



# MEMORIA

## VI CONGRESO DE LA ASOCIACIÓN DE MÉDICOS VETERINARIOS ZOOTECNISTAS ESPECIALISTAS EN BOVINOS DEL ESTADO DE VERACRUZ.

15 AL 19 DE NOVIEMBRE 2021.



**VI Congreso de la Asociación de Médicos Veterinarios Zootecnistas Especialistas en Bovinos del Estado de Veracruz A. C.** Anual. Noviembre de 2021. Editor Responsable: Vicente E. Vega Murillo y Violeta Mariana Loeza DeLoya. Número de Certificado de Reserva otorgado por el Instituto Nacional de Derecho de Autor: En trámite. Número de Certificado de Licitud de Título: En trámite. Número de Certificado de Licitud de Contenido: En trámite. Domicilio: Júpiter 130 frac. Jardines de Mocambo, Boca del Río, Veracruz. C.P. 94299.

**VI Congreso de la Asociación de Médicos Veterinarios Zootecnistas Especialistas  
en Bovinos del Estado de Veracruz A. C.**



BV 037/21



## COMITÉ CIENTIFICO



## COORDINACIÓN

<b>VICENTE ELIEZER VEGA MURILLO</b>	Universidad Veracruzana	Mejoramiento Genético
-------------------------------------	-------------------------	-----------------------

### RESPONSABLES DE SECCIÓN

<b>DORA ROMERO SALAS</b>	Universidad Veracruzana	Salud Animal
<b>RODOLFO CANSECO SEDANO</b>	Universidad Veracruzana	Reproducción Animal
<b>CARMEN MOJICA ENRIQUEZ</b>	Asesor Privado	Nutrición Animal
<b>APOLO ADOLFO CARRASCO GARCÍA</b>	Universidad Veracruzana	Bienestar Animal

## CONTENIDO

<b>BIENESTAR ANIMAL</b> .....	<b>3</b>
EVALUACIÓN DE LA CONDUCTA EN TRES ÉPOCAS DEL AÑO EN BOVINOS BAJO CONDICIONES DE ENGORDA INTENSIVA. ....	3
<b>MEJORAMIENTO GENETICO</b> .....	<b>7</b>
AJUSTE DE MODELOS CON DIFERENTES ESTRUCTURAS DE COVARIANZA PARA CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS EN UN DIALELO CON SUIZO PARDO-HOLSTEIN EN CLIMA SUBTROPICAL .....	7
COMPARACIÓN DE MODELOS PARA LA EVALUACIÓN GENÉTICA DE CARACTERÍSTICAS DE CRECIMIENTO EN UNA POBLACIÓN DE MULTIRRACIAL GANADO DE CARNE EN EL SUBTRÓPICO DE MÉXICO.....	11
COMPARACIÓN DE MODELOS PARA LA EVALUACIÓN GENÉTICA DE CARACTERÍSTICAS DE CRECIMIENTO EN GANADO SANTA GERTRUDIS DE REGISTRO EN MÉXICO .....	15
EVALUACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL EN GANADO SIMMENTAL Y SIMBRAH EN MÉXICO .....	20
<b>NUTRICION ANIMAL</b> .....	<b>24</b>
ANÁLISIS SANGUÍNEO CON UN MEDIDOR PORTÁTIL DE $\beta$ -HIDROXIBUTIRATO Y GLUCOSA EN VACAS DOBLE PROPÓSITO POSPARTO .....	24
<b>REPRODUCCION</b> .....	<b>27</b>
COMPORTAMIENTO DEL LEUCOGRAMA DURANTE EL PERÍODO PERIPARTO DE VACAS DE DOBLE PROPÓSITO EN EL TRÓPICO VERACRUZANO. ....	27
PARTOS GEMELARES EN BOVINOS A TRAVÉS DE TRANSFERENCIA DE EMBRIONES PRODUCIDOS <i>IN VITRO</i> .....	31
ÍNDICE GANADERO DE SEGURIDAD CLIMÁTICA Y TASA DE GESTACIÓN POR TRANSFERENCIA EMBRIONARIA EN ÉPOCA DE <i>CONFORT</i> TÉRMICO .....	34
<b>SALUD ANIMAL</b> .....	<b>37</b>
FRECUENCIA DE PATÓGENOS CAUSALES DE DIARREA NEONATAL BOVINA EN UNIDADES DE PRODUCCIÓN PECUARIA DEL ESTADO DE VERACRUZ.....	37
SEROLOGÍA DE <i>Neospora caninum</i> EN EL SISTEMA BÚFALO/BOVINO DEL CENTRO DE VERACRUZ, MÉXICO. ....	39
FRECUENCIA DE PATÓGENOS CAUSALES DE DIARREA NEONATAL BOVINA EN BECEROS LACTANTES DE RANCHOS GANADEROS DEL CENTRO-SUR DE VERACRUZ.....	43

PRESENCIA DE Babesia SPP EN OVINOS EN PASTOREO EN LA ZONA NORTE DEL ESTADO DE VERACRUZ.....	46
ANÁLISIS DE FRECUENCIA DE ANTICUERPOS ANTI-LEPTOSPIRA EN HATOS DE BOVINOS DEL ESTADO DE VERACRUZ.....	49

## BIENESTAR ANIMAL

### EVALUACIÓN DE LA CONDUCTA EN TRES ÉPOCAS DEL AÑO EN BOVINOS BAJO CONDICIONES DE ENGORDA INTENSIVA.

#### BEHAVIOR EVALUATION OF CATTLE UNDER INTENSIVE FATTENING CONDITIONS DURING THREE SEASONS OF THE YEAR

Hernández ZAZ\*, Hernández CBC y Carrasco GAA.

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana.

[behernandez@uv.mx](mailto:behernandez@uv.mx)

**Palabras Clave:** Unidad de Producción Intensiva, *WelfareQuality*®, Bovinos de carne, Ganado Cebú, Trópico húmedo

#### Introducción

La producción de carne de bovinos en nuestro país se afecta por factores como la agricultura, el clima y la modificación del ambiente natural, así como los métodos de manejo como es el caso de la engorda intensiva y pueden inducir cambios conductuales en los bovinos (Hernández et al., 2017). El manejo de los bovinos en los corrales de engorda, no siempre se realiza con estándares de Bienestar Animal (B.A.), lo que produce estrés en los animales, ya que la permanencia del ganado en el corral de engorda intensiva puede llegar a modificar la conducta característica de los bovinos en condiciones naturales y alterar su estado de confort en respuesta a agentes estresores (Ratnakaran *et al.*, 2017). La evaluación de indicadores de BA debe ser una medida rutinaria ya que indican el grado de estrés desarrollado por los animales (Grandin 1996). “WelfareQuality®” ha desarrollado formas científicas y estandarizadas para medir el bienestar animal, basado en mediciones efectuadas en el animal que refleja el resultado de la interacción animal-ambiente y la relación humano animal (WQ® 2009, Botreau *et al.*; 2009. Hernández *et al.*, 2016). En ambientes de trópico húmedo y clima cálido, los bovinos intentan compensar las condiciones adversas, al cambiar su conducta y en cierta medida su respuesta fisiológica (Mader *et al.*, 2001). Por tal razón, es importante conocer los cambios conductuales que se presentan en los bovinos en unidades de producción intensiva en el trópico húmedo de México alojado en condiciones intensivas de producción ya que bajo estas condiciones se han realizado pocos trabajos.

#### Objetivos

Analizar la conducta agonística y afiliativa de bovinos al inicio, a la mitad y al final de una engorda intensiva en 3 épocas del año en una UPA.

#### Material y Métodos

El trabajo se realizó en una UPA ubicada en el municipio de Alvarado, Veracruz, México, en la carretera Costera del Golfo KM 76, ubicada a 18° 40' 12.7" Norte, 95° 33' 1.63" Oeste y a 23 MSNM, la cual cuenta con un clima cálido-húmedo con una temperatura promedio de 26.92°C y una humedad relativa de 79.39 g/m<sup>3</sup>. La UPA cuenta con aproximadamente 25 mil cabezas de ganado por ciclo promedio, de las razas Cebú (*Bos Indicus*) y sus cruza. Se realizaron 3 observaciones de cada corral (al inicio a la mitad y al final de la engorda) en 180 animales divididos en 6 corrales por época del año: 1, noviembre a mayo, 2, febrero

a junio y 3, abril a agosto con rangos de peso de 271-320, 321-370 y >371. Para la evaluación de la conducta se utilizó el protocolo “WelfareQuality®” (WQ). La observación se realizó durante 120 minutos registrándose el número de veces que realizan cierta conducta ya sea, conducta agonística (cabezazos, desplazamientos, peleas, ahuyentar con contacto, ahuyentar para levantar a otro), o conducta filial (lengüeteo social y cabezazos amistosos). La evaluación se llevó a cabo desde un punto elevado del corral, para no interferir en el comportamiento. Los resultados fueron analizados mediante el programa Statistica V. 12 para la obtención de las Medias y Desviación Estándar y se utilizó un análisis general lineal mediante la prueba de Tuckey para comparar las medias individuales provenientes del análisis varianza con un valor de ( $P < 0.05$ ).

### Resultados y Discusión.

Los resultados del análisis lineal general mostraron que existen diferencias estadísticas entre las épocas del año y el monitoreo para las conductas agonísticas y afiliativas. La prueba de Tukey mostró que existieron diferencias en el monitoreo al inicio de la engorda ( $p < 0.05$ ) lo que indica que al menos una de las  $M \pm DS$  es diferente de las otras. En la conducta desplazamientos se encontró diferencia entre el monitoreo 1 ( $M \pm DS 36.84 \pm 23.32$ , al inicio) y 2 ( $M \pm DS 18.39 \pm 14.22$ , a la mitad de la engorda), siendo mayor la media para el monitoreo 1 cuando los animales recién llegan a la engorda y se encuentran estresados, para la conducta Montas se encontraron diferencias entre los monitoreos 1 ( $M \pm DS 18.83 \pm 12.50$  al inicio) y 2 ( $M \pm DS 9.33 \pm 15.04$  a la mitad) siendo mayor la media para el monitoreo 1 con el 3 ( $M \pm DS 6.67 \pm 7.84$ , final de la engorda) y para la conducta Cabezazos amistosos se encontraron diferencias entre el monitoreo 1 ( $M \pm DS 7.16 \pm 6.74$  al inicio) y 2 ( $M \pm DS 16.44 \pm 13.81$  a la mitad de la engorda) siendo mayor en el monitoreo 2, cuando los animales ya se conocen ( $P < 0.05$ ), Cuadro 1.

CONDUCTA	MONITOREO ENGORDA					
	1 Inicio		2 Mitad		3 final	
	Media	$\pm$ ED	Media	$\pm$ ED	Media	$\pm$ ED
Desplazamiento	36.84	$\pm 23.32^a$	18.39	$\pm 14.22^b$	2.98	$\pm 20.28^b$
Montas	18.83	$\pm 12.50^a$	9.33	$\pm 15.04^{ab}$	6.67	$\pm 7.84^b$
Cabezazo Amistoso	7.16	$\pm 6.74^a$	16.44	$\pm 13.81^{ab}$	20.61	$\pm 21.19^b$

Literales diferentes en fila indican diferencia estadística ( $P < 0.05$ )

Los resultados de conducta en los monitoreos concuerdan con lo reportado por Torres (2010), quien al analizar la conducta en una engorda intensiva encontró un aumento en la frecuencia de conductas agonísticas (cabezazos, desplazamientos, ahuyentar con contacto físico) debido a que los animales no se encontraban en confort y difiere de lo encontrado por Villarreal (2014), quien en relación a la conducta social por corral no encontró diferencias pero menciona que cuando el ganado está adaptado al manejo los comportamientos agonísticos están muy por debajo del rango esperado. Los resultados aquí encontrados muestran una media mayor de desplazamientos y montas en el monitoreo 1, lo que podría indicar que los animales en ese momento están recién llegados, estresados, no se conocen y están estableciendo jerarquía. Con respecto al cabezazo amistoso, la media fue mayor para el tercer monitoreo, etapa en que los animales ya están más tranquilos y llevan tiempo conviviendo y estableciendo su espacio vital.

En cuanto a la Conducta-época del año, se encontraron diferencias estadísticas en la conducta cabezazos en la tercera época del año ( $M \pm DS 14.4 \pm 7.76$ ) ya que la media fue menor que con respecto a las épocas 1 y 2. La media mayor se encontró en la etapa que

abarca los últimos meses del año cuando se presentan nortes y lluvias que pueden generar una conducta estresante en los animales debido al clima. En cuanto a montas la época 1 fue diferente ( $M \pm DS$  20.83  $\pm$  17.32) con una media mayor que la 2 ( $M \pm DS$  9.22  $\pm$  9.37 y 3 ( $M \pm DS$  4.78  $\pm$  6.58). Esto coincide con lo mencionado por Zasueta, 2018, quien informa que la disminución del espacio y la alta densidad en los corrales, así como las condiciones climáticas como calor viento frío y humedad pueden provocar estrés que afecta la capacidad de realizar algunas conductas naturales aumentando la incidencia de otros comportamientos como agresiones y montas repetidas de uno o varios animales a otros animales, debido a una actitud inactiva por falta de estímulo ambiental. En cuanto a cabezazos amistosos, las medias fueron diferentes para la época 2 ( $M \pm DS$  17.44  $\pm$  20.82) y la época 3 ( $M \pm DS$  7.22  $\pm$  6.66) siendo la media menor para la 3ª época del año, Cuadro 2).

Cuadro 2. Resultados Conducta Época del año

CONDUCTA	ÉPOCA DEL AÑO								
	1 noviembre a abril agosto			2 febrero-junio			3 abril a agosto		
	Media	$\pm$	SD	Media	$\pm$	SD	Media	$\pm$	SD
Cabezazos	36.06	$\pm$	20.9 <sup>a</sup>	31.38	$\pm$	22.30 <sup>a</sup>	14.4	$\pm$	7.76 <sup>b</sup>
Montas	20.83	$\pm$	17.32 <sup>a</sup>	9.22	$\pm$	9.37 <sup>b</sup>	4.78	$\pm$	6.58 <sup>b</sup>
Cabezazo Amistoso	17.44	$\pm$	14.68 <sup>a</sup>	17.44	$\pm$	20.82 <sup>ab</sup>	7.22	$\pm$	6.66 <sup>ab</sup>

Literales diferentes en fila indican diferencia estadística ( $P < 0.05$ )

El papel de la conducta en el bienestar animal ha sido controvertido ya que se sabe que el no poder realizar un comportamiento natural debido a los sistemas de confinamiento y las prácticas de manejo del ganado bovino como falta de sombra, corrales reducidos, falta de limpieza produce estrés que puede reflejarse en alteraciones en el comportamiento. Desafortunadamente los estudios analizados solo miden la conducta durante un punto en el tiempo y no en las 3 etapas de la engorda como se realiza en este trabajo. Un aumento en las conductas agonísticas sugiere falta de bienestar.

### Conclusiones e Implicaciones

La ausencia de BA afecta negativamente la conducta de un animal lo que puede tener consecuencias sobre su productividad.

### Bibliografía.

- Barahona, N (2009) Aplicabilidad del protocolo welfare quality® de medición de bienestar animal en sistemas de engordas a corral de ganado bovino nacional. Memoria para optar al Título Profesional de Médico Veterinario. Universidad de Chile. Facultad de ciencias veterinarias y pecuarias. Escuela de ciencias veterinarias. Pp 15
- Botreau, R.; Veisser, I. & Pern, P. (2009). Overall assessment of animal welfare: Strategy adopted in Welfare Quality®. *Anim. Welfare*, 18 (4): 363-370
- Grandin, T. (1996). Handling and processing of feedlot cattle. In: R.C. Albin and G.B. Thompson (Editors). *Cattle Feeding: A Guide to Management*, 2nd Edition, Trafton Printing, Amarillo, TX, Pp. 49-61.
- Hernández Cruz, B, C., Carrasco García, A.A. López de Buen, L., Ahuja Aguirre C., Castillo Tlapa, R., Montiel Palacios, F., Canseco Sedano, R. 2016. Indicadores de salud para evaluar Bienestar Animal en bovinos de engorda en trópico húmedo . XXIX Reunión Científica y Tecnológica Forestal y Agropecuaria.

Hernández Cruz, B., Carrasco García, A., Velázquez Sarmiento, F. 2017. Importancia de la evaluación integral del bienestar animal en unidades de producción intensiva de bovinos de carne., II Congreso AMVZEBV.

Mader, T. L, Hungerford, L. L, Nienaber, J. A, Buhman, M, J, Davis, M.S, Hahn, G. L, Cerkoney, W. M, Holt, S. M, 2001. Heat stress mortality in Midwest feedlots. Journal of Animal Science. 79 (Suppl 2): 2.

Torres Ramirez. L.A. 2010. Relación ambiente-animal mediante indicadores de Bienestar Animal en ganado bovino de engorda. Trabajo recepcional en la modalidad de Tesis como requisito para obtener el título de Médico Veterinario Zootecnista. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Veracruzana. Pp 19-22

Ratnakaran A. P., Sejian, V., Sanjo, J., Vaswani, S., Bagath, M., Krishnan, G., Beene, V., Devi, I., Varma, G., Bhatta, R. 2017. Behavioral responses to livestock adaptation to heat stress challenges. Asian Journal of Animal Sciences.11:1-13.ISSN-1819-1878. <http://dx.doi.org/10.3923/ajas.2021>

Villarreal Vargas, L. 2014: Evaluación de los procesos de manejo mediante indicadores de Bienestar Animal en una Unidad de Producción Intensiva de Bovinos de Carne en el Trópico Húmedo. Trabajo recepcional en la modalidad de Tesis como requisito para obtener el título de Médico Veterinario Zootecnista. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Veracruzana. pp. 26-33.

Zazueta, A. 2018. Tesis para obtener el grado de Maestra en Ciencias Agropecuarias. Colegio de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma de Sinaloa. Pp20.

## MEJORAMIENTO GENETICO

### AJUSTE DE MODELOS CON DIFERENTES ESTRUCTURAS DE COVARIANZA PARA CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS EN UN DIALELO CON SUIZO PARDO-HOLSTEIN EN CLIMA SUBTROPICAL

#### MODEL FITTING WITH DIFFERENT COVARIANCE STRUCTURES FOR REPRODUCTIVE TRAITS IN A HOLSTEIN-BROWN SWISS DIALEL IN SUBTROPICAL CLIMATE

García-Bravo LA\*<sup>1</sup>, Calderón-Robles RC<sup>2</sup>, Ríos-Utrera A<sup>2</sup>, Montaño-Bermúdez M<sup>2</sup>, Martínez-Velázquez G<sup>2</sup>, Calderón-Chagoya R<sup>2</sup>, Villagómez-Cortes JA <sup>1</sup>, Zárate MJP<sup>1</sup>, Vega-Murillo VE<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidad Veracruzana. <sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)

[vvega@uv.mx](mailto:vvega@uv.mx)

**Palabras clave:** Estructuras de (co)varianza, características reproductivas, Holstein y Suizo Pardo.

#### Introducción

Muchos procesos biológicos en animales requieren medirse varias veces a través del tiempo sobre el mismo individuo; estas mediciones repetidas hacen que se pierda el supuesto de independencia y homogeneidad de la varianza de los errores. Los modelos lineales mixtos han funcionado adecuadamente como herramienta para analizar este tipo de información, ya que permiten acomodar los efectos fijos de tratamiento, tiempo y el efecto aleatorio del sujeto (Cnaan *et al.*, 1997). Además, estos modelos permiten indicar el tipo de estructura de covarianza de los errores que consideran las correlaciones y la presencia de varianzas heterogéneas. Aunado a esto, los criterios de información de Akaike (AIC), de Akaike de segundo orden (AICC) y el bayesiano de Schwarz (BIC) son índices de bondad relativa de la información y permiten comparar y elegir el mejor modelo con los mismos efectos fijos pero diferentes estructuras de (co)varianza (Bernal y Rozo, 2017). El objetivo del estudio fue determinar la estructura de covarianza que mejor ajusta al modelo para el análisis de días a primer calor, días a primer servicio, días abiertos, servicios por concepción, intervalo entre partos y duración de la gestación de vacas Holstein, Suizo Pardo, Holstein x Suizo Pardo y Suizo Pardo x Holstein, ubicadas en clima subtropical húmedo.

#### Materiales y Métodos

Lugar de estudio. Se realizó en el S.E. Las Margaritas, perteneciente al INIFAP, ubicado en el municipio de Hueytamalco, en la sierra nororiental del estado de Puebla, México, a 500 msnm y con clima subtropical húmedo semicálido. Animales. Se utilizó la información productiva y genealógica de un total de 491 animales de las razas Holstein (n=128), Suizo Pardo (n=169), ½ Holstein x ½ Suizo Pardo (n=91) y ½ Suizo Pardo x ½ Holstein (n=103), apareadas con 44 sementales Holstein y 41 sementales Suizo Pardo, y 49 hembras Holstein y 73 hembras Suizo Pardo. Los 491 animales evaluados nacieron de 1997 a 2006 y parieron de 1999 a 2012. Manejo reproductivo. El manejo reproductivo se inició en

hembras con peso >350 kg. Doce horas posteriores a la detección de celo se inseminaron convencionalmente. El diagnóstico de gestación se realizó 45 d postinseminación. Alimentación. Las vacas se mantuvieron en pastoreo rotacional en potreros con zacate estrella de África (*Cynodon plectostachyus*), con una carga animal de 2.5 UA/Ha. Las vacas recibieron de 20 a 30 kg/animal/día de caña japonesa (*Saccharum sinense*) durante la temporada seca, las vacas en lactancia recibieron durante el ordeño 3.5 kg de un concentrado comercial (16% de proteína cruda y 70% de total de nutrientes digestibles) al día, mientras que las vacas secas recibieron 2 kg del mismo tipo de alimento al día. Variables analizadas. Las variables analizadas fueron: 1) días a primer calor (DPC), periodo en días que transcurren desde el último parto hasta el primer estro manifiesto; 2) días a primer servicio (DPS), periodo en días que transcurren del último parto al primer servicio de inseminación artificial o monta natural; 3) días abiertos (DA), periodo en días que transcurren del último parto al momento de la siguiente concepción; 4) servicios por concepción (SPC), número de servicios con inseminación o monta hasta quedar gestante; 5) intervalo entre partos (IEP), tiempo transcurrido entre dos partos consecutivos, y 6) duración de la gestación (DG), periodo que transcurre entre la concepción y el siguiente parto.

**Análisis estadísticos.** Todas las variables se analizaron con el procedimiento MIXED de SAS (2011), con un modelo preliminar de mediciones repetidas que incluyó el grupo genético de la vaca, año de parto, época de parto, número de parto y las interacciones de dos factores entre estos efectos como efectos fijos, más padre de la vaca anidado en grupo genético del padre como efectos aleatorios. Los análisis preliminares se realizaron aplicando diferentes estructuras de covarianzas: simple (sin estructura), simetría compuesta, autorregresiva de primer orden, Toeplitz, componente de varianza, autorregresiva de primer orden heterogénea, simetría compuesta heterogénea, Toeplitz heterogénea. Para obtener los modelos definitivos, se eliminaron las interacciones y los efectos aleatorios que no fueron significativos ( $P>0.05$ ) en los análisis preliminares y se seleccionó la estructura de covarianzas que causó el mejor ajuste en el modelo. La selección de la mejor estructura de covarianzas se basó en los criterios de información de ajuste de Akaike (AIC), de segundo orden (AICC) y bayesiano de Schwarz (BIC).

Cuadro 1. Estadísticas descriptivas de las variables estudiadas.

Variable	N	Media	DE	Mínimo	Máximo
Días a primer calor	468	94.02	53.39	10	264
Días a primer servicio	468	94.88	52.68	23	264
Días abiertos	456	125.47	59.65	26	281
Servicios por concepción	470	1.70	1.00	1	6
Intervalo entre partos	491	411.64	60.48	309	549
Duración de la gestación	436	283.88	7.28	257	334

N= número de observaciones; DE= desviación estándar; Mínimo= valor mínimo; Máximo= valor máximo.

## Resultados y Discusión

Los valores de los criterios de información de ajuste de AIC, AICC y BIC se presentan en el Cuadro 2. Los modelos que incluyeron las estructuras de covarianza simple (sin estructura), simetría compuesta heterogénea y Toeplitz heterogénea no fueron estimables para ninguna de las características.

Cuadro 2. Criterio de información de ajuste de Akaike (AIC), de segundo orden (AICC) y Bayesiano de Schwarz (BIC) de cada estructura de covarianza para DPC, DPS, DA, SPC, IEP y DG.

Variable/Estructura de covarianzas	Criterio de información		
	AIC	AICC	BIC
<b>Días a primer calor</b>			
Simetría compuesta	4813.0	4813.1	4820.6
Autorregresiva de primer orden	4813.0	4813.1	4820.6
Toeplitz	4818.2	4818.7	4843.6
Componentes de varianza	<b>4812.9</b>	<b>4812.9</b>	<b>4818.0</b>
<b>Días a primer servicio</b>			
Simetría compuesta	<b>4801.9</b>	<b>4801.9</b>	<b>4809.5</b>
Autorregresiva de primer orden	4803.1	4803.1	4810.7
Toeplitz	4807.9	4808.4	4833.3
Componentes de varianza	4804.2	4804.2	4809.3
<b>Días abiertos</b>			
Autorregresiva de primer orden	4784.7	4784.7	4792.3
Componentes de varianza	<b>4783.7</b>	<b>4783.7</b>	<b>4788.7</b>
<b>Servicios por concepción</b>			
Simetría compuesta	<b>1318.5</b>	<b>1318.6</b>	<b>1326.2</b>
Autorregresiva de primer orden	1327.5	1327.5	1335.1
Componentes de varianza	1326.1	1326.1	1331.2
Autorregresiva de primer orden heterogénea	1326.1	1326.7	1354.1
<b>Intervalo entre partos</b>			
Simetría compuesta	5209.9	5209.9	5217.5
Autorregresiva de primer orden	5209.5	5209.6	5217.2
Componentes de varianza	<b>5207.9</b>	<b>5207.9</b>	<b>5213.0</b>
<b>Duración de la gestación</b>			
Simetría compuesta	2773.6	2773.6	2781.2
Autorregresiva de primer orden	<b>2771.2</b>	<b>2771.2</b>	<b>2778.8</b>
Componentes de varianza	2776.4	2776.4	2781.5

La estructura de covarianza autorregresiva de primer orden y los componentes de varianza pudieron ser estimados en los modelos para todas las características estudiadas. Por otro lado, la estructura de simetría compuesta no fue estimable para DA, contrariamente, la estructura autorregresiva de primer orden heterogénea solo fue estimable para SPC.

Littell *et al.* (2000) mencionan que los modelos con valores de AIC o BIC menores indican un mejor ajuste, pero es importante conocer que el criterio BIC penaliza en mayor medida a los modelos por el número de parámetros estimados que el AIC. Por esta razón discrepan al indicar cual es el mejor modelo. Si generan resultados contradictorios, entonces el modelo más simple es probablemente mejor. Contradictoriamente, seleccionar una estructura demasiado simple aumenta la tasa de error tipo I de los efectos fijos y la selección de una estructura demasiado compleja sacrifica la potencia y la eficiencia. Algo importante a considerar es que el programa SAS utiliza "componentes de varianza" como estructura predeterminada. En el caso de analizar características como días a primer calor, intervalo entre partos o días abiertos no hubiera existido algún problema ya que esta estructura de covarianza se ajustó adecuadamente al modelo, pero en el caso de días a primer servicio, servicio por concepción o duración de la gestación el panorama hubiera sido diferente, ya que erróneamente se hubiera aumentado el número de rechazos de la

hipótesis nula (error tipo I), sesgos en los niveles de significancia de la prueba F y en los estimadores de los efectos fijos (Pérez *et al.*, 2006). Existen más estructuras de covarianza que las que se enumeran en este resumen, por lo tanto, no es factible tratar de ajustarlas, compararlas y seleccionar la que mejor se ajuste, en cambio es preferible hacer uso de su comprensión de las estructuras de diseño y tratamientos, de esta manera se tendrá una mejor idea de la estructura candidata. Es importante tener en cuenta que una selección errónea de la estructura de covarianza puede provocar que las inferencias relativas a los efectos fijos del diseño tiendan a desviarse más de su nivel de significancia nominal que cuando la matriz de dispersión es especificada adecuadamente (Vallejo y Lozano, 2006).

### **Conclusión**

La especificación adecuada de la estructura óptima de covarianzas para las variables en estudio, con los criterios de información de ajuste utilizados, lograron producir un mejor ajuste del modelo.

### **Reconocimiento**

Los autores agradecen al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias por la información proporcionada para la realización del presente trabajo.

### **Literatura Citada**

- Bernal PAM, Roza FJA. 2017. Ventajas y desventajas del análisis de un diseño de medidas repetidas mediante análisis de varianza univariado, multivariado y modelos lineales mixtos. Tesis profesional. Universidad del Tolima [http://repository.ut.edu.co/handle/001/2706].
- Cnaan A, Laird NM, Slasor P. 1997. Using the general linear mixed model to analyze unbalanced repeated measures and longitudinal data. *Statistics in Medicine*. 16(20):2349-2380.
- Littell CR, Pendergast J, Natarajan R. 2000. Modelling covariance structure in the analysis of repeated measures data. *Statistics in Medicine*. 19(13):1793-1819.
- Vallejo G, Lozano ML. 2006. Modelos de análisis para los diseños multivariados de medidas repetidas. *Psicothema*. 18(2):293-299.
- Pérez SER, Gutiérrez VE, Herrera-Camacho J, Segura CJC. 2006. Elección del mejor modelo para el análisis de experimentos con medidas repetidas en tiempo; hormonas en cerdas durante la lactancia. *Livestock Research for Rural Development*. 18:29.
- SAS Institute Inc. 2011. SAS/STAT® 9.3 User's guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.

## COMPARACIÓN DE MODELOS PARA LA EVALUACIÓN GENÉTICA DE CARACTERÍSTICAS DE CRECIMIENTO EN UNA POBLACIÓN DE MULTIRRACIAL GANADO DE CARNE EN EL SUBTRÓPICO DE MÉXICO.

MODEL COMPARISONS FOR GENETIC EVALUATION OF GROWTH TRAITS IN A MULTIBREED BEEF CATTLE POPULATION UNDER SUBTROPICAL CONDITIONS

García-Mateos VX<sup>1</sup>, Carrillo-Ceballos JM<sup>2</sup>, García-Bravo LA<sup>2</sup>, Upalía-Orozco R<sup>2</sup>, Girón-Ruiz Y<sup>3</sup>, Straffon-Sánchez AP<sup>1</sup>, Hernández-Zamudio JA<sup>2</sup>, Ríos-Utrera A<sup>3</sup>, Martínez-Velázquez G<sup>3</sup>, Montaña-Bermúdez M<sup>3</sup>, Vega-Murillo VE<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Universidad Nacional Autónoma de México; <sup>2</sup>Universidad Veracruzana; <sup>3</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

[vvega@uv.mx](mailto:vvega@uv.mx)

**Palabras clave:** Comparación de modelos, crecimiento, cruzamientos.

### Introducción

La magnitud de los estimadores de parámetros genéticos para características de crecimiento en bovinos productores de carne puede variar dependiendo del grupo racial y de los efectos genéticos incluidos en el modelo (Meyer, 1992); diferentes factores (efectos fijos o genéticos) que se agregan al modelo estadístico para estimar los componentes de varianzas y parámetros genéticos generan resultados muy variables (Ríos-Utrera, 2008), por lo tanto, el paso inicial de cualquier evaluación genética es seleccionar el modelo adecuado que incluya los efectos que mejor ajusten para evaluar la característica de interés.

### Objetivos

Identificar el modelo más adecuado para estimar los componentes de (co)varianza y parámetros genéticos para características de crecimiento en una población multirracial de ganado para la producción de carne en el subtrópico de México.

### Materiales y Métodos

Se utilizó la información genealógica y fenotípica de peso al nacimiento (PN; n=846), peso ajustado a 205 días (PD; n=789) y peso ajustado a 365 días (PA; n=681), de 846 crías puras Brahman (n = 13) y cruzadas  $\frac{1}{4}$  Angus (n=115),  $\frac{1}{4}$  Hereford (n=176),  $\frac{1}{4}$  Charoláis (n=144),  $\frac{1}{4}$  Braunvieh (n=87),  $\frac{3}{4}$  Angus (n=88),  $\frac{3}{4}$  Hereford(n=129),  $\frac{3}{4}$  Charoláis (n=50) y  $\frac{3}{4}$  Braunvieh (n=44) nacidas en el C.E. Las Margaritas del INIFAP de 1983 a 1999 en clima subtropical húmedo Af(c).

**Modelos:** Cada característica de crecimiento fue analizada con seis diferentes modelos animal univariados, como los descritos por Meyer, 1992. El Modelo 1 incluyó el efecto genético aditivo directo. El Modelo 2 consideró el ambiente permanente de la madre, incluyéndose como un efecto aleatorio adicional. El Modelo 3 incluyó el efecto genético aditivo directo y el efecto genético aditivo materno, asumiendo una covarianza igual a cero entre ellos. El Modelo 4 fue similar al Modelo 3, pero además incluyó el ambiente permanente de la madre. El Modelo 5 fue similar al Modelo 3, pero además incluyó la covarianza entre los efectos genéticos directo y materno. El Modelo 6 ajustó los tres efectos

aleatorios más la covarianza entre efectos directos y maternos. Los efectos fijos fueron: grupo contemporáneo (año-hato-estación), sexo y la edad de la madre lineal y cuadrática. Los modelos se representan como: Modelo 1:  $y = X\beta + Z_a a + e$ ; modelo 2:  $y = X\beta + Z_a a + Z_c c + e$ ; modelo 3:  $y = X\beta + Z_a a + Z_m m + e$ ,  $cov(a, m) = 0$ ; modelo 4:  $y = X\beta + Z_a a + Z_m m + Z_c c + e$   $cov(a, m) = 0$ ; modelo 5:  $y = X\beta + Z_a a + Z_m m + e$   $cov(a, m) = A\sigma_{am}$ ; modelo 6:  $y = X\beta + Z_a a + Z_m m + Z_c c + e$   $cov(a, m) = A\sigma_{am}$ . Donde  $y$ : vector de observaciones;  $\beta$ : vector de efectos fijos con una matriz de incidencia  $X$ ;  $a \sim N(0, A\sigma_a^2)$  y  $m \sim N(0, A\sigma_m^2)$ : vectores de efectos genéticos aleatorios directos y maternos con matrices de incidencia  $Z_a$  y  $Z_m$ , respectivamente;  $pe \sim N(0, I_{pe} \sigma_{pe}^2)$ : vector de efectos maternos permanentes aleatorios con una matriz de incidencia  $Z_{pe}$  y  $e \sim N(0, I_n \sigma_e^2)$  es un vector de efectos aleatorios residuales;  $A$  matriz de relaciones entre todos los animales;  $\sigma_a^2$  es la varianza genética aditiva directa;  $\sigma_m^2$  es la varianza genética aditiva materna;  $\sigma_{am}^2$  es la covarianza entre los efectos directos y maternos;  $\sigma_{pe}^2$  es la varianza permanente materna y  $\sigma_e^2$  es la varianza residual. La superioridad de un modelo sobre otro en cada una de las características de crecimiento (PN, PD, PA), se determinó por medio de la prueba de razón de verosimilitudes ( $-2[\log \text{likelihood}]$ ) (Dobson, 1990) comparando la importancia de las varianzas y covarianzas (varianza genética materna, varianza ambiental permanente, covarianza directa-materna).

**Software.** Se realizaron análisis estadísticos univariados mediante el uso del programa MTDFREML (Boldman *et al.*, 1995), para estimar componentes de (co)varianza y parámetros genéticos, en donde el criterio de convergencia fue  $1 \times 10^{-7}$ .

**Comparación de modelos:** La superioridad de un modelo sobre otro en cada una de las características de crecimiento (PN, PD, PA), se determinó por medio de la prueba de razón de verosimilitudes ( $-2[\log \text{likelihood}]$ ) (Dobson, 1990) comparando la importancia de las varianzas y covarianzas (varianza genética materna, varianza ambiental permanente, covarianza directa-materna).

## Resultados y Discusión

Los valores estimados de los parámetros genéticos, varianzas y covarianzas para peso al nacimiento (PN), peso al destete ajustado a 205 días (PD) y peso al año ajustado a 365 días (PA) con seis diferentes modelos se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Estimadores de parámetros genéticos, varianzas y covarianzas para peso al nacimiento (PN), peso al destete ajustado a 205 días (PD) y peso al año ajustado a 365 días (PA) de una población multirracial de ganado de carne en México obtenidos con seis modelos diferentes.

	MODELO					
	1	2	3	4	5	6
PN, kg <sup>2</sup>						
$\sigma_a^2$	2.03	0.86	0.85	0.87	0.87	0.84
$\sigma_m^2$	-	-	0.59	0.43	0.81	0.66
$\sigma_{am}$	-	-	0.00	0.00	-0.22	-0.19
$\sigma_{pe}^2$	-	0.59	-	0.16	-	0.12
$\sigma_e^2$	5.29	5.79	5.80	5.77	5.78	5.77
$\sigma_p^2$	7.31	7.24	7.23	7.23	7.24	7.23
$h_a^2$	0.28 ± 0.08	0.12 ± 0.09				

MODELO						
	1	2	3	4	5	6
$h^2_m$	-	-	0.08 ± 0.04	0.06 ± 0.04	0.11 ± 0.04	0.09 ± 0.01
$r_{am}$	-	-	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	-0.26 ±0.06	-0.26 ± 0.09
- 2[log(L) ]	2509.994	2506.823	2506.823	2506.823	2506.823	2506.823
PD, kg2						
$\sigma^2_a$	445.85	81.56	81.48	81.75	82.10	82.84
$\sigma^2_m$	-	-	132.18	132.36	124.93	55.47
$\sigma_{am}$	-	-	0.00	0.00	7.14	41.76
$\sigma^2_{pe}$	-	132.34	-	0.18	-	35.13
$\sigma^2_e$	98.44	286.76	287.27	286.71	286.44	285.80
$\sigma^2_p$	544.30	500.66	500.93	501	500.60	500.98
$h^2_a$	0.82±0.09 0	0.16±0.10 6	0.16±0.10 6	0.16±0.10 6	0.16±0.10 6	0.17±0.10 6
$h^2_m$	-	-	0.26±0.05 2	0.26±0.01 6	0.25±0.05 2	0.11±0.00 7
$r_{am}$	-	-	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.07±0.02 1	0.62±0.20 2
- 2[log(L) ]	5483.932	5468.796	5468.796	5468.796	5468.796	5468.796
PA, kg2						
$\sigma^2_a$	391.701	0.84	0.19	0.31	40.21	75.75
$\sigma^2_m$	-	-	173.97	172.33	109.34	85.61
$\sigma_{am}$	-	-	0.00	0.00	56.50	78.95
$\sigma^2_{pe}$	-	173.72	-	2.44	-	0.43
$\sigma^2_e$	447.3604	631.55	630.08	630.77	614.15	581.51
$\sigma^2_p$	839.0614	806.11	804.25	805.85	820.21	822.14
$h^2_a$	0.47±0.10 6	0.00±0.05 9	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.059	0.05 ± 0.087	0.09 ± 0.106
$h^2_m$	-	-	0.22 ± 0.046	0.21 ± 0.013	0.13 ± 0.051	0.10 ± 0.006
$r_{am}$	-	-	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.85 ± 0.707	0.98 ± 0.595
- 2[log(L) ]	5121.452	5104.779	5104.778	5104.778	5105.313	5106.162

$\sigma^2_a$  =varianza genética aditiva directa;  $\sigma^2_m$  =varianza genética aditiva materna;  $\sigma_{am}$  =covarianza entre efectos genéticos aditivos directos y maternos;  $\sigma^2_{pe}$  =varianza ambiental permanente materna;  $\sigma^2_e$  =varianza residual;  $\sigma^2_p$  =varianza fenotípica; -2log(L) =la varianza de menos dos veces el logaritmo de la probabilidad;  $h^2_a$  =heredabilidad directa;  $h^2_m$  =heredabilidad materna;  $r_{am}$  =correlación genética entre efectos directos y maternos.

Las estimaciones de las varianzas aditivas directas y la heredabilidad directa fueron mayores en el modelo más simple (M1). Las varianzas aditivas directas y la heredabilidad

directa disminuyeron sustancialmente al añadir los efectos genéticos maternos, fenotípicos y ambientales, la heredabilidad materna para M3, M4, M5 y M6, para PN, PD y PA variaron. Sólo M1, presentó diferencias con el resto de los modelos al agregar las (co)varianzas genéticas maternas, fenotípicas y ambiental, así como en la heredabilidad aditiva, que permanecieron constantes en los demás modelos. En el Cuadro 2, se encuentra los resultados de las comparaciones de los modelos mediante la prueba de razón de verosimilitudes, las comparaciones del M2 vs M 1 y M3 vs M1, fueron significativas para PN ( $P < 0.1$ ), para PD y PA ( $P < 0.05$ ).

Cuadro 2. Estadísticas de prueba de razón de verosimilitud para efectos ambientales maternos permanentes ( $\sigma^2_{pe}$ ), efectos genéticos maternos ( $\sigma^2_m$ ) y covarianza genética materna-directa ( $\sigma_{am}$ ) para el peso al nacimiento (PN), peso al destete (PD) y peso al año (PA) de una población multirracial de ganado de carne en México obtenidos con seis modelos diferentes

Comparación de modelos	Características de crecimiento			Prueba de hipótesis
	PN	PD	PA	
Modelo 2 vs Modelo 1	0.075	0.0001	0.00004	$S^2_{pe=0}$
Modelo 3 vs Modelo 1	0.075	0.0001	0.00004	$S^2_{m=0}$
Modelo 4 vs Modelo 2	0.992	0.9822	0.98766	$S^2_{m\neq 0}$
Modelo 4 vs Modelo 3	0.988	0.9825	0.99316	$S^2_{pe\neq 0}$
Modelo 5 vs Modelo 3	0.998	0.9909	0.46457	$S_{am\neq 0}$
Modelo 6 vs Modelo 4	0.990	0.9986	0.23956	$S_{am\neq 0}$
Modelo 6 vs Modelo 5	0.984	0.9850	0.35701	$S^2_{pe\neq 0}$

### Conclusiones e Implicaciones

En general, las estimaciones de heredabilidad directa fueron altas para PD y PA y las maternas para PN, PD y PA fueron bajas, lo que sugiere que el progreso genético esperado para la selección de un solo rasgo no sería alto en todas las características, principalmente para el peso al nacimiento. Cuando no se incluyeron los efectos maternos en el modelo animal, las estimaciones de la heredabilidad directa se sobreestimaron para PD y PA, y en consecuencia las diferencias esperadas en la progenie estarán sesgadas, afectando a la eficiencia de la selección. Los efectos maternos, tanto genéticos como ambientales permanentes, no fueron importantes para el peso al año, indicando la ausencia de efectos de arrastre después del destete. Por lo tanto, un modelo animal simple, que incluya sólo los efectos genéticos aditivos directos del animal como efecto aleatorio, además del residual, es apropiado para analizar datos de PA.

### Referencias

- Boldman, K.G., Kriese, L.A., Van Vleck, L.D., Van Tassell, C.P., Kachman, S.D. 1995. A manual for use of MTDFREML. A set of programs to obtain estimates of variances and covariances (DRAFT). USDA, ARS, Washington, DC. 114 p.
- Dobson, A.J. 1990. An introduction to Generalized Linear Models. Chapman and Hall, New York. p. 57.
- Meyer, K. 1992. Variance components due to direct and maternal effects for growth traits of Australian beef cattle. *Livestock Production Science*. 31: 179-204.
- Ríos-Utrera, A. 2008. Estimadores de parámetros genéticos para características de crecimiento predestete de bovinos. *Revisión. Técnica Pecuaria en México*. 46: 37-67.

## COMPARACIÓN DE MODELOS PARA LA EVALUACIÓN GENÉTICA DE CARACTERÍSTICAS DE CRECIMIENTO EN GANADO SANTA GERTRUDIS DE REGISTRO EN MÉXICO

### COMPARISON OF MODELS FOR THE GENETIC EVALUATION OF GROWTH TRAITS IN SANTA GERTRUDIS CATTLE IN MEXICO

Straffon-Sánchez AP<sup>1</sup>, Girón-Ruiz Y<sup>2</sup>, Upalía-Orozco R<sup>3</sup>, García-Mateos VX<sup>1</sup>, Carrillo-Ceballos JM<sup>3</sup>, García-Bravo LA<sup>3</sup>, Hernández-Zamudio JA<sup>3</sup>, Martínez-Velázquez G<sup>2</sup>, Ríos-Utrera A<sup>2</sup>, Montaña-Bermúdez M<sup>2</sup>, Vega-Murillo VE<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>FMVZ-UNAM, <sup>2</sup>INIFAP, <sup>3</sup>FMVZ-UV  
[vvega@uv.mx](mailto:vvega@uv.mx)

**Palabras clave:** Bovinos de carne, Santa Gertrudis, componentes de (co)varianza, parámetros genéticos.

#### **Introducción.**

Dado a que las características de crecimiento en el ganado bovino para carne juegan un papel importante en la rentabilidad de las unidades de producción. Se han realizado estimaciones de parámetros genéticos y fenotípicos en las diferentes razas que componen el sistema de producción bovinos carne en México (Chin-Colli et al., 2016). Sin embargo, la magnitud de los estimadores de parámetros genéticos para características de crecimiento en bovinos productores de carne puede variar dependiendo del grupo racial y de los efectos genéticos incluidos en el modelo estadístico (Meyer, 1992). Por ejemplo, se ha encontrado que los efectos maternos influyen sobre características de crecimiento predestete. Por lo tanto, antes de realizar la evaluación genética de cualquier característica económicamente importante, se debe seleccionar el modelo más apropiado para poder desarrollar programas de mejoramiento genético efectivos y estimar valores genéticos exactos.

#### **Objetivo.**

Comparar la influencia del efecto materno en la estimación de los componentes de (co)varianza e identificar el modelo más adecuado para la evaluación genética de características de crecimiento en ganado Santa Gertrudis en México.

#### **Materiales y Métodos.**

Se utilizaron los registros genealógicos y productivos de la Asociación Mexicana de Criadores de Ganado Santa Gertrudis, A.C., 8,488 registros de peso al nacimiento (PN), 3,541 de peso al destete (PD) y 1,117 de peso al año (PA). PD y PA se ajustaron a 205 y 365 días de edad, respectivamente. Se realizaron análisis estadísticos univariados mediante el uso del programa MTDFREML (Boldman *et al.*, 1995), para estimar componentes de (co)varianza y parámetros genéticos, en donde el criterio de convergencia fue  $1 \times 10^{-7}$ . El Modelo 1 incluyó el efecto genético aditivo directo. El Modelo 2 consideró el ambiente permanente de la madre, incluyéndose como un efecto aleatorio adicional. El Modelo 3 incluyó el efecto genético aditivo directo y el efecto genético aditivo materno, asumiendo una covarianza igual a cero entre ellos. El Modelo 4 fue similar al Modelo 3, pero además incluyó el ambiente permanente de la madre. El Modelo 5 fue similar al Modelo 3, pero además incluyó la covarianza entre los efectos genéticos directo y materno. El Modelo 6 ajustó los tres efectos aleatorios más la covarianza entre efectos directos y

maternos. Los efectos fijos fueron: grupo contemporáneo (año-hato-estación), sexo y la edad de la madre lineal y cuadrática.

Los modelos se representan como: Modelo 1:  $y = X_{\beta} + Z_a a + e$ ; modelo 2:  $y = X_{\beta} + Z_a a + Z_c c + e$ ; modelo 3:  $y = X_{\beta} + Z_a a + Z_m m + e$ ,  $cov(a, m) = 0$ ; modelo 4:  $y = X_{\beta} + Z_a a + Z_m m + Z_c c + e$ ,  $cov(a, m) = 0$ ; modelo 5:  $y = X_{\beta} + Z_a a + Z_m m + e$ ,  $cov(a, m) = A\sigma_{am}$ ; modelo 6:  $y = X_{\beta} + Z_a a + Z_m m + Z_c c + e$ ,  $cov(a, m) = A\sigma_{am}$ . Donde  $y$ : vector de observaciones;  $\beta$ : vector de efectos fijos con una matriz de incidencia  $X$ ;  $a \sim N(0, A\sigma_a^2)$  y  $m \sim N(0, A\sigma_m^2)$ : vectores de efectos genéticos aleatorios directos y maternos con matrices de incidencia  $Z_a$  y  $Z_m$ , respectivamente;  $pe \sim N(0, I_{pe} \sigma_{pe}^2)$ : vector de efectos maternos permanentes aleatorios con una matriz de incidencia  $Z_{pe}$  y  $e \sim N(0, I_n \sigma_e^2)$  es un vector de efectos aleatorios residuales;  $A$  matriz de relaciones entre todos los animales;  $\sigma_a^2$  es la varianza genética aditiva directa;  $\sigma_m^2$  es la varianza genética aditiva materna;  $\sigma_{am}^2$  es la covarianza entre los efectos directos y maternos;  $\sigma_{pe}^2$  es la varianza permanente materna y  $\sigma_e^2$  es la varianza residual. La superioridad de un modelo sobre otro en cada una de las características de crecimiento (PN, PD, PA), se determinó por medio de la prueba de razón de verosimilitudes ( $-2[\log \text{likelihood}]$ ) (Dobson, 1990) comparando la importancia de las varianzas y covarianzas (varianza genética materna, varianza ambiental permanente, covarianza directa-materna).

### Resultados y Discusión.

Los valores estimados de los componentes de covarianza y parámetros genéticos para cada modelo se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Estimadores de parámetros genéticos, varianzas y covarianzas para peso al nacimiento (PN), peso al destete ajustado a 205 días (PD) y peso al año ajustado a 365 días (PA) en ganado Santa Gertrudis en México obtenidos con seis modelos diferentes.

MODELO						
	1	2	3	4	5	6
PN						
$\sigma_a^2$	0.11	0.10	0.09	0.09	0.10	0.10
$\sigma_m^2$	-	-	0.02	0.01	0.02	0.01
$\sigma_{am}$	-	-	0.00	0.00	-0.01	-0.01
$\sigma_{pe}^2$	-	0.03	-	0.01	-	0.02
$\sigma_e^2$	2.10	2.08	2.10	2.10	2.10	1.99
$\sigma_p^2$	2.21	2.21	2.21	2.21	2.21	2.11
$h_a^2$	0.05±0.01	0.05±0.02	0.04±0.01	0.04±0.02	0.04±0.02	0.04±0.02
$h_m^2$	-	-	0.01±0.01	0.00±0.01	0.01±0.01	0.04±0.02
$r_{am}$	-	-	0.00±0.00	0.00±0.00	-0.14±0.78	-0.18±0.98
$-2[\log(L)]$	15458.289 6	15457.427 6	15457.657 6	15457.657 4	15457.624 9	15468.544 4
PD						
$\sigma_a^2$	123.59	113.48	107.71	108.21	242.86	242.08
$\sigma_m^2$	-	-	27.38	20.53	135.40	135.26
$\sigma_{am}$	-	-	0.00	0.0	-151.42	-150.68
$\sigma_{pe}^2$	-	26.24	-	10.66	-	0.22
$\sigma_e^2$	405.53	388.66	3939.77	389.32	318.63	318.31
$\sigma_p^2$	529.13	528.39	528.87	528.72	545.48	545.19

MODELO						
	1	2	3	4	5	6
$h^2_a$	0.61±0.09	0.61±0.10	0.61±0.03	0.61±0.11	0.71±0.15	0.70±0.15
$h^2_m$	-	-	0.05±0.02	0.04±0.03	0.25±0.05	0.25±0.06
$r_{am}$	-	-	0.00±0.00	0.00±0.00	-0.83±0.33	-0.83±0.35
- 2[log(L)]	23998.821 3	23994.897 8	23993.662 4	23993.314 7	23955.267 9	23955.267 9
PA,						
$\sigma^2_a$	476.76	477.66	476.22	477.02	556.08	554.41
$\sigma^2_m$	-	-	.02	0.03	12.75	12.28
$\sigma_{am}$	-	-	0.00	0.00	-84.21	-82.42
$\sigma^2_{pe}$	-	0.18	-	0.27	-	0.6
$\sigma^2_e$	311	309.88	308.23	309.75	303.04	304.02
$\sigma^2_p$	787.76	787.72	784.47	787.07	787.66	788.89
$h^2_a$	0.61±0.09	0.61±0.10	0.61±0.03	0.61±0.11	0.71±0.15	0.70±0.15
$h^2_m$	-	-	0.00±0.11	0.00±0.13	0.02±0.12	0.02±0.17
$r_{am}$	-	-	0.00±0.00	0.00±0.00	-1.00±4.94	-1.00±6.62
- 2[log(L)]	8024.5662	8024.5663	8024.5660	8024.5704	8024.5551	8024.8177

$\sigma^2_a$  =varianza genética aditiva directa;  $\sigma^2_m$  =varianza genética aditiva materna;  $\sigma_{am}$  =covarianza entre efectos genéticos aditivos directos y maternos;  $\sigma^2_{pe}$  =varianza ambiental permanente materna;  $\sigma^2_e$  =varianza residual;  $\sigma^2_p$  =varianza fenotípica; -2log(L) =la varianza de menos dos veces el logaritmo de la probabilidad;  $h^2_a$  =heredabilidad directa;  $h^2_m$  =heredabilidad;  $r_{am}$  =correlación genética entre efectos directos y maternos.

Los modelos ajustados en cada una de las características evaluadas fueron comparados mediante la prueba de razón de verosimilitud, para efecto ambiente permanente materno, efectos genéticos maternos y directo-materno y la covarianza genética como se muestra en el Cuadro 2. Las estimaciones de las las heredabilidades de los efectos directos y maternos para PN se encontraron en un rango entre 0.03-0.07 y 0.0-0.06, respectivamente, mostrando heredabilidades muy bajas con relación a las encontrados por Ríos-Utrera y colaboradores. (2011) en ganado Limousin. De igual modo, no se obtuvieron diferencias significativas entre la mayoría de los modelos, a diferencia del Modelo 6 que fue el más completo incluyendo todos los componentes de varianza y la covarianza entre el efecto genético aditivo directo y materno diferente de cero, el cual mostró una significancia menor a 0.05.

Cuadro 2. Estadísticas de prueba de razón de verosimilitud para efectos ambientales maternos permanentes ( $\sigma^2_{pe}$ ), efectos genéticos maternos ( $\sigma^2_m$ ) y covarianza genética materna-directa ( $\sigma_{am}$ ) para el peso al nacimiento (PN), peso al destete (PD) y peso al año (PA) de ganado Santa Gertrudis en México.

Comparación de modelos	PN	PD	PA	Prueba de hipótesis
Modelo 2 vs Modelo 1	0.353	0.048**	0.992	$\sigma^2_{pe}=0$
Modelo 3 vs Modelo 1	0.427	0.023**	0.990	$\sigma^2_m=0$
Modelo 4 vs Modelo 2	0.632	0.208	0.949	$\sigma^2_m=0$
Modelo 4 vs Modelo 3	0.987	0.555	0.947	$\sigma^2_{pe}=0$
Modelo 5 vs Modelo 3	0.856	5.779 <sup>-10**</sup>	0.917	$\sigma_{am}=0$

Modelo 6 vs Modelo 4	0.001**	6.906 <sup>-10**</sup>	0.619	$\sigma_{am}=0$
Modelo 6 vs Modelo 5	0.001**	0.994	0.608	$\sigma_{pe}^2=0$

\*\*p<0.05

Por otra parte, las estimaciones de los parámetros genéticos para PD, mostraron mejores resultados, por ejemplo, la heredabilidad de efectos directos en un rango de 0.50-0.86 y 0.19-0.31 para la heredabilidad de efectos maternos cuando la covarianza entre el efecto genético aditivo directo y materno fue diferente de cero. Sin embargo, cuando la covarianza antes mencionada fue igual a cero, la heredabilidad de efectos maternos se encontró en un rango de 0.03-0.07. A su vez, los Modelos 2 y 3 que incluyeron algún efecto materno mostraron una significancia menor a 0.05 con relación al modelo en el que únicamente se consideró el efecto genético aditivo directo (Modelo 1). Paralelamente, aquellos modelos en los que se consideró una covarianza entre el efecto genético aditivo directo y materno diferente de cero (Modelo 5 y 6), fueron mejor significativamente en relación con sus modelos semejantes con covarianza iguales a cero (Modelos 3 y 4). Finalmente, para PA, se obtuvieron heredabilidades de efectos directos considerables en un rango 0.50-0.86. Sin embargo, la heredabilidad para el efecto materno no fue estimable al encontrarse números negativos. Como era de esperarse, la inclusión de algún efecto materno, así como su covarianza con el efecto genético aditivo directo, no mostraron alguna significancia en algún modelo ajustado. Debido a que el efecto materno sobre el peso al año es prácticamente nulo, el Modelo 1 se consideró como el más adecuado para evaluar dicha característica.

**Conclusiones e Implicaciones.** La comparación de los diferentes modelos animal mostró que el Modelo 6, que incluyó efectos genéticos directos y maternos, su correlación, y efectos del ambiente permanente, es el más apropiado para PN y PD, mientras que para PA el Modelo 1 fue el más adecuado, ya que los efectos maternos, tanto genéticos como ambientales permanentes, no fueron importantes para dicha característica. El uso de cualquiera de los otros modelos resultaría en diferencias esperadas en la progenie poco confiables, afectando la eficiencia de la selección.

**Reconocimiento.** Los autores agradecen a la Asociación Mexicana de Criadores de Ganado Santa Gertrudis por la información proporcionada para la realización del presente trabajo.

## Referencias

- Bolman K, Kriese L A, Van Vleck L D, Van Tassell C P, Kachman S D., (1995). A manual for use of MTDFREML. A set of programs to obtain estimates of variances and covariances (Draft). USDA, ARS, Washington, DC.
- Chin-Colli R C, Estrada-León R, Magaña-Monforte J, Segura-Correa J, Núñez-Domínguez R., (2016). Parámetros genéticos para caracteres de crecimiento y reproductivos del ganado pardo suizo europeo de México. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios., 3(7):11-20.
- Dobson, A.J., (1990). An introduction to generalized linear models. Chapman and Hall, New York. p. 57.
- Meyer K., (1992). Variance components due to direct and maternal effects for growth traits of Australian beef cattle. Livestock Production Science; 31:179-204.
- Ríos-Utrera A, Vega-Murillo V E, Martínez-Velázquez G, Montaña-Bermúdez M., (2011). Comparison of models for the estimation of variance components for growth traits

of registered Limousin cattle. *Tropical and Subtropical Agroecosystems.*, 14: 667-674.

## EVALUACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL EN GANADO SIMMENTAL Y SIMBRAH EN MÉXICO

### CARCASS TRAITS EVALUATION IN SIMMENTAL AND SIMBRAH CATTLE IN MEXICO

<sup>1</sup>Upalía-Orozco R\*, <sup>1</sup>Vega-Murillo VE, <sup>2</sup>Montaño-Bermúdez M, <sup>3</sup>Medina-Chapa JM, <sup>2</sup>Martínez-Velázquez G, <sup>2</sup>Ríos-Utrera A, <sup>1</sup>Carrasco-García AA, <sup>1</sup>Martínez-Hernández JM, <sup>1</sup>Villagómez-Cortés JA .

<sup>1</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana. <sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. <sup>3</sup>Asociación Mexicana Simmental-Simbrah-Simm-Angus de México A. C.

[vvega@uv.mx](mailto:vvega@uv.mx)

**Palabras clave:** Características de la canal, Simmental y Simbrah, Ultrasonido.

#### Introducción

Las características de la canal y rendimiento del ganado de carne tienen una gran importancia en los objetivos de selección, debido a la influencia directa que ejercen en el valor comercial de los animales al mercado (George *et al.*, 1999). La raza es uno de los factores que mayor incidencia tiene sobre estas características y está relacionada con su adaptación al sistema de producción y a su capacidad de satisfacer las demandas actuales y futuras del mercado de carne de calidad (Piedrafita *et al.*, 2003).

#### Objetivo

El objetivo fue evaluar características de la canal y sus correlaciones en ganado Simmental y Simbrah de registro en México.

#### Materiales y Métodos

Se utilizó la información del pedigrí y de la canal de 692 animales Simmental (514) y Simbrah (178) de registro pertenecientes a la Asociación Mexicana Simmental-Simbrah-Simm-Angus de México A. C., nacidos entre 2011 y 2018. Las variables de respuesta fueron grasa intramuscular ajustada (GI, %), área del ojo del lomo ajustada a 365 días (AOL; cm<sup>2</sup>), grasa dorsal ajustada (GD; cm), grasa de la cadera ajustada (GC; cm), grado de rendimiento, que estima la cantidad aproximada de los cortes de carne de una canal (R) y marmoleo (M). Todas las mediciones se realizaron en los ranchos de los criadores entre los 9 y 16 meses de edad, con un ultrasonido de tiempo real (Modo B; Aloka 210DX, Corometrics Medical Systems, Wallingford, CT). Los análisis se realizaron utilizando PROC MIXED de SAS (2013). Los efectos fijos incluidos en los modelos fueron raza, sexo, hato, año y época de medición, y la edad en días a la medición como covariable; semental dentro de raza de semental se incluyó como efecto aleatorio. La representación matricial del modelo mixto utilizado es:  $y = Xb + Zu + e$ . Donde:  $y$ ,  $b$ ,  $u$  y  $e$  son vectores de observaciones, soluciones a los efectos fijos, efectos aleatorios y efectos residuales, respectivamente, y  $X$  y  $Z$  son matrices de diseño que relacionan las observaciones con los efectos fijos y aleatorios del modelo, respectivamente. Las correlaciones entre características se estimaron con PROC CORR de SAS (2013).

#### Resultados y Discusión

El efecto de raza únicamente fue significativo para GC ( $p=0.002$ ). Los efectos de sexo, hato y época fueron significativos ( $p<0.001$ ) para todas las características evaluadas. El efecto de año fue significativo ( $p<0.001$ ) para todas las características evaluadas, excepto para M y GI. La edad fue significativa ( $p<0.001$ ) para todas las variables, excepto para GC. Las medias de cuadrados mínimos y errores estándar para las características evaluadas se presentan en el Cuadro 1.

No se detectaron diferencias entre animales Simmental y Simbrah para las características estudiadas, excepto para GC; los animales Simbrah tuvieron 18% más GC que los Simmental. En el Cuadro 2 se presentan las medias de cuadrados mínimos y errores estándar por época, para las características estudiadas. Los animales medidos en enero-marzo y octubre-diciembre tuvieron mayor ( $p<0.05$ ) GI y M que los evaluados en las otras épocas. Para AOL, R, GD y GC, los animales medidos en enero-marzo tuvieron mejor ( $p<0.05$ ) comportamiento que los evaluados en las otras épocas.

Cuadro 1. Medias de cuadrados mínimos y errores estándar para área del ojo del lomo (AOL,  $\text{cm}^2$ ) grasa de la cadera (GC, cm), grasa dorsal (GD, cm), grasa intramuscular (GI, %), marmoleo (M) y rendimiento (R), por raza.

Raza	GI	M	AOL	R	GD	GC
Simmental	5.94±0.16 <sup>a</sup>	4.02±0.04 <sup>a</sup>	25.53±0.46 <sup>a</sup>	2.3±0.01 <sup>a</sup>	0.29±0.01 <sup>a</sup>	0.32±0.02 <sup>a</sup>
Simbrah	5.99±0.21 <sup>a</sup>	4.03±0.05 <sup>a</sup>	28.44±0.44 <sup>a</sup>	2.33±0.02 <sup>a</sup>	0.32±0.02 <sup>a</sup>	0.39±0.03 <sup>b</sup>

<sup>a,b</sup> Medias con distintas literales dentro de columna son diferentes ( $p<0.05$ ).

De manera similar a lo observado en este estudio, Blanco *et al.* (2008) no encontraron diferencias en rendimiento entre animales Holstein, Pinzgauer y Braunvieh. En el presente estudio las interacciones entre los efectos principales no fueron significativas. Por el contrario, Guedes *et al.* (2005) encontraron interacción ( $p<0.05$ ) entre raza y sexo para AOL en animales Nelore, F<sub>1</sub> Angus y Brahman. En machos, los animales F<sub>1</sub> Angus presentaron mayor ( $p<0.05$ ) AOL que los animales Nelore, pero fueron similares a Brahman. Las hembras F<sub>1</sub> Angus presentaron mayor AOL que las Nelore, las cuales fueron inferiores a las de los demás grupos raciales. En la raza Nelore, los machos presentaron mayor AOL que las hembras ( $p<0.001$ ). Para GI de hembras, los valores más altos ( $p<0.05$ ) se encontraron en las F<sub>1</sub> Angus en relación con Brahman y Nelore, las cuales no difirieron entre sí. Resultados similares se encontraron en este estudio donde las hembras tuvieron mayor comportamiento para GI que los machos y el efecto de la raza no fue significativo.

Cuadro 2. Medias de cuadrados mínimos y errores estándar para área del ojo del lomo (AOL,  $\text{cm}^2$ ) grasa de la cadera (GC, cm), grasa dorsal (GD, cm), grasa intramuscular (GI, %), marmoleo (M) y rendimiento (R), por época.

Época	GI	M	AOL	R	GD	GC
Ene - mar	6.30±0.25 <sup>a</sup>	4.10±0.06 <sup>a</sup>	27.69±0.65 <sup>a</sup>	2.38±0.02 <sup>a</sup>	0.37±0.02 <sup>a</sup>	0.41±0.03 <sup>a</sup>
Abr - jun	5.55±0.21 <sup>b</sup>	3.93±0.05 <sup>b</sup>	27.48±0.55 <sup>a</sup>	2.29±0.02 <sup>b</sup>	0.28±0.02 <sup>b</sup>	0.32±0.03 <sup>b</sup>
Jul - sep	5.57±0.18 <sup>b</sup>	3.93±0.04 <sup>b</sup>	27.51±0.47 <sup>a</sup>	2.29±0.02 <sup>b</sup>	0.28±0.02 <sup>b</sup>	0.35±0.02 <sup>b</sup>
Oct - dic	6.44±0.22 <sup>a</sup>	4.13±0.05 <sup>a</sup>	25.25±0.57 <sup>b</sup>	2.30±0.02 <sup>b</sup>	0.29±0.02 <sup>b</sup>	0.34±0.03 <sup>a</sup>

<sup>a,b</sup> Medias con distintas literales dentro de columna son diferentes ( $p<0.05$ ).

En el Cuadro 3 se presentan las medias de cuadrados mínimos y errores estándar para las características estudiadas, por sexo. Las hembras tuvieron 18, 6, 4, 40 y 55% más GI, M, R GD y GC que los machos. Los machos fueron 10% superiores a las hembras en AOL.

Cuadro 3. Medias de cuadrados mínimos y errores estándar para área del ojo del lomo (AOL, cm<sup>2</sup>) grasa de la cadera (GC, cm), grasa dorsal (GD, cm), grasa intramuscular (GI, %), marmoleo (M) y rendimiento (R), por sexo.

Sexo	GI	M	AOL	R	GD	GC
Hembras	6.44±0.18 <sup>a</sup>	4.13±0.04 <sub>a</sub>	25.53±0.46 <sub>a</sub>	2.36±0.02 <sup>a</sup>	0.34±0.02 <sup>a</sup>	0.42±0.02 <sup>a</sup>
Machos	5.48±0.17 <sup>b</sup>	3.91±0.04 <sub>b</sub>	28.44±0.44 <sub>b</sub>	2.28±0.02 <sup>b</sup>	0.27±0.02 <sup>b</sup>	0.29±0.02 <sup>b</sup>

<sup>a,b</sup> Medias con distintas literales dentro de columna son diferentes (p<0.05).

Los valores estimados de las correlaciones fenotípicas entre las características bajo estudio se presentan en el Cuadro 4. Las correlaciones de AOL con las otras características fueron significativas (p<0.001; Cuadro 4); débiles y negativas con GI y M, y moderadas y positivas con GC, GD y R. Las correlaciones de GC con GD y R fueron fuertes y positivas, mientras que con GI y M fueron positivas y débiles. La correlación de GD con GI y M fue muy cercana a cero, pero alta y positiva con M. De manera similar, la correlación entre GI y M fue fuerte y positiva. La correlación de M y R fue muy cercana a cero. Pires *et al.* (2018), con ganado Canchim, encontraron una correlación entre GD y AOL de 0.14 ± 0.02, la cual es menor a la encontrada en este estudio.

Cuadro 4. Valores estimados de las correlaciones fenotípicas entre área del ojo del lomo (AOL, cm<sup>2</sup>), grasa de la cadera (GC, cn), grasa dorsal (GD, cn), grasa intramuscular (GI, %), marmoleo (M) y rendimiento (R).

Característica	GC	GD	GI	M	R
AOL	0.344**	0.439**	-0.252**	-0.252**	0.347**
GC		0.723**	0.111	0.111	0.693**
GD			0.071	0.072	0.920**
GI				0.990**	0.015
M					0.016

\*\* (p< 0.01)

### Conclusiones e Implicaciones

No existen diferencias en las características de la canal evaluadas mediante ultrasonido entre Simmental y Simbrah. Se encontraron diferencias entre sexos y épocas en que se realizó la medición. Las correlaciones fenotípicas indican fuertes asociaciones entre algunas de las características bajo estudio, principalmente de GI con M y de GD con R.

### Reconocimiento

Los autores agradecen a la Asociación Mexicana Simmental-Simbrah-Simm-Angus de México A. C. por la información proporcionada para la realización del presente trabajo.

### Referencias

Blanco R. N.E., Huba J., Hetenyi L., Oravcova A. 2008. Estimación en vivo de la canal en bovinos utilizando mediciones ultrasonográficas. *Universitas* 1(2):58-63.

- George M.H., Tatum J.D., Belk K.E., Smith G.C. 1999. An audit of retail beef loin steak tenderness conducted in eight US cities. *Journal of Animal Science*, 77(7):1735-1741.
- Guedes, C.F., 2005. Desempenho produtivo e características de carcaça das progênes de touros representativos da raça Nelore e de diferentes grupos genéticos. M.Sc. Thesis. Universidade de São Paulo, Pirassununga.
- Piedrafita J., Quintanilla R., Sañudo C., Olleta J.L., Campo M<sup>a</sup>., Panea B., Renand G., Turin F., Jabet S., Osoro K., Oliván M<sup>a</sup>., Noval G., García P., García M<sup>a</sup>., Oliver M<sup>a</sup>., Gispert M., Serra X., Espejo M., García S., López M., Izquierdo M. 2003. Carcass quality of 10 beef cattle breeds of the Southwest of Europe in their typical production systems. *Livestock Production Science*, 82(1):1-13.
- Pires C. P., Tholon P., Buzanskas M.E., Sbardella A.P., Oliveira R.J., Campos da Silva L.O., Almeida T.R.A., Prado M.D., Mello de Alencar M. 2017. Genetic analyses on bodyweight, reproductive, and carcass traits in composite beef cattle. *Animal Production Science*, 57:415–421.
- SAS Institute Inc. 2011. SAS/STAT® 9.3 User's guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.

## NUTRICION ANIMAL

### ANÁLISIS SANGUÍNEO CON UN MEDIDOR PORTÁTIL DE $\beta$ -HIDROXIBUTIRATO Y GLUCOSA EN VACAS DOBLE PROPÓSITO POSPARTO

#### BLOOD ANALYSIS WITH A PORTABLE $\beta$ -HYDROXYBUTYRATE AND GLUCOSE METER IN DOUBLE-PURPOSE POSTPARTUM COWS

Lagunes MCK<sup>1\*</sup>, Hernández BA<sup>1</sup>, Cervantes AP<sup>1</sup> y Arrieta GA<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Veracruzana  
\*zs20000172@estudiantes.uv.mx

**Palabras Clave:** bovinos, metabolitos, posparto

#### Introducción

En condiciones de trópico, el sistema de producción bovino de doble propósito (SPDP) (Cuevas *et al.*, 2016), está basado en pasturas de calidad nutricional deficiente, asimismo, la presión por estrés calórico, condiciones de manejo y variabilidad genética, provocan que la condición corporal de las vacas se encuentre en valores no deseados. Los animales en periodo posparto presentan procesos de movilización de tejidos grasos para cubrir sus requerimientos energéticos; esta movilización afecta la homeostasis fisiológica (Domínguez *et al.*, 2007). Los cambios fisiológicos que experimentan las vacas en el último periodo de gestación, es causado por el aumento en sus requerimientos energéticos (indicadores energéticos glucosa y D $\beta$ -hidroxibutirato), conduciendo a un balance energético negativo (Aguilar, 2013). El balance energético negativo resulta en enfermedades metabólicas e infertilidad (McArt *et al.*, 2013).

En este contexto, para su diagnóstico, existen diversos métodos de laboratorio para determinar concentraciones séricas de glucosa y BHB; los cuales involucran la dificultad para la toma de muestra, conservación y transporte. En el mercado, están disponibles dispositivos electrónicos para medir concentraciones séricas de metabolitos, los cuales permiten conocer el resultado en segundos a partir de una pequeña muestra de sangre. Un medidor portátil de glucosa y cetonas (Precision Xtra; Abbott Diabetes Care Inc., Mississauga, ON, Canadá) ha sido validado para el diagnóstico de enfermedades subclínicas en vacas lecheras, con un coeficiente de correlación de Pearson de 0.95 (Iwersen *et al.*, 2009).

#### Objetivo General

Determinar concentraciones séricas de glucosa y D $\beta$ -hidroxibutirato para el diagnóstico de balance energético negativo en vacas en periodo posparto.

#### Materiales Y Métodos

El estudio se realizó en el Rancho "Torreón del Molino" de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana, localizado en la colonia Tejería, localidad Valente Díaz, en la carretera Veracruz-Xalapa, situado en el paralelo 19° 10' Latitud Norte y Meridiano 96° 10' Longitud Oeste.

Se seleccionaron 20 vacas en periodo posparto de encastes indeterminados Bos taurus x Bos indicus, bajo el sistema doble propósito alimentadas en sistema de pastoreo con gramíneas nativas y silo. La toma de muestra sanguínea fue previa limpieza y asepsia, por

punción de la vena coccígea en tubo con anticoagulante (K2 EDTA, 7.2 mg). El protocolo de muestreo incluyó 4 muestras en intervalos de 7 días a partir de la primera semana posparto. El análisis de los metabolitos glucosa (GLU) y D $\beta$ -hidroxibutirato (BHB) se realizó con tiras reactivas y el equipo electrónico portátil FreeStyle Optium Neo marca Abbott® para diagnóstico “in vitro” que utiliza el método de electroquímica amperométrica/enzimático (GDH-NAD). La tira de medición de GLU (mg/dL), utiliza 0.6 microlitros y la de BHB (mmol/L) 1.5 microlitros de sangre completa. De acuerdo a las indicaciones del fabricante, se introduce en el puerto del equipo la tira reactiva y por capilaridad se llena con sangre el área válida, con un promedio de entrega de resultados de 5 segundos cada una. Los valores de referencia de metabolitos analizados corresponden a valores de bovinos de la misma zona de muestreo (Cervantes *et al.*, 2014). La condición corporal (CC) en escala 1-9 se midió por inspección visual en el periodo experimental durante la toma de muestra sanguínea (Wagner *et al.*, 1988). El análisis de resultados se realizó con el software Statistica v.7 ® para Windows StatSoft, Inc y Microsoft Excel, utilizando el modelo de ANOVA de una vía y comparación de medias Tukey  $p < 0.05$ .

## Resultados y Discusión

En los niveles séricos de glucosa y BHB se observan diferencias durante los periodos de muestreo, pero, no se encontraron valores estadísticamente diferentes ( $p > 0.05$ ). Por otro lado, la CC tampoco fue estadísticamente diferente (Tabla 1).

**Tabla 1.** Medias y desviación estándar de concentraciones séricas de metabolitos y CC de bovinos en periodo posparto.

Periodo de muestra	Glucosa (mmol/L)	BHB (mmol/L)	CC
Semana 1	2.07±0.11 <sup>a</sup>	0.58±0.05 <sup>a</sup>	6.42±0.21 <sup>a</sup>
Semana 2	2.35±0.14 <sup>a</sup>	0.60±0.06 <sup>a</sup>	6.84±0.25 <sup>a</sup>
Semana 3	2.11±0.15 <sup>a</sup>	0.67±0.07 <sup>a</sup>	6.45±0.27 <sup>a</sup>
Semana 4	2.35±0.16 <sup>a</sup>	0.62±0.07 <sup>a</sup>	6.30±0.28 <sup>a</sup>
Valor de referencia	3.30±0.50	0.32±0.05	-

Nota: Medias por columna con diferente literal indica diferencia estadística significativa (Tukey  $p < 0.05$ )

Los niveles de glucosa en los periodos evaluados se encontraron por debajo del rango normal (3.30±0.50 mmol/L) de acuerdo con los valores referencia en la zona. Lo anterior puede ser consecuencia del bajo nivel energético de la dieta (forraje) e insuficiente suplementación con alimento concentrado, tal como lo indican Quinteros *et al.*, (2017) evaluando las alteraciones séricas de glucosa y BHB en distintas razas cebuinas en el periodo postparto en Ecuador. Las concentraciones séricas de glucosa por debajo de los valores normales conllevan consecuencias como problemas relacionados a salud uterina, al respecto Esnalona *et al.*, (2020), reportaron que vacas con niveles bajos de glucosa padecieron metritis atribuida a la falta de energía que afecta el funcionamiento del sistema inmune.

Ávalos *et al.*, (2020), observaron que vacas sanas en periodo posparto, tuvieron concentraciones bajas de BHB y glucosa contrastando con individuos que presentaron afección en aparato reproductivo; en este contexto, los resultados se asemejan a los

hallazgos encontrados en este experimento. Las concentraciones séricas de BHB encontradas en los periodos evaluados indican un valor superior a los normales ( $0.32 \pm 0.05$ ). Se demuestra que, al momento del parto, la concentración de BHB es mayor comparada con los siguientes periodos evaluados ( $P > 0.05$ ), observando un descenso paulatino de este metabolito conforme el transcurso de días posteriores al parto. La mayor concentración de BHB al momento del parto, indica que las vacas no han consumido la energía suficiente para satisfacer sus demandas metabólicas, como consecuencia de la incapacidad de consumir altas cantidades de alimento (forraje) por la reducción del espacio de la cavidad abdominal ocasionada por el crecimiento fetal.

Valores elevados de BHB están relacionados con el desequilibrio homeostático en el balance de energía de las vacas durante el período posparto temprano y es consistente con la disminución de condición corporal en los individuos (Contreras, 2011). El decremento en la condición corporal también fue observado en nuestro trabajo durante los periodos de experimentación.

### **Conclusión**

Existen alteraciones en la concentración sérica de BHB y glucosa durante el primer mes posparto en bovinos de SPDP; es necesario evaluar el impacto de estas alteraciones en la salud uterina por su estrecha relación con el reinicio de ciclicidad ovárica.

### **Referencias Bibliográficas**

- Cervantes, P., Trujillo, S., Hernández, A., Domínguez, B. y Andrade, J. (2014). Homeostasis energética proteica y endocrina en vacas de lechería tropical en periodo de transición. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*.4: 83-85.
- Eснаоla., G, Neto., W. y González, F. (2020). Relationship of Serum Concentrations of Calcium, Beta-hydroxybutyrate and Glucose to the Occurrence of Mammary and Uterine Disorders during Early Lactation on Dairy Cattle. *Rev Med Vet.* (41): 83-90. doi: <https://doi.org/10.19052/mv.vol1.iss41.8>.
- Quinteros, O., Vargas, J., Barbona, I. y Marini, P. (2017). Blood metabolic indicators of dairy genotypes grazing in the province of Napo-Ecuador. *Journal of Life Sciences.* 26(2)119-130.

## REPRODUCCION

### COMPORTAMIENTO DEL LEUCOGRAMA DURANTE EL PERÍODO PERIPARTO DE VACAS DE DOBLE PROPÓSITO EN EL TRÓPICO VERACRUZANO.

PATTERN OF THE LEUKOGRAM DURING THE PERIPARTUM PERIOD OF DUAL-PURPOSE COWS IN THE VERACRUZAN TROPIC.

Avalos RII<sup>1\*</sup> y Lammoglia VMA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Veracruzana.

[zS20000165@estudiantes.uv.mx](mailto:zS20000165@estudiantes.uv.mx)

**Palabras clave:** Leucocitos, inmunosupresión, periparto.

#### Introducción

El sistema inmune es fundamental para un óptimo desempeño del ganado, ya que es el responsable del reconocimiento y eliminación de agentes patógenos y células muertas. Los componentes celulares son en su mayoría células blancas (leucocitos) que proveen protección al ingerir y destruir patógenos y células muertas. Si el patógeno no es eliminado inmediatamente, los leucocitos comienzan a producir sustancias que desencadenan una respuesta inflamatoria que es necesaria para reclutar células del sistema inmunológico adicionales (Campos-Granados, 2014).

La transición del último tercio de gestación a la lactancia temprana (3 semanas antes y 3 semanas posteriores del parto), también llamado periodo periparto es considerado la etapa más importante de todas al ser un periodo de cambios drásticos a nivel metabólico, nutricional, endocrino y fisiológico. Todos esos procesos resultan aún más alterados debido a la disminución en la población y función de las diversas células leucocitarias. Esta inmunosupresión puede resultar en un subsecuente incremento de enfermedades infecciosas como mastitis, metritis, endometritis, neumonía (LeBlanc, 2013).

La vaca de doble propósito tiene como uno de los objetivos la producción de leche, aunque no sea tan alta ni en las mismas condiciones que el ganado especializado. En este tipo de ganadería existe poca información relacionada al periodo de transición.

#### Objetivo

Evaluar los cambios en las poblaciones de los diversos tipos de leucocitos en el periodo periparto de vacas de doble propósito en el trópico veracruzano.

#### Materiales y Métodos

El estudio se realizó en un rancho ubicada en el municipio de Tamiahua, Veracruz con vacas de doble propósito multíparas (*Bos taurus x Bos indicus*; n=36) Las vacas fueron muestreadas semanalmente desde 4 semanas antes hasta 4 semanas después del parto, extrayendo, por punción de la vena coccígea, una muestra de sangre entera colectada en tubo vacutainer con anticoagulante (K2 EDTA, 7.2 mg) y almacenada en refrigeración (8°C) hasta su análisis.

Para el conteo diferencial de células leucocitarias se realizó un frotis sanguíneo el cual fue teñido con un kit de hemocolorante rápido (Hycel®) según las especificaciones del fabricante. Posteriormente, los frotis se observaron en el microscopio y se realizó el

recuento de células leucocitarias (neutrófilos, linfocitos, monocitos, basófilos, eosinófilos) observadas hasta llegar a cien células.

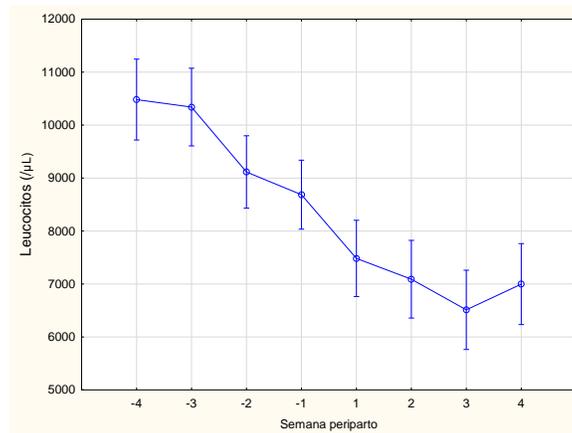
Para el recuento de leucocitos totales se extrajo sangre con la pipeta de Thoma para leucocitos y se preparó con la solución Türk (Hycel®) según las especificaciones del fabricante para realizar el recuento de leucocitos totales en los cuadrantes propios de este tipo de células en la cámara de Neubauer.

Con el porcentaje de cada tipo de leucocito obtenido en el recuento diferencial y el número de leucocitos totales por microlitro ( $\mu\text{l}$ ) de sangre se obtuvo el valor absoluto de cada tipo de leucocito/ $\mu\text{l}$  de sangre.

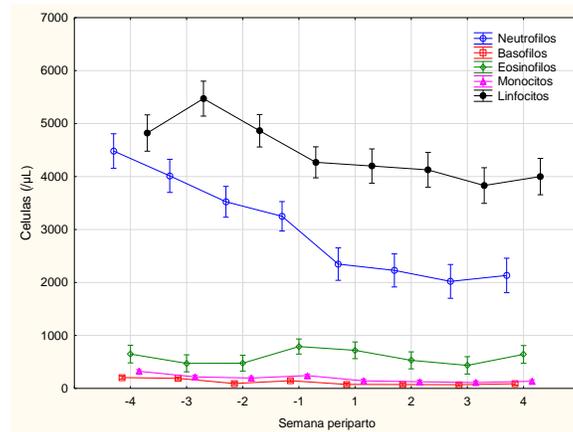
El análisis estadístico se realizó utilizando el software STATISTICA 10 con el modelo de ANOVA de una vía, obteniendo las diferencias por la prueba LSD de Fisher siendo  $P < 0.05$  significativo.

### Resultados

La población de leucocitos disminuyó ( $p < 0.05$ ) desde la semana 4 preparto hasta la semana 3 posparto, empezando en la semana 4 posparto una recuperación (Figura 1). La población de neutrófilos, linfocitos y monocitos disminuyeron ( $p < 0.05$ ) desde la semana 4 preparto hasta la semana 3 posparto. La población de eosinófilos y basófilos no mostraron significancia ( $p > 0.05$ ) durante las semanas periparto (Figura 2). Las poblaciones de leucocitos se mantuvieron dentro de los valores de normales para bovinos adultos.



**FIGURA 1. POBLACIÓN DE LEUCOCITOS TOTALES EN VACAS DE DOBLE PROPÓSITO EN EL TRÓPICO VERACRUZANO DURANTE EL PERÍODO PERIPARTO.**



**FIGURA 2. POBLACIÓN DE NEUTRÓFILOS, LINFOCITOS, EOSINÓFILOS, MONOCITOS Y BASÓFILOS EN VACAS DE DOBLE PROPÓSITO EN EL TRÓPICO VERACRUZANO DURANTE EL PERÍODO PERIPARTO.**

La población de leucocitos totales, neutrófilos, linfocitos y monocitos fueron significativamente mayores ( $p < 0.05$ ) durante el periodo preparto respecto al posparto. En contraste, las poblaciones de eosinófilos y basófilos no mostraron diferencias significativas durante ambos periodos (Tabla 2).

Tabla 1. Población de leucocitos totales, neutrófilos, linfocitos, eosinófilos, monocitos y basófilos en el periodo preparto y posparto en vacas de doble propósito en el trópico veracruzano (a b indican  $P < 0.05$ ).

Células (μl de sangre)	Período	
	Preparto	Posparto
Leucocitos totales	9561.94 ± 100.82 <sup>a</sup>	7030.88 ± 260.07 <sup>b</sup>
Neutrófilos	3759.97 ± 58.78 <sup>a</sup>	2186.58 ± 106.82 <sup>b</sup>
Linfocitos	4821.03 ± 53.43 <sup>a</sup>	4042.926 ± 115.62 <sup>b</sup>
Eosinófilos	604.21 ± 23.81 <sup>a</sup>	583.34 ± 55.57 <sup>a</sup>
Monocitos	241.56 ± 6.60 <sup>a</sup>	128.71 ± 9.48 <sup>b</sup>
Basófilos	154.46 ± 6.30 <sup>a</sup>	76.60 ± 7.31 <sup>a</sup>

## Discusión

El sistema inmune de la vaca es afectado por todos los cambios que conlleva el periodo periparturient, entre ellos se encuentra una baja actividad de neutrófilos y linfocitos. Se ha descrito la disminución del número y función de linfocitos y neutrófilos en las semanas previas al parto, donde su población fue mayor en preparto que posparto (Islam *et al.*, 2014). En ganado lechero especializado se ha reportado una reducción en la población y función de los neutrófilos en los días subsiguientes al parto, iniciando su recuperación en el día 7 posparto, sin embargo, pueden pasar 14 días o más para su restablecimiento dependiendo de otros factores como el balance energético negativo (Ingvarsen y Moyes, 2015).

## Conclusión

Las vacas doble propósito bajo condiciones tropicales de este estudio presentaron una disminución en las poblaciones leucocitarias durante el periodo preparto, indicando una marcada inmunosupresión, lo que podría aumentar la incidencia de enfermedades infecciosas. Se deben establecer protocolos que ayuden a disminuir el impacto de dicha inmunosupresión periparto en la ganadería de doble propósito.

## Referencias Bibliográficas

- Campos-Granados, C. (2014). El sistema inmune en los mamíferos. *Nutrición Animal Tropical* 8(1): 80-93.
- Ingvartsen, K. L., y Moyes, K. M. (2015). Factors contributing to immunosuppression in the dairy cow during the periparturient period. *Jpn J Vet Res* 63 (Supplement 1):15–S24.
- Islam, R., Kumar, H. y Krihnan, B. B. (2014). Investigation on leukocyte profile of periparturient cows with or without postpartum reproductive disease. *Asian Pacific Journey of Reproduction* 3 (1):57-63.
- LeBlanc, S. J. (2013). Managing transition period health for reproductive performance in dairy cows. *Cattle Pract.* 21:209–215.

## **PARTOS GEMELARES EN BOVINOS A TRAVÉS DE TRANSFERENCIA DE EMBRIONES PRODUCIDOS *IN VITRO*.**

TWIN BIRTHS IN BOVINES THROUGH IN VITRO PRODUCED EMBRYO TRANSFER.

Ávila PME\*, Montiel PF, López DBL, Contreras HG, Hernández CBC, Carrasco GAA.

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana.

[avilaperez.me@gmail.com](mailto:avilaperez.me@gmail.com)

### **Introducción**

Los bovinos son una especie unípara, en donde los partos dobles o múltiples se presentan muy raramente en las unidades de producción, la incidencia natural de los partos gemelares en el ganado de carne es del 1% y en ganado lechero oscila de 0.5 a 4% dependiendo de factores genéticos y ambientales (Fitzgerald *et al.*, 2014). En el ganado existen diferentes métodos con los cuales se puede controlar este factor, ya sea por selección genética, tratamientos hormonales y la transferencia de embriones (Wakchaure y Ganguly, 2016).

### **Objetivos**

Determinar si la inducción de partos gemelares en receptoras bovinas a través de transferencias de embriones producidos *in vitro*, resulta en una mayor eficiencia reproductiva y productiva *versus* partos únicos.

### **Material y Metodos**

El estudio se a cabo llevando a cabo en Unidades de Producción Pecuaria ubicadas en la localidad Cruz Grande, municipio Florencio Villareal, Guerrero, México, con ubicación geográfica latitud norte de 16° 43' 12", longitud oeste de 99° 7' 12"; altitud de 40 metros sobre el nivel del mar (msnm); con clima cálido-húmedo-seco, temperatura anual promedio de 30 °C y precipitación anual de 1085 mm (INEGI, 2009).

Hasta el momento se han transferido 40 de las 80 hembras bovinas, de cruces de las razas *Bos indicus* x *Bos taurus*, las cuales serán seleccionadas con los siguientes criterios de inclusión; que tengan entre 2 a 5 años, un peso  $\geq$  350 kg, 60 días posparto, aparentemente sanas para recibir transferencia de embriones a tiempo fijo (TETF). Se realizará también la palpación por vía rectal del tracto reproductivo para descartar cualquier tipo de alteraciones patológicas o anatómico-funcionales, tales como neoplasias, deformaciones, o infecciones. Las receptoras seleccionadas deberán cumplir con los siguientes requisitos 1) una condición corporal (CC) de 5 a 7 en la escala del 1 al 9 para evaluar ganado de doble propósito (Richards *et al.*, 1986), 2) no estar bajo ningún tratamiento a base de fármacos, 3) mostrar signos de actividad reproductiva, ya sea a través de la presencia de un cuerpo lúteo (CL) o por la evidencia de la dinámica folicular.

En el día designado como el día cero del tratamiento, para la sincronización del estro se utilizó un dispositivo intravaginal bovino liberador de progesterona (CIDR-B® 1.9 g de P4, Zoetis, Méx.) y la aplicación intramuscular (IM) de 2 mg de benzoato de estradiol (BE®, Virbac). Cinco días después se aplicó vía IM 400 UI de gonadotropina coriónica equina (eCG; Folligon®, MSD, Méx.) y 25 mg de PGF2 $\alpha$  (Lutalyse®, Zoetis). Al día ocho se retiró

el CIDR-B® y se aplicará vía IM 1 mg de Cipionato de estradiol (ECP®, Zoetis. Méx) Por último, al día 17 se realizó la transferencia de los embriones a las receptoras que desarrollen un cuerpo lúteo 1, cada receptora recibió uno o dos embriones producidos *in vitro* en estadio de mórula compacta y blastocisto calidad 1, según el grupo al que fue asignada (Uslenghi *et al.*, 2014), el diagnóstico de gestación se realizó 60 días post-transferencia de embriones, mediante ultrasonografía, con la finalidad de identificar gestaciones simples o gemelares.

Las vacas gestantes estarán en un paridero 20 días antes de la fecha esperada del parto, esto para tenerla bajo observación y poder identificar el proceso del parto normal o distócico. Se realizará un examen obstétrico 2 horas después de haber eclosionado las membranas fetales para poder identificar el problema del parto distócico y solucionarlo de la manera que corresponda, en las primeras horas de vida de las terneras, se realizará la desinfección del ombligo con yodo solución (Germisin Solución®, Altamirano), serán pesadas utilizando una báscula romana (BasculanNL100KG®, Nuevo León), se asegurará que tomen el calostro para garantizar una buena inmunidad pasiva (Barry *et al.*, 2019).

Las variables de respuesta discreta tasa de gestación, tasa de distocia, tasa de natalidad, sobrevivencia de las crías, se analizará mediante chi-cuadrada. Las variables de respuesta continua tiempo de gestación, el peso de las becerras al nacimiento de partos individuales y gemelares se analizarán mediante un análisis de varianza de una vía, ambas pruebas disponibles en el paquete estadístico STATISTICA v.7.

### Resultados y Discusión

Los resultados parciales obtenidos del primer lote de 40 receptoras transferidas sobre la tasa de gestación es la siguiente: de las 20 receptoras que recibieron TETF con dos embriones, se gestaron 13 receptoras, lo que representa un 65% de tasa de gestación de ese número de hembras gestantes el 46.15% (n=6/13) fueron gestaciones gemelares y el 53.85% (n=7/13) gestaciones simples. Con respecto a las 20 receptoras que fueron transferidas con un solo embrión se obtuvo una tasa de gestación del 45% (n=9/20).

Ruiz *et al.* (2017), en un estudio realizado en las regiones de Frailesca y Norte del estado de Chiapas, México sobre la inducción de gestaciones gemelares en 29 vacas de la raza Pardo Suizo y 19 cruza de Cebú x suizo con la utilización de embriones producidos *in vitro* (Brahman x Angus) sexados, las 48 receptoras que fueron transferidas con dos embriones ipsilateral al cuerpo lúteo obtuvieron una tasa de gestación general de 19% (n=9) de los cuales el 77.7% (n=7/9) fueron gestaciones simples y el 22.2% (n=2/9) fueron gestaciones gemelares, a pesar de que este trabajo fue realizado con las mismas características a las que se está realizando este proyecto de investigación la tasa de gestación fue inferior a la hemos obtenida hasta el momento, se atribuye a que sus resultados de manejo y selección de las receptoras ya que la condición corporal de sus receptoras era menor a la que se utilizó en este estudio.

Cavalieri *et al.* (2018), realizaron una investigación sobre la inducción a gestaciones dobles mediante la asociación TE producidos *in vivo* siete días post IATF en una misma receptora de la raza Nelore, en donde reportaron una tasa de gestación general del 75% (n=63/83), en donde el 58.73%(n=37/63) eran gestaciones simples y 34.92% (n=22/63) dobles, los resultados de tasa de gestación general y las gestaciones dobles fueron superiores a las reportadas en este estudio, esto es asociado a que la IATF permite un mejor desarrollo embrionario, dado que se da manera natural o *in vivo* y esto le permite a el que embrión se desarrolle en un ambiente óptimo para crecimiento, aunado a esto, al realizar TE a estas

mismas receptoras permite aumentar la tasa de gestación y el número de embriones por hembra.

### **Conclusión**

Los resultados parciales obtenidos del diagnóstico de gestación de las receptoras bovinas que recibieron uno y dos embriones, la inducción de partos gemelares resultó en una mayor tasa de gestación en comparación con la inducción a gestación única.

**Reconocimiento:** SAGADEGRO, CONACYT, FMVZ-UV.

## ÍNDICE GANADERO DE SEGURIDAD CLIMÁTICA Y TASA DE GESTACIÓN POR TRANSFERENCIA EMBRIONARIA EN ÉPOCA DE CONFORT TÉRMICO

### LIVESTOCK WEATHER SECURITY INDEX AND GESTATION RATE BY EMBRYO TRANSFER IN A TIME OF THERMAL COMFORT

Zavaleta MA <sup>1\*</sup>; Barrientos MM <sup>1</sup>; Belisario DM <sup>1</sup>; Hernández BA <sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana

[alondrazamaq@gmail.com](mailto:alondrazamaq@gmail.com)

#### Introducción

Existen diversos factores relacionados con el ambiente y el propio de la receptora que afectan la tasa de gestación (TG), una manera de conocerlo es por medio del Índice de temperatura y humedad (ITH), identificado como *confort* ( $ITH \leq 74$ ) o *disconfort* térmico ( $ITH \geq 74$ ), en ganadería es el llamado índice ganadero de seguridad climática (IGSC), dado que valores de *disconfort* de este indicador ambiental repercuten en los porcentajes de gestación de las hembras bovinas (Hahn *et al.*, 2000). El ganado bovino tiene la capacidad de regular su temperatura corporal durante situaciones en el que se encuentra fuera de la zona de *confort* experimentando retos metabólicos que tendrán como consecuencia efectos negativos a nivel productivo y reproductivo. Estos efectos negativos también pueden ser influenciados por factores genéticos por el cual el desempeño bovino del animal tendrá una menor o mayor adaptabilidad a los cambios climáticos (Verdoljak, 2018).

#### Objetivo

El objetivo general es determinar el índice ganadero de seguridad Climática (IGSC) para asociarlo con la tasa de gestación (TG).

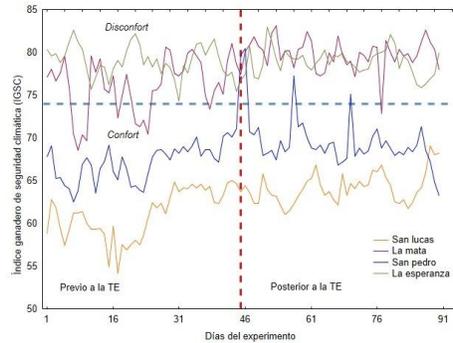
Los objetivos específicos son 1. Analizar el ITH durante 45 días previos y posteriores a la transferencia de embriones (TE), para asociarlo a la TG. 2. Identificar el ITH en el día de la TE, para asociarlo con los porcentajes de gestación.

#### Materiales y Métodos

El estudio se realizó en 4 unidades de producción (UP) del trópico húmedo mexicano, utilizando embriones producidos y donados por la empresa RGA *in vitro*<sup>®</sup>; de calidad 1 (7-1). Se utilizó el ecógrafo Ibex Pro<sup>®</sup> para el diagnóstico de gestación. La temperatura (T °C) y humedad relativa (HR %) se obtuvo a partir de un termo higrómetro de sonda digital, marca Steren<sup>®</sup> de uso específico, siendo monitoreado durante la transferencia de embriones (TE). Dichos datos, se recolectaron 45 días antes y 45 días posterior a la TE. Se introdujeron en una base de datos y se usó la fórmula de Valtorta S.E., *et al.* ( $20001.8^{\circ}\text{C} + 32 - (0.55 - 0.55 \cdot \text{hr}) \cdot (1.8^{\circ}\text{C} - 26)$ ); Los valores de ITH permitieron determinar el IGSC (Hahn G. L., *et al.* 2000); indicando los niveles de *confort* del ganado bovino frente a los efectos del ITH, comenzando con  $\leq 74$  normal, 75-78 alerta, 79-83 peligro,  $\geq 84$  emergencia. El ITH fue analizado durante 3 estaciones (invierno, primavera y verano). Para los análisis estadísticos se utilizó el programa STATISTICA v 10.0 para Windows StatSoft, Inc. (2010) empleando regresión logística para encontrar el valor de probabilidad del éxito de gestación acorde con el ITH previo y posterior a la transferencia embrionaria.

## Resultados y Discusión

Los resultados obtenidos se observan en la figura 1, el indicador de *comfort* ITH mostro *disconfort*, en dos UP; en la UP “La esperanza” se observo *disconfort* ( $\geq 74$ ), durante los 45 días anteriores a la TE; en la “La mata” se encontró *disconfort* ( $\geq 74$ ), 3 días antes de la TE y durante los 45 días previos a la TE; En “San pedro” hubo un aumento del ITH *disconfort* ( $\geq 74$ ), 1 día antes de la TE; Y en “San Lucas” el indicador ITH se registró con niveles de *comfort* ( $\leq 74$ ), antes y después de la TE. Al asociar el IGSC con la TG se encontró diferencia significativa ( $p < 0.05$ ).



**Figura 1.** Comportamiento del ITH durante un programa de TE, los 45 días previos y posteriores en cuatro UPP en México. La línea transversal de puntos azul representa el límite de confort de acuerdo con IGSC (ITH =  $\leq 74$ ). La línea vertical de puntos rojo, indica el día de la TE.

Con un 60% de gestación en estación invernal época de *comfort* ( $\leq 74$ ) térmico, y con un 24% de gestación en primavera y de verano época de *disconfort* ( $\geq 74$ ) térmico. Es importante la evaluación del ITH, ya que la calificación de este indicador ya sea de *comfort* o *disconfort*, mostrará los niveles de afectación de estrés por calor, propiciando efectos negativos en la tasa de concepción (TC). Efectos similares mencionan Pooch *et al.*, (2015) indicando que durante un programa de reproducción las hembras manipuladas en temporadas frías obtuvieron una TG del 45% mientras que durante una temporada de calor la tasa de gestación decreció al 30%.

La Figura 2, muestra los valores encontrados de ITH durante la TE y los compara con el porcentaje de gestación, se encontró que hay evidencia significativa ( $p < 0.05$ ), que prueba que el ITH igual o por debajo del nivel normal ( $\leq 74$ ) del IGSC aumenta los porcentajes de gestación, como en el caso de la UP “San Lucas”, el cual obtuvo un porcentaje de gestación del 58.97%, con un 64.38 de ITH durante la TE. Dentro del esquema se observa que las UP afectadas por el IGSC son las que presentan el ITH por encima del nivel normal ( $\leq 74$ ); La UP “La mata” obtuvo un 35.71% de gestaciones con un 80.06 de ITH; “San pedro” obtuvo un 23.07% de gestaciones con un 80.45% de ITH; y “La esperanza” obtuvo un 16.66% de gestaciones con un 77.46 de ITH; se encontró que hay evidencia significativa que comprueba que, cuando una hembra bovina se encuentra expuesta a niveles altos de ITH, previo a la TE o durante la TE tendrá menos probabilidad de quedar gestante en comparación a cuando se encuentra en estado de *comfort* o cercano a este.

En este caso y debido a que un valor favorece el *comfort*, sin ser afectados por los valores críticos. El estudio indico que hubo una mayor cantidad de hembras vacías cuando los niveles de ITH mostraron *disconfort*, a medida en que este rango va creciendo, se observan una cantidad menor de gestaciones. Los datos obtenidos se encuentran relacionados con

la investigación de Armundson *et al.*, (2006), el cual, menciona que la existencia de un estrés constante en los 21 primeros días de gestación afecta los índices de concepción.

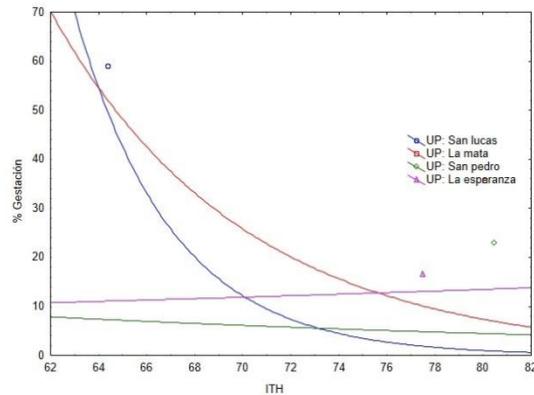


Figura 2. Porcentaje de gestación acorde con el ITH durante la TE en 4 UP.

## Conclusiones

Cuando el ITH se encuentra en *discomfort*, previo a la transferencia embrionaria o posterior a la misma, la probabilidad de que un animal quede gestante se reduce. 2. Se debe de considerar el IGSC durante la TE, debido a que, mientras más elevado sea reduce los porcentajes de gestación.

## Referencias Bibliográficas:

1. Armundson, J., Meyer, T., Marder, R., y Rasby, R. (2006). Environmental effects on pregnancy rate in beef cattle. *J. Anim Sci*, 84, 3415–1420.
2. Hahn, G., Mader, J., Caughan, Q., y Nienaber, J. (2000). Heat waves and their impacts on feedlot cattle. *Biometeorology and Urban Climatology at the Turn of the Millennium*, 353-357.
3. Poock, S.E., Lamberson, W.R., y Lucy, M.C. (2015). Effect of different gonadorelin (GnRH) products used for the first or resynchronized timed artificial insemination on pregnancy rates in postpartum dairy cows. *Theriogenology*, 84(4), 504–508.
4. Valtorta, S., Leva, P., García, M., y Veles, M. (2000). Ganado lechero en la cuenca central de Santa Fé-Córdoba: Efecto del estrés estival e impacto esperado del cambio global. *FAVE*, 14(1).
5. Verdoljak, J., Pereira, M., Gándara, L., Acosta, F., Fernández, C., y Martínez, J. (2018). Reproducción y mortalidad de razas bovinas en clima subtropical de Argentina. *Abanico Veterinario*, 28-35.

**Reconocimientos:** RGA *in vitro*, CONACYT, FMVZ-UV.

## SALUD ANIMAL

### FRECUENCIA DE PATÓGENOS CAUSALES DE DIARREA NEONATAL BOVINA EN UNIDADES DE PRODUCCIÓN PECUARIA DEL ESTADO DE VERACRUZ.

FREQUENCY OF CAUSAL PATHOGENS OF BOVINE NEONATAL DIARRHEA IN LIVESTOCK PRODUCTION UNITS IN THE STATE OF VERACRUZ.

Chavarro JJP<sup>1,\*</sup>, Romero SD<sup>1</sup>, Pardío SV<sup>2</sup>, Cortés VJA<sup>3</sup>, Romero CA<sup>1</sup>, López HKM<sup>2</sup>, Chavarría MB<sup>4</sup>

**Palabra clave:** Diarrea, Neonatal, Síndrome

<sup>1</sup>Laboratorio de Parasitología. Unidad de Diagnóstico. Rancho Torreón del Molino. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Veracruzana. Carretera Federal Veracruz-Xalapa km 14.5, Col. Valente Díaz., México. CP 91697. <sup>2</sup>Universidad Veracruzana. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Circunvalación S/N Esq. Yáñez. Veracruz, México. CP. 91710 Veracruz, Ver. <sup>3</sup>Laboratorio de Parasitología Veterinaria. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia. Carrera 30 #45-03, Bogotá D.C., Colombia. <sup>4</sup>Merck Sharp & Dohme Animal Health. Santiago Tanguistenco, Estado de México

[juanpchavarro@gmail.com](mailto:juanpchavarro@gmail.com), [dromero@uv.mx](mailto:dromero@uv.mx)

**Introducción:** La Diarrea Neonatal Bovina (DNB) es una de las principales patologías que ocasiona pérdidas económicas en las Unidades de Producción Pecuarias (UPP). Afecta principalmente a terneros en las primeras semanas de vida (1,2). El signo característico de esta patología son diarreas y como manifestaciones secundarias anorexia, falta de apetito y deshidratación. En México es limitada la información científica sobre la presencia de estos patógenos en las producciones; en el estado de Veracruz se han encontrado prevalencias de 3.33% y 12.50% en pequeños rumiantes en el centro del estado (3) y de 73.3% en terneros lactantes de tres municipios en el centro del estado (4).

**Objetivos:** El presente estudio muestra la frecuencia de la DNB en tres municipios ubicados en el norte y centro del estado de Veracruz para promover cambios, fomentar estrategias y encaminar modelos de prevención para mejorar parámetros zoonosológicos en la producción.

**Metodología:** Se realizó un estudio epidemiológico transversal por conveniencia, como variable de estudio se consideraron animales entre los 5 a 15 días de edad, sexo indistinto, tipo de hábitat del animal, presencia de diarreas y manejo en las producciones. Las muestras se recolectaron directamente del recto y el diagnóstico se realizó a través del kit comercial "Rainbow Calf Scours®" (BioX Diagnostics, Rochefort – Bélgica). Se aplicó una encuesta de los datos de cada UPP y se analizaron mediante estadística descriptiva con el programa STATA V.14. La frecuencia general y entre grupos se determinó mediante la prueba  $\chi^2$  con un IC<sub>95%</sub>.

**Resultados y Discusión:** Se muestrearon tres municipios en el norte y centro del estado para un total de 30 terneros, resultando Naolinco el municipio con mayor número de casos de diarrea 8/10 para una frecuencia del 80% (IC<sub>95%</sub> 44.2 - 96.4), seguido de Nautla 6/10 positivos con una frecuencia del 60% (IC<sub>95%</sub> 27.3 - 86.3) y Medellín 5/10 positivos con una frecuencia del 50% (IC<sub>95%</sub> 20.1 - 79.8). Los machos fueron los que presentaron mayor número de casos positivos

10/14 para una frecuencia de del 71% (IC<sub>95%</sub> 42.0- 90.4); a diferencia de las hembras sonde 9/16 fueron positivas para una frecuencia de para una frecuencia del 56% (IC<sub>95%</sub> 30.5 - 79.2). Los animales más jóvenes entre el rango de 8 a 10 días de edad fueron los que más casos positivos de diarrea presentaron con un total de 14/20 animales para una frecuencia del 70 % (IC<sub>95%</sub> 45.6-87.1). Las heces se catalogaron en líquidas, semilíquidas y pastosas, con frecuencias de 100%, 88% y 28% respectivamente y el patógeno con mayor frecuencia fue *Cryptosporidium parvum* con el 46% (14/30), seguida de *E. coli* 33% (10/30), Rotavirus y Coronavirus 16% (5/30) cada uno.

**Conclusiones e implicaciones:** De acuerdo con los resultados obtenidos se observa que los becerros lactantes de las UPP, del estado de Veracruz presentan riesgo de contraer algún patógeno causal de la Diarrea Neonatal Bovina, lo que afecta en gran medida los parámetros productivos de la UPP, esto por el manejo zoonosanitario que se les da a los animales, *C. parvum* es uno de los patógenos que con mayor frecuencia se presenta generando diarreas en el animal y teniendo un potencial zoonótico por la transmisión del mismo a los humanos.

**Recomendaciones:** Promover cambios, fomentar estrategias y encaminar modelos de prevención para mejorar los parámetros zoonosanitarios en la producción, son importante para evitar la presencia de diarreas en los terneros, en especial en sus primeras semanas de vida, viéndose reflejada la disminución de gastos por atención veterinaria, capacitación y manejo de animales enfermos en las UPP del estado de Veracruz. También realizar campañas de socialización sobre los patógenos que tiene alto potencial zoonótico, para evitar contagio con los trabajadores.

## Referencias

- Dahmani H, Ouchene N, Dahmani A, Ouchene-khelifi NA. First report on *Cryptosporidium parvum*, *Escherichia coli* K99, rotavirus and coronavirus in neonatal lambs from north-center region, Algeria. *Comp Immunol Microbiol Infect Dis.* 2020;73.
- Mawly J Al, Grinberg A, Prattley D, Moffat J, Marshall J, French N. Risk factors for neonatal calf diarrhoea and enteropathogen shedding in New Zealand dairy farms. *Vet J.* 2015;203:155–60.
- Romero D, Godoy O, García Z, Palacios FM, Chavarría B. Prevalence of *Cryptosporidium* spp. and associated risk factors in female calves in the central region of Veracruz, Mexico. *Trop Subtrop Agroecosystems.* 2012;15:89–94.
- Hernández O, Romero D, García Z, Cruz C, Aguilar M, Ibarra N de J, et al. Prevalencia de Criptosporidiosis Bovina en tres regiones ecológicas de la zona centro de Veracruz, México. 2011;13:461–7.

## SEROLOGÍA DE *Neospora caninum* EN EL SISTEMA BÚFALO/BOVINO DEL CENTRO DE VERACRUZ, MÉXICO.

SEROLOGY OF *Neospora caninum* IN THE BUFFALO/BOVINE SYSTEM OF THE CENTER OF VERACRUZ, MEXICO.

Reyes SRM<sup>1\*</sup>, Romero SD<sup>1</sup>, Cruz RA<sup>1</sup>, Chaparro GJJ<sup>2</sup>, López HKM<sup>1</sup>, Lammoglia VMA<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana.

<sup>2</sup> Universidad de Antioquía, Colombia

<sup>3</sup> Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Tuxpan, Veracruz

\* [popoxtla1@hotmail.com](mailto:popoxtla1@hotmail.com)

**Palabras clave:** *Neospora caninum*, ganadería tropical, búfalo de agua

### Introducción.

La bubalinocultura está creciendo en el mundo, el búfalo de agua (*Bubalus bubalis*) produce carne, leche y es empleado en trabajos de tracción, presenta ventajas frente a los bovinos en cuanto a producción de leche y carne. En México dicha actividad está en auge; como muestra la SAGARPA planea formalizar dicha actividad como Sistema Producto. Debido al auge de la bubalinocultura actual, varios productores están cambiando de manera paulatina al ganado bovino por bufalino por sus conocidas ventajas, durante este cambio es común mantener a búfalos y bovinos viviendo de forma muy cercana debido a la dificultad de mantenerlos por separado cuando hablamos de la ganadería extensiva o de doble propósito característica de la zona central del estado de Veracruz, México. Los búfalos son susceptibles a las enfermedades que atacan a los bovinos, como la neosporosis bovina, considerada la principal causa de aborto a nivel mundial y esta enfermedad es también reconocida como la principal causa de fallo reproductivo en poblaciones bovinas susceptibles a nivel mundial, causando grandes pérdidas económicas de manera especial en bovinos, en los cuales la infección se transmite vía transplacentaria. Gracias a su importancia económica en la industria ganadera internacional se han dirigido diferentes estudios para conocer la seroprevalencia frente a *N. caninum* en búfalos de agua alrededor del mundo, y debido a las dificultades para diagnosticar la neosporosis clínica, las pruebas serológicas son necesarias y útiles para la detección de anticuerpos. En México son pocos los estudios dirigidos a conocer la situación epidemiológica de *N. caninum* en búfalos y hasta el momento no existen reportes de este agente en Unidades de Producción Pecuaria (UPP) donde conviven búfalos y bovinos de manera conjunta.

### Objetivo.

El objetivo del presente estudio fue determinar la presencia de anticuerpos anti-*N. caninum* en dos Unidades de Producción Pecuaria con sistema búfalo/bovino ubicadas en la zona central del estado de Veracruz, México.

### Materiales y Métodos.

En cada UPP, se aplicó una encuesta general y una individual para la colecta de datos como: especie, edad, sexo, condición corporal, nacido en la UPP, vacunación, fuente de agua y densidad poblacional, entre otras. Las variables tomadas en cuenta han sido mencionadas como factores de riesgo para presencia de anticuerpos anti-*N. caninum* anteriormente. En ambas UPP, se incluyó el total de la población bufalina y bovina en el muestreo. En la U1 se incluyeron 31 búfalos (tres machos y 28 hembras con edades de 4 a 120 meses, de fenotipo Murrah), 50 bovinos (cuatro machos, 46 hembras con edades de 0.3 a 132 meses, todos de fenotipo cruza), los bóvidos (bovinos y búfalos de agua) se mantienen en producción extensiva en potreros con pasto Pará (*Urochloa mutica*), Mombaza (*Panicum maximum*) y grama nativa, con rotación mensual en el caso de los bovinos, los búfalos permanecen en el mismo potrero por periodos de 4 a 6 meses y sin ningún tipo de suplementación para ambas especies. Únicamente los bovinos son sometidos a programa de vacunación y desparasitación anual. En la U2 se muestrearon 22 búfalos (ocho machos, 14 hembras con edades de 3 a 96 meses, con fenotipo Murrah), 35 bovinos (7 machos, 28 hembras, con edades de 1 a 121 meses, de fenotipo Beef master), ambas especies se mantienen en producción extensiva en potreros con pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*) y grama nativa con rotación mensual, suplementan su alimentación con desecho de elote (maíz) y sales minerales y solamente los bovinos se someten a un programa de vacunación y desparasitación semestral. Se tomaron muestras sanguíneas entre febrero y marzo de 2019 con equipo de vacío sin anticoagulante por punción de las venas yugular o caudal para la separación de suero las muestras se centrifugaron a 1000 g durante 10 minutos y fueron almacenados a -20°C hasta su posterior análisis. Se utilizó la prueba ensayo inmunoabsorbente ligado a enzimas (ELISA) para la identificación de anticuerpos IgG contra *N. caninum*, empleando un paquete comercial de la marca IDEXX®-Laboratories (Sensibilidad 98.6% y Especificidad de 98.9%), siguiendo las especificaciones del fabricante; la lectura de las placas se realizó con un espectrofotómetro de la marca Bio-Rad® modelo 680, se midió la densidad óptica y longitud de onda con un filtro de 650 nm. El análisis de resultados se hizo con la ayuda del software STATA versión 14.0, se calculó la frecuencia. La asociación de infecciones con datos generales de las UPP, bovinos y búfalos se analizó por X<sup>2</sup>, se calcularon los intervalos de confianza IC al 95%. Los valores de  $p < 0.05$  se consideraron estadísticamente significativos. Un rancho se consideró positivo cuando al menos un animal presentó anticuerpos contra *N. caninum*.

## Resultados.

Se detectaron anticuerpos en ambas UPP estudiadas y en las dos especies. 63/138 animales presentaron anticuerpos contra *N. caninum* con una frecuencia de 45.6% (IC95% 37.1-54.3). Con relación a la U1, 40/81 animales resultaron seropositivos con el 49.3% (IC95% 38.1-60.6), en la U2, 23/57 animales resultaron seropositivos con 40.3% (IC95% 27.8-54.1). La población de búfalos fue la que resultó con mayor presencia de anticuerpos contra *N. caninum*, 26/31 de la U1 con 83.8% (IC95% 66.2- 94.5) y 12/22 de la U2 con 54.5% (IC95% 32.2-75.6), de acuerdo con la especie animal, 38/53 búfalos, presentaron la mayor frecuencia con 71.6% (IC95% 57.6- 83.2) y bovinos 25/85 con 29.4% (IC95% 20.0-40.2), con relación a la edad, los animales de 1-24 y 73-96 meses, resultaron con mayor presencia de anticuerpos contra *N. caninum* 52.5% (IC95% 36.12-68.4) y 50% (IC95% 28.2-71.7), respectivamente, para el caso del sexo en los sementales 7/13 resultaron seropositivos con el 53.8% (IC95% 25.1-80.7) y en 56/118 hembras con 47.4% (IC95% 38.1-56.8), de acuerdo con la Condición Corporal (CC) de los animales, la

frecuencia osciló para la CC1, CC2 y CC3 entre 12.5, 50.0 y 42.1% respectivamente, se presentó mayor frecuencia en los nacidos dentro de las UPP 44/86 con el 51.1% (IC95% 40.1-62.1), hablando de vacunación, aquéllos que no son vacunados 41/61 resultaron con la mayor frecuencia de anticuerpos 67.2% (IC95% 53.9-78.6), de acuerdo con si los animales frecuentan y/o toman agua de represa, 38/53 animales presentaron el 71.6% (IC95% 57.6-83.2), por último, la densidad poblacional indica que los bovinos que conviven en un espacio de 1.2 animales /hectárea presentaron la mayor seropositividad con el 83.8% (IC95% 66.2-94.5).

## Discusión.

Se ha descrito que los búfalos tienden a reflejar seroprevalencias ante *N. caninum* superiores a las reportadas en bovinos, principalmente cuando ambas especies conviven y/o interactúan de manera frecuente, lo que concuerda con las frecuencias encontradas y sistema de manejo de ambas UPP consideradas en el presente escrito. En México, hasta el momento solo hay una prevalencia sérica descrita en búfalos del 24.3% en el estado de Veracruz. Con respecto a bovinos, la seroprevalencia encontrada en ambas UP está por encima de lo reportado en México ya que son pocos los estudios realizados en condiciones similares; entre ellos, se reporta en el estado de Veracruz un 26% de prevalencia general incluyendo ganado lechero, de carne y sus cruza y de 20.8% en ganado de doble propósito, así mismo, en el sureste se reporta un 11.6% en ganado productor de carne. Al analizar las fechas de publicación de los estudios antes mencionados en México, es posible considerar a la neosporosis como un problema endémico cuando menos en ganado bovino. Se ha descrito que la probabilidad de presentar anticuerpos contra *N. caninum* aumenta con el paso del tiempo, también se ha reportado que a mayor edad aumenta la posibilidad de infección, reinfección o reactivación de esta, la diferencia entre las seroprevalencias aquí descritas puede estar relacionada con la transmisión horizontal, debido al consumo de pastos y agua contaminados aquí mencionados. Las condiciones climatológicas características de la zona pueden también contribuir con la seropositividad, las altas temperaturas y lluvias parecen tener un efecto benéfico sobre la esporulación de los ooquistes de *N. caninum* y su diseminación, además dichas condiciones promueven la proliferación de hongos y bacterias, que afectan al ganado y provocan que el sistema inmunológico no sea capaz de proteger adecuadamente al individuo, con lo cual puede tener lugar una reactivación de la infección en los animales infectados crónicamente. Otro riesgo de infección identificado de manera reiterada en estudios de tipo serológico es compartir bebederos con otras especies y el origen el agua, lo que puede tener relación con la transmisión horizontal por consumo de agua contaminada con ooquistes esporulados de *N. caninum* excretados por caninos, que también pueden contaminar las praderas y así contribuir al aumento en el riesgo de infección. La predilección de los búfalos por las zonas inundables cobra también importancia gracias a que los ooquistes pueden ser arrastrados por las corrientes de agua y concentrados en los sitios de descanso y baño que atraen a los búfalos, multiplicando el riesgo de consumirlos con el agua. Por otra parte, se ha reportado que los búfalos tienen una elevada posibilidad de presentar anticuerpos anti-*N. caninum* de 3-7 veces superior que los bovinos, así como que el búfalo es resistente a la neosporosis y presenta menos signos clínicos de la enfermedad. Dicho fenómeno puede estar relacionado con la rusticidad del búfalo, su sistema inmunológico, edad, ruta de infección y factores externos como alimentación, manejo y atribuibles al aislado como dosis infectante o patogenicidad, aunque se postula que los búfalos han co-evolucionado con el parásito y desarrollado tolerancia, sin embargo, a pesar de su aparente resistencia a la enfermedad, ha sido posible infectar de manera experimental hembras bufalinas, producir

el aborto en ellas y detectar ADN en fetos bufalinos. La alta frecuencia serológica en ganado bufalino aumenta la probabilidad de transmisión horizontal dentro de las UP, esta es otra de las razones por la cual la frecuencia de anticuerpos es mayor en ganado bufalino en este tipo de sistema de producción, lo antes dicho guarda una relación muy estrecha con la densidad de población pues en ganado lechero que cuenta con una elevada densidad poblacional se han reportado prevalencias y seroprevalencias superiores al 80%.

Conclusiones: Se comprobó la presencia de anticuerpos contra *N. caninum* en población bovina, bufalina de las UP estudiadas y se confirmó que existe una mayor frecuencia de anticuerpos en búfalos de agua cuando cohabitan con bovinos en las condiciones de producción extensiva del sistema búfalo/bovino en la zona centro de Veracruz, México.

### **Bibliografía**

- Dubey JP. Review of *Neospora caninum* and neosporosis in animals. Korean J. Parasitol. 2003; 41(1):1–16.
- Dubey JP, Jenkins MC, Rajendran C, Miska K, Ferreira LR, Martins J, et al. Gray Wolf (*Canis lupus*) is a natural definitive host for *Neospora caninum*. Vet Parasitol. 2011; 181(2-4):382-387.
- Rezvan H, Khaki A, Namavari M, Abedizadeh R. An investigation of the concurrency of anti-*Neospora* antibody and parasitemia in water buffalo (*Bubalus bubalis*) in northwest of Iran. Vet Res Forum. 2019; 10(1):79–84.
- Reichel MP, Mc Allister MM, Nasir A, Moore DP. A review of *Neospora caninum* in water buffalo (*Bubalus bubalis*). Vet Parasitol. 2015; 212:75-79.

## FRECUENCIA DE PATÓGENOS CAUSALES DE DIARREA NEONATAL BOVINA EN BECEROS LACTANTES DE RANCHOS GANADEROS DEL CENTRO-SUR DE VERACRUZ

FREQUENCY OF CAUSAL PATHOGENS OF NEONATAL BOVINE DIARRHEA IN NURSING CALVES FROM LIVESTOCK RANCHES OF THE SOUTH-CENTER OF VERACRUZ

Juárez MR<sup>1</sup>, Romero SD<sup>1\*</sup>, Bravo RJL<sup>1</sup>, Cruz RA<sup>1</sup>, Aguilar DM<sup>1</sup>, Velázquez SF<sup>1</sup>, Cárdenas AC<sup>1</sup>, Chavarro JJP<sup>1</sup>, Sánchez N<sup>2</sup>, Chavarría MB<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Parasitología. Cuerpo Académico UV-CA-430 "Zoonosis y Vigilancia Epidemiológica". Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Veracruzana. Circunvalación y Yáñez S/N, Colonia Unidad Veracruzana. CP. 91710. Veracruz, Veracruz, México. <sup>2</sup>Merck Sharp & Dohme Animal Health. Santiago Tianguistenco, Estado de México.

[dromero@uv.mx](mailto:dromero@uv.mx)

**Palabras Clave:** Terneros, diarreas, patógenos.

### Introducción

Las diarreas neonatales en los rumiantes constituyen uno de los síndromes más frecuentes en las primeras semanas de vida y producen graves pérdidas económicas relacionadas con la mortalidad y el retraso del crecimiento. Entre los numerosos agentes causantes de estas patologías, tanto infecciosos como parasitarios, cabe destacar la infección producida por Rotavirus, Coronavirus, *Escherichia coli* y *Cryptosporidium* spp., patógenos conocidos con Diarreas Neonatal Bovina (DNB) y que causan grandes pérdidas en los hatos ganaderos. La criptosporidiosis es una enfermedad cosmopolita que afecta a más de 170 especies de vertebrados, aunque su papel patógeno primario no se demostró hasta la década de los ochenta, en rumiantes. *Cryptosporidium parvum* es un protozoario que habita en el borde de las vellosidades intestinales de los terneros, corderos y otras especies animales, el cual puede incluso convertirse en una zoonosis (Romero *et al.*, 2001).

El rotavirus ha sido reconocido como causante de diarreas en muchas especies, incluyendo ovinos, caprinos, equinos, caninos, felinos, roedores, primates y aves. Es el mayor causante de diarreas en animales de ganadería intensiva a nivel mundial. Esta enfermedad usualmente se ve en animales jóvenes, de uno a 8 semanas de edad y también durante la primera semana de vida (Fenner, *et al.*, 1992).

El coronavirus, se identifica en becerros sanos y diarreicos, lo que complica su evaluación como patógeno primario, pero se encuentra asociado a tres distintas sinologías clínicas en becerros: diarrea en becerros, disentería de invierno en adultos e infecciones respiratorias en bovinos de diferentes edades y su impacto económico en becerros es considerable. Se ha demostrado que el coronavirus bovino infecta a perros con problemas respiratorios, a humanos con diarrea y a rumiantes silvestres con afecciones intestinales similares a la disentería de invierno (Gómez, *et al.*, 2017).

*Escherichia coli*, por lo general viven en el intestino de manera común ya que ayudan con la digestión entre otras acciones; sin embargo, cuando estas rebasan en cantidad pueden ocasionar enfermedades. Es causante de la diarrea neonatal, una de las enfermedades más comunes en los terneros neonatos y la que da mayor pérdida de reemplazos en ganado lechero. La alta presencia de este patógeno está influenciada por el ambiente y las prácticas

que se manejan. Todo esto incluye desde la transferencia de inmunoglobulinas al becerro, el manejo del ambiente, la nutrición de la madre, el estado sanitario de la vaca y el área donde se encuentre el becerro. La pérdida razonable debido a diarreas neonatales es menos de 5% y el éxito de una buena crianza de becerros tiene como base el buen manejo (Cho y Yoon, 2014).

### **Objetivo**

Determinar la frecuencia de patógenos causales de diarrea neonatal bovina en becerros lactantes en ranchos ganaderos del Centro y Sur del estado de Veracruz.

### **Materiales y Métodos**

Se realizó un estudio epidemiológico de tipo transversal y por conveniencia se seleccionaron los ranchos a muestrear en seis municipios del estado de Veracruz. El tamaño de muestra se determinó mediante el programa Win Episcopy Ver. 2.0, para estimación de una proporción máxima a 50%, con un nivel de confianza de 95% y un margen de error de 5%, en una población de tamaño desconocido, lo que resultó un tamaño de muestra  $\geq 100$  becerros lactantes de uno a 15 días de nacidos. Se tomaron muestras de heces directas del recto con un guante de látex de 100 becerros, y se identificaron con el número del animal, fecha de nacimiento, número y/o nombre de la madre.

Se aplicó una encuesta general y una individual por cada animal muestreado (Anexo A y B). Las variables de estudio en los becerros fueron: la edad, el sexo, y episodios conocidos de diarrea. Para el diagnóstico de los agentes patógenos se utilizó el kit comercial "Rainbow Calf Scours" (BioX Diagnostics de *E.coli*, Rotavirus, Coronavirus, *Cryptosporidium* sp. Los datos de las encuestas se capturaron en una hoja de cálculo Excel®, se analizaron con estadística descriptiva a través del programa STATA ver 14.0 y se determinó la frecuencia y las diferencias entre los grupos con  $\chi^2$  (Thrusfield, 2005). Se evaluó la asociación epidemiológica entre los agentes y se obtuvieron las frecuencias por municipio.

### **Resultados y Discusión**

De los 100 becerros lactantes que se muestrearon correspondientes a ranchos ganaderos ubicados en seis municipios del Centro y Sur del estado de Veracruz, 16 terneros resultaron con la presencia de algún patógeno que presente en la diarrea neonatal bovina, siendo la frecuencia general del 16% (IC<sub>95%</sub> 9.7-25.0). Los ranchos ubicados em Cd. Alemán, fueron los que presentaron mayores animales positivos con el 42.8% (IC<sub>95%</sub> 22.6-65.5).

De acuerdo con la variable sexo, la mayor frecuencia se presentó en las hembras con el 19.4% (IC<sub>95%</sub> 11.1-31.2). Con relación a la edad de los animales, la frecuencia fue del 16% (IC<sub>95%</sub> 7.6-29.6) para todos los animales (1-15 días). Sin embargo, para el caso de la presencia de diarreas, solo un animal presentó y fue el 100% y 15/99 que no presentaron diarrea, resultaron con una frecuencia del 15.1% (IC<sub>95%</sub> 9.7-25.0).

Se encontró que, de la totalidad de las muestras recolectadas, 1 (1.0 %), 5 (5.4 %), 3 (3.2 %) y 10 (10.8 %) fueron positivas a *Cryptosporidium* spp, *E coli*, Coronavirus y Rotavirus respectivamente.

Varios autores han reportado la presencia de ooquistes de *Cryptosporidium* spp, en las heces de terneros, los mismos encontraron que los animales que excretan el protozooario tienen mayor probabilidad de presentar diarrea (Singh *et al.*, 2006; Torsein *et al.*, 2011); sin embargo, se debe tener en cuenta que el agente es detectado en un alto número de animales sanos y su presencia no siempre es causal de la enfermedad. La presencia de coinfección de dos patógenos son factores que incrementan el riesgo de desarrollo de la enfermedad; sin embargo, la interacción de los agentes no incrementó la probabilidad de que los animales presentaran la enfermedad, posiblemente porque el efecto es ejercido individualmente o por

el número escaso de infecciones combinadas (n=3) presentes en el estudio. Los animales positivos a Rotavirus por la prueba tuvieron 2.6 mayor probabilidad que los demás animales de presentar DNB, respectivamente.

### **Conclusiones e Implicaciones**

Se identificó la presencia de Rotavirus, Coronavirus, *Escherichia coli* y *Cryptosporidium* spp. en becerros lactantes en ranchos ganaderos del Centro y Sur del estado de Veracruz. En el país pocos estudios se han realizado que determinen los agentes involucrados con la diarrea neonatal bovina, así como que evalúen las pruebas rápidas comerciales; por lo tanto, los resultados presentados son los primeros que muestran la importancia de todos los patógenos involucrados en la Diarrea Neonatal Bovina; así como el impacto económico que puede tener su presencia en los becerros lactantes de las diferentes zonas donde se encuentran los ranchos ganaderos de Veracruz.

### **Reconocimientos**

Al Laboratorio MSD, por el financiamiento otorgado para la realización de este trabajo.

### **Referencias bibliográficas**

- Cho Y., Yoon K.J. (2014). An overview of calf diarrhea - infectious etiology, diagnosis, and intervention. *Viruses, Bacteria y Protozoa. J. Vet. Sci*, 15(1): 1-17.
- Gómez D.E., Arroyo L. G., Poljak Z., Viel L., Weese J. S. (2017). Detection of Bovine Coronavirus in Healthy and Diarrheic Dairy Calves. *J Vet Intern Med*, 31 (6):1884-1891
- Torsein, M., Lindberg, A., Sandgren, C. H., Waller, K. P., Törnquist, M., & Svensson, C. (2011). Risk factors for calf mortality in large Swedish dairy herds. *Preventive veterinary medicine*, 99(2-4), 136–147.  
<https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2010.12.001>

## PRESENCIA DE *Babesia* SPP EN OVINOS EN PASTOREO EN LA ZONA NORTE DEL ESTADO DE VERACRUZ

PRESENCE OF *Babesia* SPP IN GRAZING SHEEP IN THE NORTHERN ZONE OF VERACRUZ STATE

Morales Y\*<sup>1</sup>, Romero SD<sup>2</sup>, Reyes RM<sup>2</sup>, Alarcón MA<sup>1</sup>, Garcez N<sup>1</sup>, Bello AE<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias-Universidad Veracruzana. Tuxpan, Veracruz.

<sup>2</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia – Universidad Veracruzana. Veracruz, Veracruz.

[maralarcon@uv.mx](mailto:maralarcon@uv.mx)

**Palabras Clave:** Garrapata, Babesiosis, Hemoparásitos, Ovinos.

### Introducción

La zona Norte del estado de Veracruz es considerada de clima tropical y subtropical; el cual es óptimo para la presencia de ectoparásitos como lo son las garrapatas, las cuales transmiten diversas enfermedades hemoparasitarias, tal como babesiosis. La babesiosis es una enfermedad parasitaria producida por protozoos del género *Babesia*, éstos parasitan los eritrocitos y producen en el animal una sintomatología relacionada con fiebre, hemoglobinuria, ictericia y anemia, la cual se presenta en el 30% al 50% de los casos. Esta enfermedad es transmitida por la picadura de garrapatas, por lo cual todas aquellas zonas en donde habiten las garrapatas serán consideradas zonas de riesgo, la patogenicidad dependerá de la especie de *Babesia* en particular. Las especies de *Babesia* más comunes en los pequeños rumiantes como los ovinos son *Babesia ovis*, *Babesia motasi*, y en menor medida *Babesia crassa*, patógeno identificado a nivel mundial. Los hospedadores definitivos pueden ser todos los animales domésticos. No obstante, se debe recalcar que es una parasitosis de suma importancia en rumiantes. Los ovinos en nuestro país han adquirido gran relevancia en los últimos años, y es considerada como una especie con cualidades únicas para el sector agropecuario manifestándose en un incremento en la población animal. En ovinos es muy raro encontrar casos graves de babesiosis, debido a que en áreas endémicas encontraremos una gran cantidad de animales infectados por garrapatas, lo que genera un aumento de la inmunidad del hospedador por la existencia de sucesivas exposiciones. Sin embargo, se han presentado casos de babesiosis, donde causan disminución en el rendimiento de los animales, elevadas tasas de morbilidad y mortalidad, y costos elevados en tratamientos. Siendo así uno de los principales problemas que aquejan la producción de ganado, generando grandes pérdidas económicas. En la actualidad las enfermedades hemoparasitarias son de gran importancia a nivel productivo, ya que son consideradas como una de las mayores amenazas para el crecimiento del sector pecuario en América latina y otras regiones del trópico y subtropical del mundo.

### Objetivo

Establecer la presencia de *Babesia* spp. en ovinos en pastoreo en la zona norte de Veracruz.

### Material y Métodos

El estudio se realizó en los municipios de Tuxpan de Rodríguez Cano, Tancoco, Cerro Azul y Álamo Temapache de la zona norte del estado de Veracruz. La población objeto de estudio fueron 100 ovinos de distintas edades y sexo, obteniendo el tamaño de muestra por conveniencia, técnica de muestreo no probabilística. Las muestras sanguíneas se obtuvieron sangrando la vena yugular, previamente desinfectada de los 100 ovinos con ayuda de un vacutainer No. 21, extrayendo 3 ml de sangre por animal recolectándola en un tubo con anticoagulante Ácido Etilendiaminotetraacético (EDTA). Cuidando la cadena fría fueron almacenadas a una temperatura de 4°C. Una vez teniendo todas las muestras fueron llevadas al laboratorio de parasitología, en la Posta zootécnica "Torreón

del Molino” de la Universidad Veracruzana, ubicada en Veracruz, Ver. En donde las muestras fueron separadas en tubos Eppendorf de 1.5 ml, se numeraron del 1 al 100 y se congelaron hasta su procesamiento. Se llevó a cabo la técnica de extracción de ADN con el protocolo Chelex al 5%. Para la técnica de Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR) se utilizó el protocolo de PCR (tipo semianidado) para el género *Babesia/Theileria*. Con este protocolo se amplifica *Babesia* y *Theileria*, después se procedió a secuenciar para confirmar la especie. En cuanto a la distribución de muestras para la amplificación del gen, se optó por realizar grupos de 5, obteniendo de esta manera 20 grupos con las diferentes muestras, 2 controles positivos: *Babesia bovis* y *Babesia bigemina* y un control negativo. En una segunda amplificación se seleccionaron 8 muestras al azar, un control positivo *B. bovis* y un control negativo para amplificarlas de manera individual. Los productos obtenidos de la amplificación se sometieron a electroforesis en geles de agarosa de 1.7 % y TAE, añadiendo bromuro de etidio (BrEt) para teñir, ya que éste absorbe luz ultravioleta de  $\lambda \approx 300$  nm, y emite una luz anaranjada de 590 nm, mediante la cual se puede observar la posición y cantidad relativa del ADN en el gel tras la electroforesis. Se utilizó un marcador de peso molecular de 100 pb (Thermo Fisher Scientific, Estados Unidos). Y se corrieron a 70/80 volts durante 60/40 minutos. Las bandas se visualizaron en un transluminador de luz ultravioleta.

### Resultados

Al realizar la toma de muestras para este estudio se observó la presencia de garrapatas del género *Rhipicephalus* en los ovinos de los sitios de muestreo 1 y 2, y total ausencia en los sitios 3 y 4. De acuerdo con los resultados obtenidos no se encontró evidencia de la presencia de *Babesia* spp. mediante la técnica de PCR.

Del total de la población de estudio.	POSITIVOS	NEGATIVOS
	0 %	100%

### Discusión

Aunque la Babesiosis en ovinos se ha encontrado en un porcentaje mínimo en otros países como Colombia (Carvajal, 2018), es imposible descartar su presencia en México, ya que esta enfermedad es transmitida principalmente por garrapatas en climas tropicales y subtropicales (Navarrete y Reina, 2001), clima que tenemos en algunas partes del estado de Veracruz. Las garrapatas que transmiten *Babesia* pertenecen a la familia *Ixodidae* la cual es caracterizada por ser la más diversa a nivel global. No obstante, es imposible afirmar que todas las garrapatas pertenecientes a esta familia pueden transmitir *Babesia*, ya que no existen estudios que lo comprueben. Se han descrito diferentes prevalencias del 2.4% hasta 29% mediante frotis sanguíneo, según lo reportado hasta el momento (De León Robles, 2019 y Carvajal, 2018), el agente más comúnmente detectado en ovinos es *B. bigemina* con una prevalencia del 34.7% mediante PCR (Carvajal, 2018). Las parasitemias descritas en este tipo de ganado es muy baja en las diferentes especies que el género *Babesia* puede infectar, hablando de ovinos se reportan parasitemias del 0.07% - 0.60% (De León Robles, 2019), aun cuando la técnica de PCR tiene una alta sensibilidad y especificidad dichas parasitemias hacen difícil la detección de su ADN. Por otro lado, es recomendable realizar un muestreo más amplio en donde se involucren más municipios de la zona norte de Veracruz, utilizando algunas pruebas serológicas, junto con la técnica de PCR para poder descartar la presencia de *Babesia*.

### Referencias

- Carvajal N. (2018). Evaluación de la presencia de *Babesia* sp. en ovinos del municipio de Montelibano, Departamento de Córdoba, Colombia. (Magister en Ciencias - Microbiología). Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias, Instituto de Biotecnología Bogotá, Colombia.
- De León Robles, E. A. (2019). Determinación de *Babesia* sp. En el hato de ovinos del instituto indígena Santiago, Mixco, Guatemala, empleando frote sanguíneo como método de

diagnóstico (médica veterinaria). Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Escuela de Medicina Veterinaria.  
Navarrete, L., y Reina, F. S. (Ed). (2001). Babesiosis. Parasitología Veterinaria. Zaragoza: Acribia.

## ANÁLISIS DE FRECUENCIA DE ANTICUERPOS ANTI-LEPTOSPIRA EN HATOS DE BOVINOS DEL ESTADO DE VERACRUZ.

FREQUENCY ANALYSIS OF ANTI-*LEPTOSPIRA* ANTIBODIES IN BOVINE HERDS OF THE STATE OF VERACRUZ.

Gutiérrez MR<sup>1</sup>, Acevedo LP<sup>2</sup>, Sánchez MS<sup>3,4</sup>, Romero SD<sup>1</sup>, Flores PA<sup>1</sup>, Cruz RA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, región Veracruz, Universidad Veracruzana, Veracruz, México. <sup>2</sup>Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos, IREC (UCLM-CSIC-JCCM), Ciudad Real, Spain. <sup>3</sup>Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, región Tuxpan-Poza Rica, Universidad Veracruzana, Tuxpan, Veracruz. <sup>4</sup>- Centro de Medicina Tropical, Unidad de Investigación en Medicina Experimental, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México.

[rgm2145@hotmail.com](mailto:rgm2145@hotmail.com)

**Palabras claves:** Distribución, Hatos, Epidemiología.

### Introducción

La leptospirosis es una enfermedad infecciosa con una amplia distribución geográfica, generada por bacterias patógenas del género *Leptospira*, considerada una enfermedad zoonótica debido a que infecta y se manifiesta en animales domésticos, silvestres y en ocasiones al hombre (Costa et al., 2015; Grégoire et al., 2020; Guedes et al., 2019). En los animales domésticos de producción, en específico los bovinos se le denomina leptospirosis bovina, y esta repercute mediante un impacto negativo en su producción zootécnica ya que ocasiona problemas reproductivos tales como abortos, reabsorciones embrionarias, momificación, nacimiento de becerros débiles; así como disminución la producción de lechera o en ocasiones agalactia (Daud et al., 2018; Loureiro et al., 2020). Por lo que origina pérdidas económicas por bajos índices productivos, gastos de tratamientos y costos de servicios de médicos veterinarios (Carmona-Gasca et al., 2011; Luna et al., 2005).

### Objetivo

El objetivo de este trabajo fue analizar estudios previos de frecuencias de anticuerpos anti-*Leptospira* en bovinos del estado de Veracruz, a partir de datos publicados y no publicados para mostrar una distribución puntual a nivel estatal en hatos ganaderos.

### Metodología

**Área de estudio:** El estudio se realiza en el estado de Veracruz, localizado entre 22° 28' y 17° 09' latitud Norte y 93° 36' y 98° 39' longitud Oeste (INEGI, 2010). El estado tiene una superficie territorial de 71,820 km<sup>2</sup>, y aproximadamente en el 50% de este territorio mantiene una población de 4.8 millones de cabezas de ganado bovino. Anualmente se produce 234 mil toneladas de carne y 700 millones de litros de leche (SIAP, 2018).

**Diseño experimental:** Se realiza un estudio de tipo observacional: analítico y descriptivo de anticuerpos en bovinos en el estado de Veracruz. Esto mediante reportes previos de estudios serológicos en bovinos a diferentes escalas geográficas; e incluyendo algunas especies de murciélagos y roedores como posibles factores de la transmisión de la enfermedad en bovinos.

**Datos de frecuencias de anticuerpos anti-*Leptospira* bovina en Veracruz** Se realizó una consulta de información previa de estudios publicados y no publicados de leptospirosis en bovinos en el estado de Veracruz. Finalizando con un total de 306 hatos ganaderos cada uno con su ubicación geográfica y su nivel seroprevalencia de anticuerpo anti-*Leptospira* sp.

**Representación en mapas de distribución** Con los datos obtenidos de frecuencias se obtuvieron las coordenadas geográficas y con ello se utilizó el Sistema de Información Geográfica Qgis para extrapolar los datos obtenidos y representarlos en mapas del estado de Veracruz para poder visualizar su distribución.

**Análisis estadístico:** Para el análisis estadístico se compararon las frecuencias de las especies de *Leptospira* encontradas en las UPP. Los resultados de las frecuencias son comparados categóricamente entre las especies de *Leptospira* encontradas y las especies de animales estudiados mediante prueba  $X^2$  y prueba exacta de Fisher.

## Conclusiones

La presencia de anticuerpos anti-*Leptospira* en Veracruz está ampliamente distribuida en los diferentes hatos ganaderos, disminuyendo la producción y el rendimiento para los productores, por lo cual es necesario implementar medidas de prevención, control y erradicación.

## Referencias

- Carmona-Gasca, C. A., Lara, L. L., Castillo-sánchez, L. O., Manuel, J., Ko, R. A., & Luna, C. (2011). Detección de *Leptospira santarosai* y *L. kirschneri* en bovinos: nuevos aislados con potencial impacto en producción bovina y salud pública. *Veterinaria México*, 42(4), 277–288.
- Costa, F., Hagan, J. E., Calcagno, J., Kane, M., Torgerson, P., Martinez-Silveira, M. S., Stein, C., Abela-Ridder, B., & Ko, A. I. (2015). Global morbidity and mortality of leptospirosis: A systematic review. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 9(9), 1–19. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0003898>
- Grégoire, F., Bakinahe, R., Petitjean, T., Boarbi, S., Delooz, L., Fretin, D., Saulmont, M., & Mori, M. (2020). Laboratory diagnosis of bovine abortions caused by non-maintenance pathogenic *Leptospira* spp.: Necropsy, serology and molecular study out of a Belgian experience. *Pathogens*, 9(6), 1–15. <https://doi.org/10.3390/pathogens9060413>
- Guedes, I. B., Araújo, S. A. de A., de Souza, G. O., de Souza Silva, S. O., Taniwaki, S. A., Cortez, A., Brandão, P. E., & Heinemann, M. B. (2019). Circulating *Leptospira* species identified in cattle of the Brazilian Amazon. *Acta Tropica*, 191, 212–216. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2019.01.011>
- Luna, M., Moles, L., Gavaldon, D., Vasques, C., & Félix, S. (2005). Estudio retrospectivo de seroprevalencia de leptospirosis bovina en México considerando las regiones ecológicas. *Rev Cubana Med Trop*, 54(1), 28–31. <http://scielo.sld.cu/pdf/mtr/v57n1/mtr05105.pdf>

Acevedo LP .....	49	Hernández CBC .....	2, 31
Aguilar DM.....	43	Hernández ZAZ .....	2
Alarcón MA .....	46	Hernández-Zamudio JA.....	10, 15
Avalos RII .....	27	Juárez MR .....	43
Ávila PME .....	31	Lammoglia VMA .....	27, 39
Barrientos MM .....	34	López DBL.....	31
Belisario DM .....	34	López HKM.....	37, 39
Bello AE .....	46	Martínez-Hernández JM.....	20
Bravo RJL.....	43	Martínez-Velázquez G.....	6, 10, 15, 20
Calderón-Chagoya R.....	6	Medina-Chapa JM .....	20
Calderón-Robles RC .....	6	Montaño-Bermúdez M.....	6, 10, 15, 20
Cárdenas AC .....	43	Montiel PF.....	31
Carrasco GAA .....	2, 20, 31	Morales Y.....	46
Carrillo-Ceballos JM .....	10, 15	Pardío SV .....	37
Chaparro GJJ .....	39	Reyes RM.....	46
Chavarría MB .....	37, 43	Reyes SRM.....	39
Chavarro JJP .....	37, 43	Ríos-Utrera A.....	6, 10, 15, 20
Contreras HG .....	31	Romero CA.....	37
Cortés VJA.....	37	Romero SD .....	37, 39, 43, 46, 49
Cruz RA .....	39, 43, 49	Sánchez MS .....	49
Flores PA.....	49	Sánchez N .....	43
Garcez N.....	46	Straffon-Sánchez AP .....	10, 15
García-Bravo LA.....	6, 10, 15	Upalía-Orozco R.....	10, 15, 20
García-Mateos VX.....	10, 15	Vega-Murillo VE.....	6, 10, 15, 20
Girón-Ruiz Y .....	10, 15	Velázquez SF .....	43
Gutiérrez MR .....	49	Villagómez-Cortes JA.....	6, 20
Hernández BA .....	34	Zavaleta MA.....	34