Dairy Sci** 76: 3257. 2000.
- [19] STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. Version 8, 2.Cary, NC, USA. 2002.
- [20] STAPLES, C.R.; BURKE, J.M.; THATCHER, W.W. Influence of supplemental fats on reproductive tissues and performance of lactating cows. **J. Dairy Sci.** 81:856. 1998.
- [21] STAPLES, C.R.; THATCHER, W.W. Fat supplementation may improve fertility of lactating dairy cows. **Proc Southeast Dairy Herd Management Conference.** Nov 6-7; Macon, GA. USA. 56 pp. 2007.
- [22] THOMAS, M.G.; BAO, B.; WILLIAMS, G.L. Dietary fats varying in their fatty acid consumption differentially influence follicular growth in cows fed isoenergetic diets. **J. Anim. Sci.** 75: 2512-2519. 2007.
- [23] WILLIAMS, G.L.; STANKO, R.L. Dietary fats as reproductive nutraceuticals in beef cattle. **Proc. Am. Soc. Anim. Sci.** Pp 68. 2.000.
- [24] WIN EPISCOPE. Versión 1,0. Facultad de Veterinarias. Zaragoza, España. 1996.