

RELACIÓN ENTRE LA ÉPOCA DE EMPADRE Y LA EXPRESIÓN DEL PESO AL NACIMIENTO EN CAPRINOS

RELATIONSHIP BETWEEN BREEDING SEASON AND THE EXPRESSION OF BIRTH WEIGHT IN GOATS

M. G. Calderón-Leyva ^{*1}, J.M. Serradilla M. ², M. Wurzinger ³, J. Abad-Zavaleta ⁴, M.N. Buendía-Tamariz ¹, F.G. Veliz-Deras ⁵,

¹ Universidad Autónoma Chapingo - Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. México.

² Universidad de Córdoba, Departamento de Producción Animal, Córdoba, España

³ BOKU - University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Austria.

Universidad del Papaloapan, Campus Loma Bonita, Oaxaca, México

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Torreón, Coahuila, México

Autor de correspondencia. * gcalderon06@hotmail.com

RESUMEN. Algunos de los factores ambientales que afectan negativamente el peso al nacimiento (PN) consideran los disturbios en el aporte de nutrientes, generando patrones adversos en el desarrollo embrionario, comprometiendo la organogénesis y la competencia fetal. Lo anterior proyecta un escenario fisiológico que puede estar asociado al desarrollo de características del síndrome metabólico en la vida adulta. En el presente estudio se evaluó el efecto de la época de empadre (BS) durante las estaciones del año [Primavera (PR), Verano (VR), Otoño (OT) e Invierno (IN)] sobre la expresión del PN. Los registros de producción (n=1,084) fueron colectados de un rebaño mantenido bajo condiciones estabuladas (22° LN, 1,835 metros). El modelo estadístico definitivo para análisis del PN consideró las variables independientes año de parto (AP), grupo genético (R), tamaño de camada (TC), sexo (S), época de empadre (BS) y época de parto (KS) y las interacciones (AP*R) y (S*BS). La expresión del PN fue afectada (P<0.05) por AP, R, TC, KS, y AP*R. Mientras que la expresión del PN no fue afectada por la época de nacimiento, la época de empadre afectó (P<0.05) dicha variable, observando los valores máximos y mínimos para PN en PR e IN (3.34 vs. 3.10 kg). Fluctuaciones medioambientales determinan alteraciones en los procesos de embriogénesis, organogénesis y desarrollo fetal, pudiendo comprometer el crecimiento futuro de los principales órganos y sistemas. El PN es frecuentemente considerado para evaluar y detectar posibles restricciones del crecimiento intrauterino. Desbalances en estos procesos fisiológicos puede incrementar la vulnerabilidad de los individuos a cambios metabólicos y desordenes permanentes en su vida futura; lo anterior puede ser de primordial importancia en la viabilidad del sistema de producción. **Palabras clave:** Peso al nacimiento, época de empadre, crecimiento y desarrollo fetal, medioambiente intrauterino.

SUMMARY. Some of the environmental factors which negatively affect birth weight (BW) consider disturbances in the nutrient support, generating adverse patterns of growth and development at embryonic level, and compromising organogenesis and fetal competence. The last generates a physiologic scenario which can be associated to the metabolic syndrome in adult life. This study evaluated the effect of breeding season (BS) across year [Spring (SP), Summer (SM), Fall (FL) and Winter (WN)] upon the expression of BW. Production records (n=1,084) were collected from a commercial herd under intensive conditions (22° NL, 1,835 m.). The definitive statistical model for BW analysis considered the independent variables kidding year, (AP), genetic group (R), Litter size (TC), sex (S), breeding season (BS), kidding season (KS) plus the interactions (AP*R) and (S*BS). BW expression was affected (P<0.05) by AP, R, TC, KS, and AP*R. Interestingly, while the BW expression was not affected (P>0.05) by kidding season, it was affected (P<0.05) by breeding season. The highest and lowest BW values were observed at SP and WN (3.34 vs. 3.10 kg; P<0.05), respectively. Environmental fluctuations determine alterations in the processes of embryogenesis, organogenesis and fetal development, which in turn can compromise future development of important organs and systems. BW is frequently considered as an indicator to evaluate and detect possible restrictions of intrauterine development. Unbalances among these physiologic processes can increase vulnerability of an individual to metabolic changes and permanent disorders in its future life; the last could be of paramount importance upon viability of any production system.

Key words. Birth weight, breeding season, fetal growth and development, intrauterine environment.

INTRODUCCIÓN

En caprinos, como en otros rumiantes, el peso al nacimiento (PN) es una característica fenotípica importante en los sistemas de producción leche-cabrigo y sus esquemas de comercialización (Meza-Herrera, 1986; Meza-Herrera 1987; Montaldo et al., 2010). Teóricamente en todas las especies mamíferas existe un óptimo PN dentro del cual puede ocurrir, sin complicaciones, un proceso natural que permite maximizar la sobrevivencia neonatal (Perez-Razo et al., 1998; Gardner et al. 2007). Tanto el crecimiento y desarrollo fetal como el PN dependen de factores genéticos, placentarios y maternos (Meza-Herrera et al., 1987 y 1988; Montaldo y Meza-Herrera, 1999).

En la presencia de un adecuado medio ambiente gestacional, el feto podrá tener un tamaño apropiado de acuerdo a su potencial genético. Sin embargo, perturbaciones del útero, ya sea intrínsecas o extrínsecas, pueden potencialmente afectar el crecimiento y desarrollo del feto, la expresión del PN y la mortalidad predestete (Meza-Herrera, 1986; Ravelli et al. 1998; Gonzalez-Bulnes et al., 2010). El desarrollo prenatal, y posterior PN, son dependientes de una estrecha interrelación entre el nivel nutricional disponible y el patrón de secreción de diversas hormonas y factores de crecimiento (Funston et al., 2010). En particular, el eje somatotrópico materno juega un papel significativo en el control de la miogénesis. Así, tratamientos con la hormona del crecimiento (GH) en porcinos hacia la mitad de la gestación incrementaron el PN y el número de fibras musculares en las camadas pequeñas desfavorecidas por un insuficiente aporte de nutrientes (Rehfeldt y Kuhn, 2006).

Al respecto, fluctuaciones medioambientales a través del año, determinan diferentes PN y sobrevivencia de las crías, dictando temporadas de apareamiento entre adultos que significa una estrategia de adaptación para preservar la especie (Lincoln y Short, 1980). Al inicio de la vida embrionaria, aunque los requerimientos nutricionales del producto son bajos debido a una baja tasa de crecimiento absoluto, la tasa de crecimiento relativo es muy elevada. Por lo anterior, pueden ocurrir disfunciones que alteren dichos procesos, comprometiendo el crecimiento futuro de los principales órganos y sistemas, un síndrome conocido como *restricción del crecimiento intrauterino*. Por ello, el peso fetal o el PN relativo a la edad gestacional, es frecuentemente utilizado para medir y detectar la restricción del crecimiento intrauterino (Wallace et al., 2005).

Dicho escenario, que puede ser modificado por variaciones medio-ambientales al través del año, pueden no solamente comprometer la salud neonatal sino que

puede afectar la programación del desarrollo fetal ya que las crías de madres con baja nutrición tienen un pobre crecimiento y productividad, y pueden comprometer en forma significativa, desviaciones en su estado de salud no solo predestete (Schreurs et al., 2010) sino su comportamiento productivo en la vida adulta (Funston et al., 2010; Van der Liden, et al., 2010). El objetivo del presente estudio, es tener un indicador directo del grado de la influencia de la época de empadre sobre el peso al nacimiento en cabras Boer y Boer x Nubia, con la finalidad de tomar decisiones estratégicas del manejo reproductivo en las diferentes épocas del año (primavera, verano, otoño e invierno) de forma tal que se optimice el proceso productivo reproductivo y se favorezca el desarrollo de la industria caprina.

MATERIAL Y METODOS

Localización del área del estudio y unidades experimentales. El presente estudio se realizó en el Centro de Mejoramiento Genético Caprino, el cual depende del gobierno del Estado de San Luis Potosí, ubicado en el municipio de Soledad Graciano Sánchez, en el km 8.5 de la carretera San Luis Potosí - Matehuala. El Centro se localiza entre las coordenadas geográficas 22° 12' LN y 100° 55' LO, a una altitud de 1835 m.s.n.m., con una precipitación media anual de 271 mm y una temperatura media de 17 °C (Correa, 1999 citado por Romero 2003). El Centro inicio actividades en 1993, con la importación de 10 sementales Boer de Nueva Zelanda y un lote de 10 hembras Boer importados de Texas, considerando un esquema de selección que consideró su elevada tasa de crecimiento, deposición de grasa en el cuerpo, su adaptabilidad a diferentes medios ambientes, así como su capacidad de desarrollo en climas adversos y mayor rendimiento en canal (Romero, 2003). El Centro también incluyó como parte del rebaño base o elite a 230 hembras de raza Nubia con registro genealógico, con objeto de producir pie de cría de raza Boer así como la cruce de Boer x Nubia con diferentes niveles de encaste. Para este estudio se utilizó información que incluyó las variables: día de parto (DP), mes de parto (MP), año de parto (AP), Grupo Genético (Boer, ½ Boer, ¾ Boer y ^! Boer), colectados durante 1994-1996 y 1998-2000 (Romero, 2003).

Condiciones de alojamiento y manejo general del rebaño. Los animales fueron alojados en corrales de acuerdo a su estado fisiológico, sexo y raza (o nivel de encaste), los corrales contaban con una parte de piso de tierra y con otra parte de cemento. Al nacimiento, a cada cabrito se le cortó y desinfectó el cordón umbilical con una solución yodada; los cabritos tuvieron acceso a calostro directamente de la madre, a los 15 días de nacidos fueron vacunados contra clostridiosis y pasterelosis, se les aplicaron las vitaminas A, D, y E, selenio y fueron desparasitados interna y externamente (Romero, 2003).

Alimentación de los animales. Las cabras fueron alimentadas con alfalfa achicalada, y en periodos críticos como: pre-parto y lactancia recibieron un suplemento alimenticio. Un mes antes del empadre las hembras y los sementales fueron alimentados con 2.1 kg de alfalfa y 0.25 kg de sorgo molido por animal, esta dieta se les ofreció hasta tres meses después del empadre. En la etapa pre-parto las hembras fueron alimentadas con la misma cantidad de alfalfa además de 0.25 kg de alimento concentrado lechero (16% PC), y en la etapa de lactancia las hembras fueron alimentadas con 2.25 kg de alfalfa achicalada y 1.0kg de alimento concentrado lechero (16% PC) por cabra por día (Romero, 2003).

Toma de registros de producción. Al nacimiento, todos los cabritos fueron identificados con una argolla, se registro la fecha de nacimiento, identificación de la madre y el padre (número y grupo genético) y sexo de la cría. Al mes de edad, los cabritos fueron identificados con un tatuaje permanente, para que perdurara durante toda su vida productiva. De los registros obtenidos en los periodos 1994-1996 y 1998-2000, se ordenaron y se seleccionaron las variables de interés, colectando la siguiente información: identificación de la cría, sexo de la cría, fecha de nacimiento, raza, nivel de encaste, raza del padre, raza de la madre e identificación del padre y la madre (Romero, 2003).

Manejo de la información recolectada. Se eliminaron en una primera etapa los registros con

información incompleta y poco confiable que pudieran dar un resultado falso en el análisis. No se consideraron los registros del año 1997 porque al reunir la información no se encontraron. Los meses de empadre se calcularon de acuerdo al mes de parto de la cabra, en el mismo sentido los meses del año fueron agrupados de acuerdo a la estación del año (Romero, 2003). De acuerdo a los registros obtenidos en los años 1994, 1995, 1996, 1998, 1999 y 2000 para los cuatro genotipos, se considero un número de observaciones de ($\frac{1}{2}$ Boer, n= 407, $\frac{3}{4}$ Boer, n= 435, Δ Boer, n= 183 y Boer, n= 60) (Romero, 2003).

Análisis estadístico. El peso al nacimiento fue evaluado mediante un análisis de varianza para datos desbalanceados (PROC-GLM) dentro de un diseño experimental completamente al azar con un número variable de observaciones. El modelo original que se utilizó para el análisis de Peso al Nacimiento (PN) consideró las siguientes variables independientes: sexo (S), grupo genético (R), tamaño de camada (TC), época de empadre (BS), época de nacimiento (KS) y año de parto (AP) así como las interacciones de primer orden de las variables independientes. La comparación múltiple de medias entre las variables independientes consideró el estadístico opción PDIFF del PROC GLM así como Least Significance Difference (LSD), los valores reportados son las medias \pm el error estándar de la media.

Cuadro 1. Media \pm el valor estándar de la media del Peso al Nacimiento de acuerdo al año de parto y grupo genético de las Cabras Boer x Nubia en el Altiplano Mexicano ¹

AÑO DE PARTO	N	PN (kg)	E.E.
1994	49	3.33 ^b	0.49
1995	289	3.73 ^a	0.79
1996	171	3.34 ^b	0.59
1998	341	2.72 ^d	0.61
1999	143	3.01 ^c	0.69
2000	91	3.02 ^c	0.82
GRUPO GENÉTICO	N	PN (kg)	E.E.
$\frac{1}{2}$ Boer	407	3.65 ^a	0.73
$\frac{3}{4}$ Boer	435	3.01 ^b	0.68
? Boer	182	2.71 ^c	0.65
Boer	60	2.63 ^c	0.63

¹ n=1,084, CV=19.6, R²=39.56

a, b, c, d Valores con diferente literal en la misma columna, dentro de efecto, difieren P<0.05)

EE= Error estándar de las medias

CV = Coeficiente de Variación

R² = Coeficiente de Determinación

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del primer modelo estadístico demostraron un efecto sobre el PN ($P < 0.05$) por grupo genético, tamaño de camada, época de parto, época de empadre y la interacción año de parto por raza. En el segundo modelo solo se incluyeron las variables declaradas como significativas sobre la expresión del PN en el modelo original, resultando significativas las variables: año de parto (AP), grupo genético (R), tamaño de camada (TC), sexo (S), época de empadre (BS) y época de parto (KS), así como las interacciones año de parto por grupo genético (AP*R) y sexo por época de empadre (S*BS).

Finalmente, las variables que afectaron la expresión del PN en forma altamente significativa ($P < 0.001$) fueron: AP, R, TC, y KS, así como la interacción AP*R. La media general para PN fue de 3.18 kg; el ANOVA previo generó una R^2 de 39.56 % y un CV de 19.60 %. La comparación múltiple de medias para los diferentes efectos se presentan en los Cuadros 1 al 3, dado que por el grado de desbalance las medias de mínimos cuadrados no pudieron ser estimadas.

Tanto el AP y la R afectaron ($P < 0.05$) la expresión del PN, observando en 1995 el mayor PN (3.73 kg) y el menor PN (2.72 kg) en 1998, con un promedio de 3.23 Kg entre los seis años de registros. El grupo genético ½ Boer mostró un mayor PN con 3.65 kg, mientras que el menor PN fue observado en el grupo Boer (2.63 kg). A mayor encaste hacia el grupo Boer, menor fue el PN (Cuadro 1). La interacción de AP x R afectó ($P < 0.05$) el

PN; el año de 1998 es donde se tiene registro de todos los grupos genéticos con el PN mayor (3.42 kg) en el grupo ½ Boer y el más bajo (2.44 kg) en el grupo 7/8 Boer de los seis años registrados. En general en esta interacción los mayores PN fueron obtenidos por el grupo genético ½ Boer y los de menor PN en el grupo genético Boer.

El TC simple mostró el mayor PN (3.44 kg), y el menor PN ocurrió en TC triples (2.85 kg), sin observar diferencias ($P > 0.05$) entre triples y cuádruples. La época de empadre afectó el PN, ya que cabras empadradas en primavera mostraron el mayor PN, seguida de otoño, sin diferencias entre éstas dos épocas, pero sí con respecto al verano e invierno, donde se registraron los PN más bajos.

La hipótesis planteada en el presente trabajo de investigación consideró que el PN de crías nacidas por cabra parida difería durante las épocas de empadre (Primavera, Verano, Otoño e Invierno), ya que al menos una época de empadre mostraría un peso al nacimiento diferente con respecto a las demás. Por lo anterior, dicha hipótesis es aceptada. Los animales utilizan diversas señales externas que les permiten anticipar y adaptarse a las diferentes estaciones del año. De esta manera, los animales acumulan reservas de grasa, desarrollan pelajes adecuados a la estación, y las especies con estacionalidad reproductiva determinan el tiempo apropiado para su reproducción el cual debe coincidir con el medioambiente más favorable para el desarrollo de sus crías (Lincoln, 1992). Es factible que la domesticación haya mejorado la eficiencia reproductiva de los animales, en algunos casos reduciendo la edad a la pubertad, incrementando el

Cuadro 2. Media \pm el valor estándar de la media del Peso al Nacimiento (kg) en la interacción Año de Parto por Grupo genético en Cabras Boer x Nubia en el Altiplano Mexicano ¹

Año de Parto	Grupo Genético	½ Boer	¼ Boer	7/8 Boer	Boer
1994		3.33 ^{b,e,d}	-----	-----	-----
1995		3.77 ^b	-----	-----	2.82 ^{d,e,f}
1996		3.42 ^{b,c}	3.27 ^{b,c,d}	-----	-----
1998		4.40 ^a	2.82 ^f	2.44 ^{d,e,f}	2.49 ^f
1999		-----	3.38 ^{e,f}	2.96 ^{b,c,d}	2.69 ^{c,d,e,f}
2000		-----	3.13 ^{c,d,e}	2.70 ^{e,f}	-----

¹ n=1,084, CV=19.6, R²=39.56

^{a, b, c, d, e, f} Valores con diferente literal en la misma columna, dentro de efecto, difieren ($P < 0.05$)

EE= Error estándar de las medias

CV = Coeficiente de Variación

R² = Coeficiente de Determinación

Cuadro 3. Media \pm el valor estándar de la media del Peso al Nacimiento de acuerdo al Tamaño de Camada y Época de Empadre en Cabras Boer x Nubia en el Altiplano Mexicano ¹

TAMAÑO DE CAMADA	N	PN (kg)	E.E.
Simples	207	3.44 ^a	0.85
Dobles	665	3.20 ^b	0.75
Tiples	185	2.85 ^c	0.73
Cuatruples	27	2.91 ^c	0.73
ÉPOCA DE EMPADRE	N	PN (kg)	E.E.
Primavera	85	3.34 ^a	0.59
Verano	720	3.16 ^b	0.68
Otoño	203	3.22 ^{ab}	0.68
Invierno	76	3.10 ^b	0.73

¹ n=1,084, CV=19.6, R²=39.56

a, b, c, d Valores con diferente literal en la misma columna, dentro de efecto, difieren (P<0.05)

EE= Error estándar de las medias

CV = Coeficiente de Variación

R² = Coeficiente de Determinación

tamaño de la camada, y en otros reduciendo la estacionalidad reproductiva, al ser menos importante para la sobrevivencia (Setchell, 1992).

Bronson y Heideman, (1994) destacan las principales variables ambientales que determinan que los animales desarrollen estrategias estacionales y no estacionales en su comportamiento reproductivo. Dichas estrategias están a su vez reguladas por una compleja interacción de factores físicos como son el fotoperiodo, la temperatura, la precipitación pluvial, y los nutricionales, como es la disponibilidad de alimentos, y factores socio-sexuales como son la presencia del macho, y ciertas prácticas de manejo o crianza. Todos estos factores ejercen una estrecha interacción para definir la expresión fenotípica del peso al nacimiento, el cual, como fue previamente abordado, podrían promover una retardación del crecimiento intrauterino, afectando no solo el peso al nacimiento, sino la programación del desarrollo fetal, que a su vez afectará el comportamiento productivo y reproductivo en el estado adulto (Wani *et al.*, 2004).

Existen muchos casos en donde el medioambiente juega un rol crítico en el estado de salud de un individuo pero ninguno más que los que enfrenta el feto durante su desarrollo, particularmente en la etapa de organogénesis, que a su vez redundará no solamente sobre la vida fetal y neonatal, sino también durante la etapa adulta. Uno de los problemas medio ambientales más perjudiciales encontrados durante el periodo desarrollo embrionario y crecimiento fetal, son los cambios en el nutricional a los que está expuesta la madre (Warner *et al.*, 2010).

En las estaciones secas y de invierno, la calidad de forrajes y rastrojos es frecuentemente baja y es inadecuada para una óptima nutrición de crecimiento, gestación, y lactancia de herbívoros con alta calidad de suplemento de proteínas y energía (Huston *et al.*, 1993; Fontaneli *et al.*, 2005). Cuando las cerdas entran en la preñez, el estatus nutricional subóptimo o la desnutrición maternal prematura, junto con la restricción del consumo de alimento (Ji *et al.*, 2005), puede afectar negativamente el crecimiento y desarrollo del inicio de los embriones y fetos (Vinsky *et al.*, 2006).

En porcinos, la retardación del crecimiento fetal resulta en un bajo peso al nacimiento y bajo número de fibras musculo esqueléticas, situación que no puede ser compensada durante el crecimiento posnatal. Cerdas con bajo peso al nacimiento muestran los más bajos crecimientos, las más altas deposiciones de grasa y la más pobre calidad de carne al sacrificio. El número de fibras musculares formadas prenatalmente están positivamente correlacionadas con el peso al nacimiento y tienen un significativo papel en la relación del peso al nacimiento con el incremento y calidad de la carne (Rehfeldt y Kuhn, 2006). Las consecuencias metabólicas en las madres que se exponen a una baja nutrición proteica al inicio de la gestación y un cambio repentino que descontrola la dieta puede provocar estrés en el feto que produce secuelas metabólicas en el futuro (Erhuma *et al.*, 2007). Disturbios en el suplemento de nutrientes y oxígeno en el feto durante el inicio de la preñez cuando las demanda de nutrientes del embrión son mínimas pero pueden no solo llevar a patrones adversos en el crecimiento fetal sino también se asocia

con el desarrollo de características del síndrome metabólico y puede alterar el subsecuente desarrollo de los sistemas endocrino y cardiovascular en la vida adulta (MacLaughlin *et al.*, 2005; Warner *et al.*, 2010).

CONCLUSIONES

El mayor peso al nacimiento se observó en las crías nacidas de hembras empadradas en primavera, mientras que en invierno se observarían los PN más bajos, lo cual se puede asociar a diferencias en la calidad del alimento consumido. Otra explicación posible sería un diferencial en la calidad de los ovocitos liberados en las diferentes épocas de empadre que pudieran afectar tanto el desarrollo del embrión como del feto, así mismo un diferencial en el medio ambiente intrauterino entre las diferentes épocas de empadre. La nutrición materna es otro factor en el cual coinciden muchas de las variables fisiológicas que afectan el desarrollo y crecimiento del feto en el inicio de la preñez. Por todo lo anterior un aspecto importante a investigar es hacer un rastreo del comportamiento fisiológico dicha progenie para evaluar su comportamiento productivo-reproductivo en años subsecuentes.

LITERATURA CITADA

- Bronson, F.H., Heideman, P.D. 1994. Seasonal regulation of reproduction in Mammals. In *The Physiology of Reproduction*. 2 Ed. Ed Knobil, E. and Neill, J.D. Raven Press, Ltd. New York.
- Brooks AA, Johnson MR, Steer PJ, Pawson ME, Abdalla HI. 1995. Birth weight: nature or nurture? *Early Human Development*;42:29–35.
- Erhuma A., Salter M A., Sculley D. V., Langley-Evans S C, Bennett A. 2007. Prenatal exposure to a low protein diet programmes disordered regulation of lipid metabolism in the ageing rat. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2007 June; 292(6): E1702–E1714. Nottingham, UK.
- Fontaneli, R. S., Sollenberger L. E., Littell R. C., and Staples C. R. 2005. Performance of lactating dairy cows managed on pasturebased or in freestall barn-feeding systems. *J. Dairy Sci.* 88:1264–1276.
- Funston RN, Larson DM, Vonnahme KA. 2009. Effects of maternal nutrition on conceptus growth and offspring performance: implications for beef cattle production. *J Anim Sci*. 2010 Apr; 88 (13 Suppl):E205-15.
- Gardner D.S., Craigon J. 2007. Climate affects birth weight in sheep. *Schools of Veterinary Medicine and Science, and Biosciences, University of Nottingham, Sutton Bonington Campus, UK.*
- Gonzalez-Bulnes, A., C.A. Meza-Herrera, M. Rekik, H. Ben Salem, R.T. Kridli. 2010. Limiting factors and strategies for improving reproductive outputs of small ruminants reared in semi-arid environments. In: *Semi-arid environments: Agriculture, water supply and vegetation*. Ed: K.M. Degenovine. Nova Science Publishers Inc. Hauppauge, NY, USA. (www.novapublishers.com). ISBN: 978-1-61761-541-2.
- Huston, J. E., Taylor C. A., Lupton C. J., and Brooks T. D. 1993. Effects of supplementation on intake, growth rate, and fleece production by female Angora kid goats grazing rangeland. *J. Anim. Sci.* 71:3124–3130.
- Ji, F., Wu G., Blanton Jr. J. R., and Kim S. W. 2005. Changes in weight and composition in various tissues of pregnant gilts and their nutritional implications. *J. Anim. Sci.* 83:366–375.
- Kennaway DJ, Flanagan DE, Moore VM, Cockington RA, Robinson JS, Phillips DI. 2001. The impact of fetal size and length of gestation on 6-sulphatoxymelatonin excretion in adult life. *J Pineal Res*; 30(3):188 – 92.
- Lincoln, G.A. 1992. Photoperiod-pineal-hypothalamic relay in Sheep. *Anim. Reprod. Sci.* 28: 203-217.
- Lincoln, G.A., Short, R.V. 1980. Seasonal breeding: Nature's contraceptive. *Rec. Prog. Horm. Res.* 36: 1-52.
- MacLaughlin S.M, Walker S.K., Roberts C.T., Kleemann D.O. and McMillen I.C. 2005. Periconceptual nutrition and the relationship between maternal body weightchanges in the periconceptual period and feto-placental growth y the sheep. University of Adelaide, Adelaide, South Australia. *J Physiol.* 565.1 pp 111-124.
- Mellado, M., T. Vera, C. A. Meza-Herrera, F. Ruiz. 2000. A note on the effect of air temperature during gestation on birth weight and neonatal mortality of kids. *J. Agric. Sci.* 135(1):91-94.
- Meza-Herrera, C. A. 1986. Recursos genéticos de producción en cinco razas caprinas del norte de México. Tesis Maestría. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Universidad Nacional Autónoma de México. México, 86 p.
- Meza-Herrera, C.A. 1987. Análisis estático de la ganadería caprina en ocho ejidos de la Comarca Lagunera. III Reunión Nacional sobre Caprinocultura. UNAM. Cuautitlán-Izcalli. México. p. 74-79.
- Meza-Herrera, C. A., F. Sánchez, and G. Torres-Hernandez. 1987. Genetic and environmental factors affecting preweaning traits in goats. I. Breed and environmental factors affecting birth weight, one month weight and average daily gain. *Proc. IV International Congress on Goats*. Brasilia, Brazil. p. 1320-1321.
- Meza-Herrera, C. A., F. Sánchez, G. F., y G. Torres. 1988. Componentes de varianza para peso al nacimiento en cinco razas caprinas. Congreso Interamericano de Producción Caprina. UNAM-FESC, UAAAN-UL. Torreón, Coahuila. México. p. 41-44.
- Montaldo, H. H., C. A. Meza-Herrera 1999. Genetic goat resources in Mexico: Bio-economical efficiency of local and specialized genotypes. *Wool Tech. Sheep Breed.* 47(3):184-198.

- Montaldo H.H., Torres-Hernández G., Valencia-Posadas M. 2010. Goat breeding research in Mexico. *Small Rumin. Res.* 89(2-3):155-163.
- Pérez-Razo, M.A., Sánchez G.F.F., Meza-Herrera, C.A.. 1998. Factors affecting kid survival in five goat breeds. *Canadian J. Anim. Sci.* 78:407-411.
- Ravelli ACJ, van der Meulen JHP, Michels RPJ, Osmond C, Barker DJP, Hales CN. 1998. Glucose tolerance in adults after prenatal exposure to the Dutch famine. *Lancet*; 351:173-7
- Rehfeldt C, Kuhn G. 2006. Consequences of birth weight for postnatal growth performance and carcass quality in pigs as related to myogenesis. D-18196 Dummerstorf, Germany. *J Anim Sci.* 2006 Apr; 84 Suppl: E113-23.
- Romero, V.C. 2003. Distribución de empadres en cabras Boer y Boer x Nubia en el Altiplano Mexicano. Tesis Licenciatura. URUZA-UACH. Bermejillo, Durango. 40 p.
- Setchell, B.P. 1992. Domestication and reproduction. *Anim. Reprod. Sci.* 28: 195-202.
- Schreurs, N.M., Kenyon, P.R., Mulvanev, F.J., Morel, P.C.H., West, D.M., Morris, S.T. 2010. Effect of birthweight and birth rank on the survival of single and twin lambs born to ewe lambs. *Anim. Prod. Sci.* 50(6):460-464.
- Van de Liden D., Kenyon, P., Blair, H., Lopez-Villalobos, N., Jenkinson, C., Peterson, A., Mackensie, D. 2010. Effect of ewe size and nutrition during pregnancy on glucose metabolism, fat metabolism and adrenal function of post-pubertal female offspring. *Anim. Prod. Sci.* 50(9): 869-879.
- Vinsky, M. D., Novak S., Dixon W. T., Dyck M. K., and Foxcroft G. R. 2006. Nutritional restriction in lactating primiparous sows selectively affects female embryo survival and overall litter development. *Reprod. Fertil. Dev.* 18:347–355.
- Wallace, J. M., Milne J. S., and Aitken R. P. 2005. The effect of overnourishing singleton bearing adult ewes on nutrient partitioning to the gravid uterus. *Br. J. Nutr.* 94:533–539.
- Wani M, Kalra V, Agarwal SK. 2004. Low birth weight and its implication in renal disease. Department of Nephrology, AIIMS, New Delhi - 110029, India. *J Assoc Physicians India.* 52:649-52.
- Warner MJ y Ozanne SE. 2010. Mechanisms involved in the developmental programming of adulthood disease. Institute of Metabolic Science, Addenbrooke's Hospital, University of Cambridge, UK. *Apr 14;427(3):333-47.*