

Estado fisiológico reproductivo del ovario en vacas suizo-cebú suplementadas con grasas protegidas con óxido de calcio.

Reproductive physiological state of the ovary in Swiss-Zebu cows supplemented with fats protected with calcium oxide.

Aturo Delgado-Novelo¹, Jaime Durango Sosa-Madariaga¹, Víctor Manuel Interian-ku¹, Esmeralda Cázarez-Sánchez², Julio César Ríos-Saucedo¹, Juan José Hernández-Solís¹.

¹Tecnológico Nacional de México (TecNM) - Instituto Tecnológico De La Zona Maya (ITZM); Ejido Juan Sarabia Quintana Roo. Carretera Chetumal - Escárcega Km 21.5, C.P. 77965.

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)-Campo Experimental Valle del Guadiana.

*Autor para correspondencia: ríos.julio@inifap.gob.mx

RESUMEN

En el sur de Quintana Roo predominan pastos y forrajes de muy baja calidad nutricional, esto ocasiona una condición corporal pobre en becerras y novillas resultando en un retraso a la pubertad y en su vida productiva. El objetivo de esta investigación, fue evaluar la consistencia de la superficie ovárica por efecto de administrar tres niveles de grasas protegidas con óxido de calcio como fuente de energía. Los estadísticos de Lambda de Wilks, traza de Pillai's y de Hotelling-Lawley y la raíz cuadrada de Roy's del análisis de Discriminante Canónico indican que la agrupación es altamente significativa, siendo el grupo uno el que presentó los mayores valores en las características evaluadas y con folículos primarios, el grupo dos presentó los menores valores, pero con folículos terciarios, mientras que el grupo tres fue intermedio en las características evaluadas y con folículos secundarios. Con lo anterior, es posible indicar que las grasas protegidas con óxido de calcio no influyeron en el tamaño del ovario, pero sí influyeron respecto a la presencia de folículos, siendo el tratamiento tres (5% grasa de sobrepaso) el que tuvo mayor presencia de folículos secundarios y terciarios. Se concluye que la alimentación de las novillas suizo-cebú con la inclusión de 5% de grasa de sobrepaso proporcionó una fuente alta de energía al aportar ácidos grasos de cadena larga al intestino, ocasionando un efecto positivo en los ovarios con la presencia de folículos secundarios y terciarios.

Palabras clave: Suplemento, adición de grasas, óxido de calcio.

ABSTRACT

In southern Quintana Roo, pastures and forages of very low nutritional quality predominate, resulting in poor body condition in calves and heifers, leading to delayed puberty and reduced productive lifespan. The objective of this research was to evaluate ovarian surface consistency after administering three levels of fats protected with calcium oxide as an energy source. Wilks' Lambda, Pillai's Trace, Hotelling-Lawley, and Roy's Square Root statistics from Canonical Discriminant Analysis indicate a highly significant grouping. Group one exhibited the highest values for the evaluated characteristics and had primary follicles, group two had the lowest values but with tertiary follicles, while group three was intermediate in the evaluated characteristics and had secondary follicles. Based on the above, it can be stated that fats protected with calcium oxide did not influence ovary size, but they did influence the presence of follicles, with treatment three (5% bypass fat) showing the highest presence of secondary and tertiary follicles. It is concluded that feeding Swiss-Zebu heifers with the inclusion of 5% bypass fat provided a high source of energy by supplying long-chain fatty acids to the intestine, resulting in a positive effect on the ovaries with the presence of secondary and tertiary follicles.

Key words: Supplement, fat addition, calcium oxide

INTRODUCCIÓN

Las vacas al inicio de la lactancia caen en un balance negativo de energía que provoca el síndrome de movilización de las grasas (González, Muiño, Pereira, Campos, & Benedito, 2011) seguido por una disminución en la condición corporal. La movilización de las grasas corporales en las vacas intensifica su metabolismo y como consecuencia también la producción de leche especialmente el contenido de proteína (Jankowska, Sawa, & Neja, 2010), grasas (Hanuš, 2011), urea (Januš, 2009) y cuerpos cetónicos (Hanuš, 2011). Igualmente este balance negativo de energía está muy relacionado con la fertilidad y salud de las vacas lecheras (Vacek & Stádník, 2007). De igual forma un balance de energía esta principalmente asociado a una disminución de la condición corporal de la vaca (Vacek & Stádník, 2007). La movilización de las reservas corporales está directamente relacionada con el intervalo postpartum a la primera ovulación y una baja tasa de concepción. Los retrasos al inicio de la actividad ovárica, están limitados al número de ciclos estrales antes de la cubrición y quizá esto explique la disminución de la fertilidad (Butler, 1989). Este balance negativo se manifiesta en la actividad ovárica por interferir en la secreción pulsátil de la hormona LH que es requisito para el desarrollo folicular del ovario (Butler, 1989). Esta situación se agrava en el trópico húmedo donde las condiciones climáticas con elevadas temperaturas reducen el consumo voluntario de las vacas y solamente llegan a cubrir el 50% de las necesidades reales de nutrición.

Short & Adams, (1988) Señalan que el uso de energía en rumiantes en orden de importancia de acuerdo a la etapa fisiológica es el metabolismo basal, actividad, crecimiento, energía de reserva, preñez, lactancia, ciclo estral e inicio de preñez.

Una restricción en el uso de energía de la dieta en vacas productoras de leche, especialmente al inicio de la lactancia debe de ser incrementada con altos niveles de granos de cereales, sin embargo existe el riesgo que niveles mayores al 60% causa acidosis en las vacas (Thakur & Raikwar, 2004) Y el uso de la suplementación de grasas no protegidas puede causar una depresión en la digestibilidad de fibra. El objetivo fue evaluar el área y el crecimiento folicular del ovario en una dieta base de pasto Mombaza (*Panicum máximum*) por adición de diferentes niveles de grasas protegidas por proceso de fusión con óxido de

calcio en vacas de doble propósito suizo cebú en el sur del Estado de Quintana Roo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el rancho San Rafael del propietario del Señor Rafael León Negrete localizado a 18° 31' latitud norte 88° 21' longitud oeste (Figura 1), con clima predominante AWO con temperaturas que oscilan entre 22 °C como mínima y 38°C como máxima. Existe una precipitación pluvial de 10-09 mm a 1054 mm predominando las lluvias en los meses de junio, octubre y parte de invierno (García, 1981). El Rancho San Rafael cuenta con ganado bovino de carne y leche, así como corrales de manejo, de igual manera cuenta con establecimientos de forraje, ensilados y una ordeña.

Animales experimentales

Se utilizarán 12 novillas de la raza suizo americano-cebú de aproximadamente 350 kg de peso vivo mismas que fueron divididas aleatoriamente en tres grupos y alojadas en corrales de manejo equipados con comedero y bebedero, así como con sombreadero.

Grasas a utilizar

Se utilizó sebo de ganado bovino adquirido en carnicerías de la población de Ucúm, Quintana Roo, mismas que fueron sometidas al método de fusión con óxido de calcio para la formación de jabones y se obtuvo su protección y sobrepaso al rumen.

Método de fusión para grasas protegidas

Para la preparación de óxido de calcio de grasas de cadena larga se mezclaron en las cantidades y proporciones que se indican en la Tabla 1. Estos tres ingredientes se mezclaron y homogenizaron paulatinamente; el sebo de ganado se calentó a 70°C hasta que se obtuvo una consistencia líquida y se adicionó en partes iguales el óxido de calcio y agua, incrementándose la temperatura paulatinamente evitando el sobrecalentamiento. Esto permitió a los ácidos grasos saponificarse en forma de sales de calcio de ácidos grasos. La mezcla obtenida fue mezclada con maíz quebrado, resultando en un producto de grasa protegida con óxido de calcio. (Thakur & Raikwar, 2004).

Tabla 1. Cantidad y proporción de ingredientes para la elaboración de grasas protegidas.

	Ingrediente		
	Grasa de bovino (cebo)	Oxido de calcio	Agua
Cantidad en g	184.56	51.72	51.72
Proporción de la mezcla	61.52%	17.24%	17.24%

Tratamientos

Se realizarán tres tratamientos con cuatro repeticiones, con un total de 12 novillonas quedando los tratamientos de la siguiente manera:

T1. Grupo testigo 0% de grasa protegida

T2. 4% de grasa protegida en la dieta

T3. 5% de grasa protegida en la dieta

Variables a medir

- Área ovárica.
- Crecimiento folicular.

Manejo de la dieta experimental

Las vacas fueron alimentadas en una proporción 70:30 pasto concentrado; se realizó el cálculo de consumo total con base a 72 g kg^{0.75}. Se manejó una dieta base de pasto Mombaza (*Panicum Máximum*) a razón de 50.4 g kg^{0.75} y se suplementaron con maíz quebrado en una cantidad de 21.6 g kg^{0.75}. En la Tabla 2 se incluyen el consumo total de materia seca por PV PV^{0.75}, el consumo de forraje y de concentrado de materia seca y en base fresca, así como las cantidades de grasa protegida con oxido de calcio a incluir. Las grasas protegidas con óxido de calcio fueron mezcladas con maíz quebrado y se administraron a los animales a las 8:00 am. Posteriormente al consumo de concentrado en la mañana se proporcionó el forraje ad libitum suministrándolo dos veces al día por la mañana y tarde respectivamente. Las vacas tuvieron a libre acceso sales minerales y agua. Las variables a medir fueron registradas durante un período de 90 días.

Tabla 2. Cantidades a administrar de forraje y concentrado, así como de las grasas protegidas.

TRATAMIENTO	T1 (0%)	T2 (4%)	T3 (5%)
PESO	332	332	332
P.V.0.75	78	78	78
g/kg0.75	72	72	72
consumo total MS P.V.0.75	5603	5603	5603
PASTO MOMBAZA (MS)	3922	3698	3642
PASTO MOMBAZA (BH)	13073	12326	12139
CONCENTRADO (MS)	1681	1457	1401
CONCENTRADO (BH)	1977	1714	1648
GRASA PROTEGIDA A INCLUIR	0	224	280
% GRASA	0%	4%	5%
CONCENTRADO	30%	30%	30%
FORRAJE	70%	66%	65%
TOTAL	100%	100%	100%

Período de adaptación

Las novillas fueron sometidas a un período de adaptación de 16 días a las diferentes dietas y niveles de adición de grasas protegidas, con la finalidad de evitar problemas de fermentación y de aceptación de los animales, por el olor y consistencia de las grasas protegidas. Al final de este período se realizó un diagnóstico reproductivo de los ovarios por palpación rectal. De acuerdo al peso metabólico que presentaron las novillas y el tratamiento asignado aleatoriamente se ajustó al consumo de maíz y grasa protegida por vaca.

Días transcurridos al primer celo en vacas anestrícas.

Se trabajó con un total de 12 vacas, las cuales se encontraban en un estado anestrico debido a su baja condición corporal, motivo por el cual no presentaban celo, ya que primero se ocupaban llenar los requerimientos nutricionales. Se mantenían en observación diaria por la mañana y tarde ya que son las horas más frescas y probables en las que se presenta el celo, la detección del celo requería de una aguda observación, el mejor indicador de que una vaca esta en celo es cuando se mantiene quieta y se deja montar por sus compañeras, permanece inmóvil cuando es montada, da golpes o empujones contra los costados de otras vacas, olfateo de la vulva o la orina de otros animales, vulva rosada e inflamada cargando un moco claro visible.

Análisis estadístico

Todos los datos de las variables a medir fueron procesados en hoja de cálculo de Excel versión 2013. Los datos ordenados fueron sometidos a un análisis de varianza y comparación de medias en un diseño de bloques al azar, de igual modo un análisis de discriminante canónico, con el objeto de agrupar el comportamiento de las variables evaluadas en las vacas tratadas con grasas protegidas, los datos fueron procesados en programa SAS Institute Inc. (2002) versión 9.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza para las variables medidas en el ovario izquierdo y derecho para largo, ancho, grosor y área ovárica, indica la presencia de diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) entre los tratamientos, pero no existieron diferencias significativas para periodos ($P \geq 0.05$) (Tabla 3). Para el ovario izquierdo el tratamiento que presentó mayores valores (Tukey, $P \leq 0.05$) para largo, ancho, grosor y área ovárica fue el T1 (0% grasa de sobrepaso) mientras que para estas mismas variables en el ovario izquierdo los tratamientos que registraron menor valor fueron T2 (4% grasa de sobrepaso) y T3 (5% de grasa de sobrepaso). Para el ovario derecho los tratamientos que presentó mayores valores (Tukey, $P \leq 0.05$) para ancho, grosor y área ovárica fueron T1 y T3, mientras que para la variable largo del ovario no presentaron diferencias significativas ($P \geq 0.05$) entre tratamientos (Tabla 5).

Tabla 3. Cuadrados medios del análisis de varianza para largo, ancho, grosor y área ovárica en los ovarios de novillas suizo-cebú.

Fuente de variación	Gl	Largo	Ancho	Grosor	Área ovárica
Ovario izquierdo					
Tratamiento	2	261.64 ***	97.89 ***	79.77 ***	142288.02 ***
Periodo	3	8.79 ns	1.5 ns	0.2500 ns	711.63 ns
Error	42	36.01	11.84	10.8	14514.6
Ovario derecho					
Tratamiento	2	44.77 ns	84.89 ***	43.93 ***	54422.39 *
Periodo	3	75.85 ns	3.29 ns	0.0833 ns	14324.13 ns
Error	42	40.97	10.88	3.78	16640.35

Tabla 5. Promedios de las variables evaluadas en largo, ancho, grosor y área del ovario izquierdo y derecho en vacas suizo cebú con diferentes niveles de grasa protegida con óxido de calcio.

Tratamiento	Largo	Ancho	Grosor	Área ovárica
Ovario izquierdo				
T1(0%)	22.18 a	13.75a	13.25 a	318.75a
T2(4%)	14.25b	9.18b	9.06b	137.19b
T3(5%)	16.87b	9.813b	9.81b	183.75b
DMSH	5.15	2.95	2.82	103.48
Ovario derecho				
T1(0%)	20.93*	13.12a	11.06 a	292.19a
T2(4%)	18.87 a	8.75b	7.81 b	176.25b
T3(5%)	17.62 a	12.18 a	10.00 a	223.13ab
DMSH	5.49	2.83	1.67	110.8

Tamaño de ovarios y presencia de folículos por discriminante canónico.

Las grasas protegidas con óxido de calcio no influyeron con respecto al tamaño del ovario. Las grasas protegidas con óxido de calcio si influyeron respecto a la presencia de folículos, siendo el tratamiento 3 el que tuvo mayor presencia de folículos secundarios y terciarios. Lo dicho anteriormente se muestra en la figura 1.

Los estadísticos de lambda de Wilks traza de Pillai's y de Hotelling-Lawley y la raíz cuadrada de Roy's son altamente significativas por lo que la separación de los tres grupos son estadísticamente diferentes.

Las variables que mejor explican la función discriminante uno son: ancho del ovario izquierdo, grosor del ovario izquierdo, área del ovario derecho y área del ovario izquierdo. Y para la función discriminante dos son: grosor del ovario derecho, largo del ovario izquierdo y folículos primarios.

El grupo uno (G1) se caracteriza por contener animales testigos (sin inclusión de grasas protegidas) y con características ováricas que presentan valores superiores a los otros dos grupos y con folículos primarios, el grupo dos se caracteriza por contener animales tratados con grasas protegidas al 4%, así como con valores menores en las variables ováricas pero con folículos sobre todo terciarios, por otro lado, el grupo tres se caracteriza por contener animales tratados y no tratados con grasas protegidas y con valores intermedios en las variables evaluadas y con presencia de folículos primarios principalmente. Por tanto, se deduce que la inclusión de grasas protegidas favorece la presentación de folículos secundarios y terciarios.

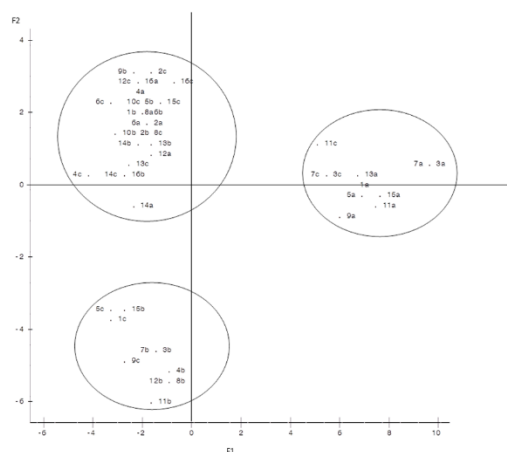


Figura 1. Agrupamiento de los animales tratados con grasas protegidas con base a las variables ováricas evaluadas.

Las diferencias que existieron en el área ovárica izquierda en el grupo testigo, fue debido a que las novillas que integraron este tratamiento, un 50% presentaron desde la primera palpación 200 mm² de área ovárica y el restante 50% estuvo en un rango entre los 375 a 500 mm². En tratamiento con 4% de inclusión de grasas protegidas el 58.33% de las novillas presentaron de igual manera desde la primera palpación rectal, ovarios muy pequeños con un área de 35 a 150 mm². Por último, el tratamiento con 5% de grasa protegida, el 33.33% de las novillas presentaron de igual manera ovarios muy pequeños de 35 mm².

En lo referente al área ovárica en el ovario derecho el grupo testigo desde la primera palpación rectal presentó un 33.33% de ovarios entre un rango de 375 a 600 mm²; para el tratamiento con 4% de grasa un 91.66% de los ovarios derechos tuvieron un rango entre 20 a 250 mm² y para el caso del tratamiento con 5% de grasas el 50% del área ovárica estuvo entre 100 a 200 mm².

Las longitudes que presentaron los ovarios derecho e izquierdo en los diferentes tratamientos fueron más cortos que los reportados por (Sission & Grossman, 1972), (Salisbury & Vandemark, 1961), (Settergren, 1983), (Roberts, 1982) y (Memon, 1996) en ganado bovino, quienes reportaron un largo para los ovarios de 28 a 50 mm.

El ancho de los ovarios del tratamiento testigo (13.54 mm) coincide con el mínimo reportado por (Salisbury & Vandemark, 1961), Roberts, (1982) y Memon, (1996) reportaron un ancho que estuvo en un rango de 13 a 19 mm. Sin embargo este valor

no coincide con el reportado por Sission, & Grossman (1972) quien reportó un ancho del ovario en ganado bovino de 25 mm. Para el caso de los tratamientos con inclusión de grasas el ancho de los ovarios presentó valores por debajo de lo citado por estos autores, lo que indica que quizá estas novillas suizo-cebú tuvieron deficiencias en la alimentación durante su crecimiento y desarrollo, lo que podría inferirse por su pobre condición corporal.

El grueso de los ovarios de todos los tratamientos que se presentó en el presente estudio estuvo entre un rango de 8.12 a 12.50 mm valores que coinciden con lo reportado para ganado bovino por Sission & Grossman, (1972), Roberts, (1982), & Petter, (1993).

Las diferencias que existieron entre los diferentes tratamientos en el área ovárica, así como largo, ancho y grosor de los ovarios, no fue debido al efecto de adición de 4 y 5% de grasas protegidas, quizás estas novillas debido a su condición nutricional previa que tuvieron desde la etapa de crecimiento, no desarrollaron adecuadamente los ovarios posiblemente por una deficiencia de energía., es importante recalcar que las dimensiones de los ovarios varían entre vacas, novillas y las condiciones en las cuales esté el animal. Lo anteriormente expuesto concuerda De pablos, (2009) quien menciona que las deficiencias nutricionales que presentan los forrajes repercuten en el desarrollo de bovinos y retrasa el inicio de la vida reproductiva de estos animales. Lo cual justifica claramente que las diferencias que existieron entre los tratamientos en el área ovárica, así como largo, ancho y grosor de los ovarios, no fue debido al efecto de las grasas protegidas si no a sus antecedentes nutricionales previos a este trabajo (Pasánte, 2015).

La mala nutrición retrasa la pubertad, reduce la tasa de concepción y aumenta las pérdidas de preñez en novillas por que la edad y peso son importantes para que las novillas alcancen la pubertad (Shor & Bellowst, 1971).

Es claro que en el presente trabajo existen problemas en la presentación de la pubertad y las tasas de preñez son muy bajas. En este sentido Penzhorn (1975) encontró que la pubertad se retrasó 7 meses en novillas Afrikaner con una dieta restringida, todas las novillas alcanzaron la pubertad con aproximadamente el mismo peso corporal (279-295 kg) pero a diferentes edades.

Las tasas de concepción después de un período de reproducción de 3 meses fueron 80, 93, 87 y 40% para las novillas en niveles de nutrición altos, medios, bajos y restringidos, respectivamente.

Otro factor que pudiera afectar el crecimiento folicular en la nutrición específica es la baja condición corporal que presentaron las novillas en este trabajo. Es conocido que disminución en la condición corporal del 22 al 24%, ocasiona que esta condición de pérdida de peso provoque anestro en las vacas (peñafoort & bavera, 2003).

La adición de grasas protegidas con óxido de calcio (cebo de ganado) al 4 y 5% de la dieta en el presente estudio probablemente aumentó la densidad de energía, aportando ácidos grasos saturados e insaturados de cadena larga que tienen menos efecto sobre la fermentación del rumen cuando se complementan como sal de calcio. De igual manera las grasas protegidas aportó ácidos grasos de cadena larga, que poseen una alta digestibilidad en el intestino delgado del rumiante además de servir como una fuente adicional de calcio (Chalupa, 1985).

La suplementación lipídica contrarresta el balance negativo energético nutricional, lo que favorece el crecimiento folicular, la primera ovulación y el restablecimiento de la función luteal, reduciendo el intervalo entre el parto (Salas & Razo, 2011).

De igual manera la adición de grasa de sobrepeso aumenta los niveles de glucosa sérica, acorta el reinicio de la actividad ovárica y disminuyó el intervalo del parto al primer celo, mejorando el rendimiento reproductivo (Ortuño, 2017).

Por lo tanto, se concluye que la adición de grasas protegidas con óxido de calcio tuvo un mejor efecto en el T3 (5% grasas) sobre el crecimiento de folículos secundarios y terciarios, pero no existió un efecto sobre el tamaño de los ovarios.

CONCLUSIONES

Los ovarios de las novillas suizo-cebú alimentadas con grasas protegidas con óxido de calcio (cebo de ganado), no tuvieron un efecto en el área ovárica, así como en el largo, ancho y grosor de los ovarios, y el menor tamaño de los ovarios en dietas al 4 y 5% de grasas protegidas fue debido probablemente a su condición nutricional previa a este trabajo.

La alimentación de las novillas suizo-cebú con grasa protegida con óxido de calcio al 5% proporcionó una fuente alta de energía a las novillas al aportar ácidos grasos de cadena larga al intestino esto ayudo a que existan presencia de folículos secundarios y terciarios en los ovarios de las vacas lo que indica que la inclusión de dichas grasas repercute positivamente sobre la actividad ovárica.

LITERATURA CITADA

- Butler., W. R. (1989). Interrelationships Between Energy Balance and Postpartum Reproductive Function in Dairy Cattle. . Journal Dairy Science., 72:767-783.
- Depablos. (2009). nutricion en sistemas ganaderos de las sabanas centrales de venezuela. *zootecnia tropical*, 25-37.
- García, E. (1981). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. México: Instituto de Geografía-unam.
- González., F. D., Muiño., R., Pereira., V., Campos., R., & Benedito., J. L. (2011). Relationship among blood indicators of lipomobilization and hepatic function during early lactation in high-yielding dairy cows. *J. Vet. Sci*, 12, 251 – 255.
- Hanuš., O. (2011). The effects of sample fat value manipulation on raw cow milk composition and indicators. *Acta univ. agric. et silvic.*, 58, (1), 101–112.
- Jankowska., M., Sawa., A., & Neja., W. (2010). Effect of milk urea and protein levels on fertility indices in cows. *J. Cent. Eur. Agric.*, 11 (4), 475-480.
- Januš., E. (2009). Urea level in cows' milk fed on total mixed ration (TMR) and traditional system in summer and winter season. *J. Cent. Eur. Agric.*, 33 – 39.
- Memon. (1996). Diagnosis of Pregnancy and Infertility by Rectal Palpation: Bovine Obstetrics. DVCS Washington State University., 65-68.
- Ortuño, C. (2017). Evaluación de la función ovárica y del perfil metabólico en vacas lecheras. MASKANA, Producción Animal, 15.
- Pasánte. (2015). relacion entre el tamaño del folículo preovulatorio, daiametro del cuerpo luteo y niveles de progesterona. tesis para la obtencion del título mvz, 21-45.
- Petter. (1993). Artificial Breeding Manual Sindh Livestock Development Project. Department of Livestock and Fisheries, Government of Sindh, Pakistan., 8-10.

- Penzhorn., E. J. (1975). Wintering levels and reproduction in Afrikaner heifers. *Agroanimalia*, 45: 3777.
- Peñafort, & bavera. (2003). condicion corporal . UNRC.
- Roberts. (1982). Veterinary Obstetrics and Genital Siseases. . Distributor Edward Brothers Inc., 4-11.
- Roberts. (1982). Veterinary Obstetrics and Genital Siseases. . Distributor Edward Brothers Inc., 4-11.
- Salas, & Razo, G. (2011). Pospartumm ovarian activity resumption and plasma concentration of lipid metabolites and progesterone in cows supplemented with bypass fat. *Tropical and Subtropical Agroecosystems.*, 14, 385-392.
- Salisbury, & Vandemark. (1961). Physiology of Reproduction and Artificial Insemination of Cattle. Freeman and Company.
- Salisbury, & Vandemark. (1961). Physiology of Reproduction and Artificial Insemination of Cattle. Freeman and Company.
- Settergren. (1983). Sexual Physiology in Female Domestic Animals. 15th FAO/SIDA International Postgraduate Course on Animal Reproduction.
- Shor, & Bellowst. (1971). Relationships among weight gains, age at puberty and reproductive performance in heifers. *Journal of Animal Science*, 32: 127-131.
- Sission, & Grossman. (1972). Anatomy of Domestic Animals. 4th Edn., W.B. Saunders Co., Philadelphia., 615-618.
- Short., R., & Adams., D. (1988). Nutritional and hormonal interrelationships in beef cattle reproduction. *Canadian Journal of Animal Science*, 68, 29-39.
- Sisson. (1974). Anatomía de los animales domésticos. Cubano del Libro La Habana Cuba, p.34.
- Thakur., S., & Raikwar., R. (2004). Feeding of bypass fat as energy supplement for high yielding dairy animals. . Proceedings of XI Animal Nutrition Conference., pp. 84-88.
- Vacek., M., & Stádník., L. (2007). Sledování tělesné kondice při řízení vysokoužitkových stád. *Náš chov.*, 67 (2): 16–18.