

IX CONGRESO DE LA ASOCIACIÓN DE MÉDICOS VETERINARIOS ZOOTECNISTAS
ESPECIALISTAS EN BOVINOS DEL ESTADO DE VERACRUZ.
BOCA DE RÍO, VERACRUZ 16, 17 Y 18 DE OCTUBRE DEL 2024.



MEMORIA



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

GANADERÍA SUSTENTABLE



16 AL 19 DE OCTUBRE 2024.



**IX CONGRESO DE LA ASOCIACIÓN DE MÉDICOS VETERINARIOS ZOOTECNISTAS
ESPECIALISTAS EN BOVINOS DEL ESTADO DE VERACRUZ.
BOCA DE RÍO, VERACRUZ 16, 17 Y 18 DE OCTUBRE DEL 2024.**

IX Congreso de la Asociación de Médicos Veterinarios Zootecnistas Especialistas en Bovinos del Estado de Veracruz A. C. Anual. Octubre de 2024. Editores Responsables: Vicente E. Vega Murillo y Maria Luisa Méndez Ojeda. 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.

**IX CONGRESO DE LA ASOCIACIÓN DE MÉDICOS VETERINARIOS ZOOTECNISTAS
ESPECIALISTAS EN BOVINOS DEL ESTADO DE VERACRUZ.
BOCA DE RÍO, VERACRUZ 16, 17 Y 18 DE OCTUBRE DEL 2024.**



BV 050/24



**IX CONGRESO DE LA ASOCIACIÓN DE MÉDICOS VETERINARIOS ZOOTECNISTAS
ESPECIALISTAS EN BOVINOS DEL ESTADO DE VERACRUZ.
BOCA DE RÍO, VERACRUZ 16, 17 Y 18 DE OCTUBRE DEL 2024.**



COMITÉ CIENTIFICO

COORDINACIÓN

RODOLFO CANSECO SEDANO Universidad Veracruzana

RESPONSABLES DE SECCIÓN

MARIA LUISA MENDEZ OJEDA	Universidad Veracruzana	Salud Animal
RODOLFO CANSECO SEDANO	Universidad Veracruzana	Reproducción Animal
MARIA DEL CARMEN MOJICA ENRIQUEZ	Consultor Privado	Nutrición Animal
VICENTE ELIEZER VEGA MURILLO	Universidad Veracruzana	Mejoramiento Genético

CONTENIDO

MEJORAMIENTO GENÉTICO.....	3
COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO EN GANADO DOBLE PROPÓSITO EN LA ZONA COSTERA DEL ESTADO DE VERACRUZ	3
DIVERSIDAD GENÉTICA PARA CARACTERÍSTICAS DE CRECIMIENTO EN SIMMENTAL Y SIMBRAH DE REGISTRO EN MÉXICO	9
TERNEZA DE CARNE AÑEJA DE GANADO CRIOLLO RARÁMURI vs. GANADO COMERCIAL	14
NUTRICIÓN ANIMAL	19
EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE LA INCLUSIÓN DE <i>Gliricidia sepium</i> (COCUITE) EN DIETAS DE CORDERAS BLACK BELLY	19
EFFECTO DE LA COMPLEMENTACIÓN MINERAL Y PROBIÓTICA EN CABRAS GESTANTES Y SU RESPUESTA SOBRE EL DESARROLLO Y VIABILIDAD NEONATAL.....	24
DISEÑO Y ESTABLECIMIENTO DE ARREGLOS ESPACIALES EN UN SISTEMA SILVOPASTORIL INTENSIVO EN EL TRÓPICO SUBHÚMEDO DE VERACRUZ, MÉXICO	29
COMPOSICIÓN DE MACROMINERALES DE ENSILAJES DE PASTO MARALFALFA (<i>Cenchrus sp.</i>) CON GRANO DE SORGO, SOCA DE SORGO, UREA Y DIFERENTES NIVELES DE EXTRACTO DE <i>Yucca schidigera</i>	37
PRODUCCIÓN ANIMAL	43
PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE DE VACAS SARDO NEGRO EN CLIMA TROPICAL SUBHUMEDO (ESTUDIO PRELIMINAR)	43
¿ES RENTABLE LA PRODUCCIÓN BOVINA DE DOBLE PROPÓSITO?.....	48
PENOPEXIA PERINEAL PARA PREPARACIÓN DE TOROS MARCADORES EN LA EMPRESA BOVINA.....	55
PERINEAL PENOPEXY FOR PREPARATION OF MARKER BULLS IN THE BOVINE COMPANY	55
PREVALENCIA DE CUATRO ENFERMEDADES QUE AFECTAN LA REPRODUCCIÓN DE LOS BOVINOS EN VERACRUZ, PUEBLA Y TABASCO	61
REPRODUCCIÓN ANIMAL	64
PRODUCCIÓN DE EMBRIONES IN VIVO MEDIANTE EL USO REDUCIDO DE FSH ADICIONANDO UNA SOLA DOSIS DE ECG.....	64
EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA EDAD Y EL PESO SOBRE EL INICIO DE LA ACTIVIDAD OVARICA EN NOVILLAS PREPUBERES DE CARNE <i>Bos indicus</i> . BAJO CONDICIONES DE PASTOREO EN EL TRÓPICO SUBHÚMEDO DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN.....	68
ADICIÓN DE PLASMA RICO EN PLAQUETAS EN EL MEDIO DE CULTIVO IN VITRO COMO PROMOTOR PARA EL DESARROLLO DE EMBRIONES BOVINOS	75
SALUD ANIMAL	81

CONTENIDO

CINÉTICA DE EXCRECIÓN DE HUEVOS DE NEMÁTODOS GASTROINTESTINALES EN BOVINOS DEL TRÓPICO BAJO DOS SISTEMAS DE PASTOREO.....	81
CONTROL DE LA GARRAPATA <i>Rhipicephalus microplus</i> MEDIANTE PASTOREO ROTACIONAL EN REGIONES TROPICALES HÚMEDAS	88
EL USO DE RHIPICEPHALUS MICROPLUS COMO SUSTRATO MODIFICA EL COMPORTAMIENTO GARRAPATICIDA DE METARHIZIUM ANISOPLIAE?	95
NEOSPOROSIS DURANTE LA GESTACIÓN DEL BÚFALO DE AGUA (<i>Bubalus bubalis</i>) EN EL CENTRO DE VERACRUZ, MÉXICO.	102
SITUACIÓN ACTUAL SOBRE EL CONTROL DE GARRAPATAS EN LA GANADERÍA DEL TRÓPICO MEXICANO.....	107
TUBERCULOSIS BOVINA: DESCRIPCIÓN DE SU PATOGENIA Y REPORTE DE CASOS DE LESIONES A LA NECROPSIA	113
DETERMINACIÓN DE AGENTES INFECCIOSOS RELACIONADOS CON EL COMPLEJO RESPIRATORIO BOVINO EN RANCHOS CHIHUAHUENSES.....	124
ÍNDICE DE AUTORES	128

MEJORAMIENTO GENÉTICO

MEJORAMIENTO GENÉTICO

COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO EN GANADO DOBLE PROPÓSITO EN LA ZONA COSTERA DEL ESTADO DE VERACRUZ

REPRODUCTIVE PERFORMANCE IN DUAL PURPOSE CATTLE IN THE COASTAL AREA OF THE STATE OF VERACRUZ

García BMR^{1*}, Gudiño ERS¹, Vega-Murillo VE¹.

¹ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana, Veracruz.

vvega@uv.mx

INTRODUCCIÓN

La ganadería es una actividad del sector primario que consiste en la cría, tratamiento y reproducción de animales domésticos con fines de producción para el consumo humano (Martín del Campo, 2019). De acuerdo con SIAP (2018), en México esta práctica es muy antigua e importante para su economía y se caracteriza por ser un país ganadero, que cuenta con grandes áreas donde se desarrollan principalmente las ganaderías bovina, porcina, ovina, caprina y aviar. Barrón et al. (2023), mencionan que, en este país, la producción de leche de ganado bovino tiene lugar en muy variadas condiciones agroecológicas, tecnológicas y socioeconómicas, pero es posible identificar tres sistemas de producción: especializado o intensivo, semiespecializado o familiar y de doble propósito. La finalidad del control reproductivo es la mejora en la detección de la problemática reproductiva individual y de los resultados reproductivos globales del hato. Con base en lo anterior el presente estudio evaluará el comportamiento reproductivo de ganado cruzado en razas **Bos taurus** (Holstein, Suizo Americano y Simmental) por **Bos indicus** en una unidad de producción pecuaria (UPP) ubicada en la zona costera del centro de Veracruz.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en una UPP, ubicada en la localidad de Vargas en la zona centro del estado, en el municipio de Veracruz. La UPP se ubica en las coordenadas 19° 12' latitud norte y 96° 08' longitud oeste a una altura de 10 metros sobre el nivel del mar (Grajeda, 2022). El clima es tropical cálido, con una temperatura media anual de 25. 3° C, las lluvias son abundantes de junio a septiembre con periodo prolongado de sequías, (SECTUR, 2019). Esta UPP cuenta con terreno bajo y alto. En la zona alta se manejaron los siguientes pastos: Privilegio (*Panicum máximum*), Estrella de áfrica (*Cynodon plectostachium*) y Pangola (*Digitaria decumbens*), y en zona baja Pará (*Brachiaria mutica*). Así como el uso del ensilado, sales minerales *ad libitum* y bloques nutricionales en época

MEJORAMIENTO GENÉTICO

de seca. Se desarrollaron cruzamientos con diferentes genotipos *Bos indicus* y *Bos indicus* por *Bos taurus* (Holstein, Suizo Americano y Simmental x Cebú en diferentes proporciones) en forma dirigida con uso de Inseminación artificial (I.A.) con detección de celo con toro marcador en el hato de ordeño (dos veces al día) y a tiempo fijo (I.A.T.F.) así como monta controlada (MC) y diagnóstico de gestación dos veces al mes, las hembras se mantienen en la UPP por 7 partos o 10 años en producción. Se llevo a cabo un control sanitario en donde se aplicó la vacunación para Derriengue, Clostridiasis, Pasteurelosis y Leptospirosis, IBR y DVB. Aunado a esto se implementó un control de parasitosis internas y externas con uso de análisis coproparasitoscópico y baño garrapaticida. Se utilizó información recabada en tarjetas individuales de los animales en estudio, la cual se registró en un formato de Excel. La información comprendió 8 años (1996-2004) de evaluación y se analizaron los datos de 1818 animales en diferentes genotipos antes mencionados. Las variables evaluadas fueron: condición ovárica asociada a fertilidad (COF), medida como vacas vacías ciclando (VC), vacas vacías en anestro (VA), posibles gestantes (PG) y gestantes (G). Tasa de gestación (TG), medida como 1 si la hembra estuvo gestando y 0 si estaba vacía.

La ecuación del modelo utilizado en cada caso fue:

$$Y=X\beta+e$$

Dónde:

Y= es la variable respuesta

β =es el vector de soluciones a los efectos fijos incluidos el modelo.

X= es la matriz de incidencia que relaciona a las observaciones (variable de respuesta) con las variables explicativas como, genotipo de la vaca, año, época de concepción

e=es el vector de efectos residuales aleatorios.

RESULTADOS

En esta investigación se buscó identificar la proporción de vacas vacías y gestantes en una UPP en un periodo de 8 años. En el cuadro 1 se presenta la condición ovárica obtenida por 8150 palpaciones transrectales efectuadas en las 1818 hembras durante los años de estudio. Se observó que del total de la proporción de vacas vacías (VV) 45.31% la mayor proporción 56.93% corresponde a hembras vacías ciclando (VC) (presencia de folículos y/o cuerpo lúteo) y un 43.07% a vacas con ovarios estáticos, (VA) 3.41% a vacas posibles gestantes (PG) y un 51.29% a vacas gestantes (G).

Cuadro 1. Número y frecuencias observadas de la condición ovárica en vacas cruzadas *Bos indicus* y *Bos indicus* por *Bos taurus* en una UPP en la zona costera de Veracruz.

Condición ovárica	Número de animales	%
Gestante	4180	51.29
Posible Gestante	278	3.41

MEJORAMIENTO GENÉTICO

Vacía Anestro	1590	19.51
Vacía Ciclando	2102	25.79
Total	8, 150	100

$\chi^2 = 3872.669$, $P = 0.001$

En lo que refiere a los niveles de significancia de los efectos incluidos en el modelo final de la tasa de gestación, el efecto genotipo de la vaca, y año de nacimiento fueron fuentes de variación importantes ($p < 0.01$). El único efecto que no fue significativo fue época de nacimiento de la vaca. En el cuadro 2 se presentan las medias de cuadrados mínimos y errores estándar para la tasa de gestación de vacas cruzadas *Bos indicus* y *Bos indicus* por *Bos taurus*, por genotipo de la vaca. Se observó que el genotipo Cebú por Simmental, fue el que presentó mayor tasa de gestación seguido por Cebú por Suizo Americano, Cebú por Holstein y por último Cebú.

Cuadro 2. Medias de cuadrados mínimos y errores estándar para la tasa de gestación de vacas cruzadas *Bos indicus* y *Bos indicus* por *Bos taurus* en una UPP en la zona costera de Veracruz, por genotipo.

Genotipo de la vaca	Media
Cebú	0.48 ± 0.03^a
Cruzas de Holstein	0.51 ± 0.02^a
Cruzas de Suizo Americano	0.52 ± 0.03^{ab}
Cruzas de Simmental	0.55 ± 0.02^b

^{a b ab} Medias con diferente literal, en la misma columna, son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$).

En el cuadro 3 se presentan las medias de cuadrados mínimos y errores estándar para la tasa de gestación de vacas cruzadas *Bos indicus* y *Bos indicus* por *Bos taurus* por época del año. No se detectaron diferencias ($p < 0.05$) en la tasa de gestación por época del año.

Cuadro 3. Medias de cuadrados mínimos y error estándar para la tasa de gestación en vacas cruzadas *Bos indicus* y *Bos indicus* por *Bos taurus* en una UPP en la zona costera de Veracruz, por época del año

Categoría	Media
1 época de seca	0.52 ± 0.03^a
2 época de lluvias	0.52 ± 0.02^a

MEJORAMIENTO GENÉTICO

3 época de nortes

0.51± 0.03 a

^{a b ab} Medias con diferente literal, en la misma columna, son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$).

DISCUSIÓN

El comportamiento reproductivo en los bovinos ha sido ampliamente descrito y, en los últimos años, el estudio de la condición ovárica ha contribuido grandemente a su entendimiento (Komatsu y Masubuchi, 2017). Las variaciones en la condición ovárica se pueden deber a factores externos como la estación, la alimentación o el manejo, así como a factores internos como la raza y CC (Kojima, 2003). El entendimiento de estas diferencias resulta de importancia para mejorar el comportamiento reproductivo del ganado (Dorneles et al., 2017). En este estudio se obtuvo 45.31 % de VV de las cuales el 56.93% fueron VC, lo que indica que los animales presentaron buena CC, pero existió un mal manejo reproductivo, toda vez que solo se obtuvo el 51.29% de vacas G. En este sentido, Vera et al. (2018), mencionan que en el trópico mexicano se tiene potencial productivo para el desarrollo de la ganadería bovina; sin embargo, existe una baja eficiencia reproductiva con un porcentaje de gestación de 40 a 50%. El genotipo con mayor tasa de gestación fue la cruce con Simmental. López-Ordaz et al. (2009), mencionan que las aptitudes reproductivas que presenta la raza Simmental (madurez sexual temprana, buena fertilidad y habilidad materna y lechera) las aporta al cruzamiento e influye positivamente en la actividad reproductiva de los animales provenientes de los cruzamientos en que se utiliza esta raza. Se encontró mayor tasa de gestación en el ganado cruzado *Bos taurus* por *Bos indicus* que en el *Bos indicus*. García-Díaz et al. (2018), mencionan que en un estudio sobre el comportamiento reproductivo de los genotipos de la raza *Bos indicus* y *Bos indicus* por *Bos taurus* observaron que existió un marcado deterioro de los indicadores reproductivos, influenciados por el genotipo y año de nacimiento. En este estudio se observó que el año nacimiento influyó también en los parámetros reproductivos. Así también, Viamonte (2010), menciona que en un estudio con vacas criollas el efecto de año influyó en los parámetros reproductivos. Por otra parte, en esta investigación no se encontró diferencias en la tasa de gestación por época del año. Contrario a los resultados de Arce et al. (2017), que hacen referencia a que la época del año tiene influencia sobre los parámetros reproductivos en los bovinos a nivel tropical. Así también Galina y Geffroy (2023), señalan que la baja fertilidad del ganado en el trópico resulta de una interacción compleja dentro de las cuales se encuentra época del año.

CONCLUSIÓN

La condición ovárica es el principal factor limitante en la fertilidad de las hembras. Las diferencias raciales en los animales utilizados en este estudio reflejan diferencias en la tasa de gestación en

MEJORAMIENTO GENÉTICO

favor de las hembras cruzadas. Por lo que se concluye que esta UPP cuenta con adecuado manejo y alimentación durante el año, con deficiencia en el manejo reproductivo que no permite mayor tasa de gestación.

BIBLIOGRAFÍA

- Arce, C., Aranda, I.E.M., Osorio, M.M., González, R., Díaz P., y Hinojosa, J.A. (2017). Evaluación de parámetros productivos y reproductivos en un hato de doble propósito en Tabasco, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 8(1), pp. 83-91. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v8i1.4347>
- Barrón, B. O. G., Avilés R. R., Sahagún, Á.C. A., Alcalá, R. J. S., Arispe, V. J., y Garza, C.R.D. (2023). Caracterización de unidades de producción familiar de bovinos, Llera, Tamaulipas, México. *Abanico Boletín Técnico*, 2, pp. 1-21.
- Dorneles, R., Nogueira, G.P., Rocha M., et al. (2017). Characterizing emergence and divergence in the first follicular wave in a tropically adapted *Bos taurus* breed. *Theriogenology* 88: pp. 9-17.
- Galina, C.S., y Geffroy, M. (2023). Dual-Purpose Cattle Raised in Tropical Conditions: ¿What Are Their Shortcomings in Sound Productive and Reproductive Function *Animals*. 13(13):2224. <https://doi.org/10.3390/ani13132224>
- García, D.J.R., Scull, S.J., Sarria, S.Y., Pérez, B.Y., y Hernández, B.M. (2018). Comportamiento reproductivo de los genotipos Cebú y 5/8 Cebú x 3/8 Simmental en la región central de Cuba. *Revista de producción animal*, 30 (2), pp.44-51. Recuperado en 04 de junio de 2024.
- Grajeda, R.R.M. (2022). Indicadores de ICUS y NDVI. Observatorio Universitario Metropolitano de Veracruz. Universidad Veracruzana.
- Kojima, F.N. (2003). The estrous cycle in cattle: Physiology, Endocrinology, and Follicular waves. *The Professional Animal Scientist* 19(2): pp. 83-95.
- Komatsu, K., y Masubuchi, S. (2017). Observation of the dynamics of follicular development in the ovary. *Reproductive Medicine and Biology* 16(1): pp. 21-27.
- López, O.R., García, R.C., García, J.G., y Ramírez, R.V. (2009). Producción de leche de vacas con diferente porcentaje de genes *Bos taurus* en el trópico mexicano. *Técnica Pecuaria en México*. 47(4): pp. 435-448.
- Martín del Campo, J.A. (2019). Punto de acuerdo. Evitar el ingreso de ganado ilegal a territorio nacional y prevenir cualquier tipo de riesgo zoonosario Gaceta del Senado de la República. <https://www.senado.gob.mx> › documento.
- SECTUR. Secretaría de Turismo. (2019). Veracruz me llena de orgullo. Disponible en: <https://www.veracruz.mx/destino.php?Municipio=90>. Consultado: [marzo 2024].
- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2018). La ganadería: símbolo de fortaleza del campo mexicano.

MEJORAMIENTO GENÉTICO

- Vera, A.H.R., Villa, G.A., Jiménez, S.H., Álvarez G.H., De la Torre, S.J.F., Guitérrez A.C.G., León, V.H., Ruiz, H.H., Ruiz, M.A., González, G.F., Santos, E.R., Hernández, M.J.H., y Gutiérrez, A.C.G. (2018). Eficiencia reproductiva de los bovinos en el trópico. Tecnologías para el manejo reproductivo del hato. REDGATRO. Pp. 170.
- Viamonte, M. (2010). Sistema de manejo para incrementar la productividad en vacas de la raza Criolla cubana. Tesis de doctorado. Instituto de Ciencia Animal (ICA) San José de las Lajas, La Habana, Cuba.

MEJORAMIENTO GENÉTICO

DIVERSIDAD GENÉTICA PARA CARACTERÍSTICAS DE CRECIMIENTO EN SIMMENTAL Y SIMBRAH DE REGISTRO EN MÉXICO

GENETIC DIVERSITY FOR GROWTH TRAITS IN SIMMENTAL AND SIMBRAH CATTLE IN MEXICO

Toxqui GVS^{1*}, Torres HA¹, Montaña BM², Martínez VG², Calderón CR², Vega-Murillo VE¹.

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana. ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

vvega@uv.mx

INTRODUCCIÓN

El análisis de señales de selección con SNP (polimorfismos de nucleótido único) se ha utilizado ampliamente en ganado vacuno para identificar regiones del genoma asociadas a características económicamente importantes (Martínez et al., 2019), permitiendo inferir cambios recientes en frecuencias alélicas de secuencias genómicas actuales (Ortega & García, 2011). Las estadísticas entre poblaciones se basan principalmente en el grado de diferenciación debido a las frecuencias de alelos específicos del locus entre las poblaciones, cuando se produce selección en poblaciones cruzadas, se espera que los alelos seleccionados tengan una frecuencia más alta y se desvíen de la media de todo el genoma después de varias generaciones de mezcla, lo que refleja señales de respuesta de selección reciente, estos métodos se pueden agrupar en diferenciación de sitio único y basada en haplotipos (Saravanan et al., 2020).

La selección positiva actúa en poblaciones que comparten factores geográficos, ambientales o fenotipos comunes, de esta manera, los cambios en la frecuencia alélica, ocasionados por la presión de selección en una población, no serán observadas en otras poblaciones, generándose diferencias marcadas en la frecuencia alélica al ser comparadas (Becerra, 2020). La métrica más comúnmente utilizada para la diferenciación de poblaciones es el índice de fijación de Wright (Fst), compara la varianza de las frecuencias de alelos dentro y entre poblaciones y permite identificar los loci específicos de la población bajo selección positiva; valores comparativamente grandes de Fst en un locus indican una marcada diferenciación entre poblaciones, lo que sugiere una selección direccional, valores comparativamente pequeños indican que las poblaciones que se comparan son homogéneas, lo que puede ser indicativo de equilibrio o selección direccional en ambas. (Wright, 1922; Vitti et al., 2013; Maiorano et al., 2018).

Como se describió originalmente, los valores Fst de 0.05 a 0.15 se tomaron para indicar una diferenciación moderada entre poblaciones, de 0.15 a 0.25 es una diferenciación alta y mayores de 0.25 es una diferenciación muy alta (Hall, 2022).

Aumentar la comprensión de la selección positiva y cómo da forma a la variación genética en animales domésticos tiene el potencial de proporcionar conocimientos sobre los mecanismos

MEJORAMIENTO GENÉTICO

involucrados en la evolución, ayudar a identificar loci para la selección y, posiblemente, resaltar la base genética de la diversidad fenotípica para rasgos complejos (MacEachern et al., 2009). La gran cantidad de mediciones F_{st} disponibles representa un recurso de datos que podría brindar información sobre los patrones generales de diferenciación de las razas (Hall, 2022) para características de interés productivo, como es el caso de las características de crecimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó el fenotipo y genotipo de 1,184 animales (600 Simmental y 584 Simbrah) proporcionados por la Asociación Mexicana de Criadores Simmental – Simbrah, pertenecientes a 27 hatos ganaderos ubicados en 18 estados del país. Estos animales fueron previamente genotipados mediante el panel BovineHD Genotyping Beadchip que contiene 150 k SNP (Geneseek® genomic profiler bovine™ 150K) utilizando la plataforma de tipificación de genotipos de Illumina.

El control de calidad de las muestras genotipadas se realizó con el software PLINK v1.9, utilizando 133 marcadores SNP de referencia asociados a genes candidatos para características de crecimiento reportados (Lu et al., 2013) para calcular su efecto sobre los diferentes rasgos de forma individual; se excluyeron todos los SNP con una tasa de llamado < 0.95 y una frecuencia de alelo menor < 0.05 , así como aquellos que no se encontraban en equilibrio Hardy – Weinberg ($P < 1 \times 10^{-6}$) (Purcell et al., 2007).

Para probar la diferencia entre razas, se calculó el Índice de Fijación de Wright (F_{st}) utilizando el método de Weir y Cockerham (1984) en PLINK v1.9. Para todas las comparaciones por pares, se consideraron que los marcadores que presentaron $F_{st} > 0.15$ se definirían como positivos, con los cuales, se realizó un análisis de enriquecimiento con la paquetería “GALLO” del programa R, para la asociación de rutas metabólicas y sus características.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores mínimo, máximo y promedio para el F_{st} fueron -0.0022, 0.2621 y 0.0464 para una población total final de 870 animales Simmental y Simbrah, y 109 marcadores (Cuadro 1). Esto coincide con lo reportado por Dolmotova et al. (2011) en una comparación entre diferentes poblaciones de Simmental y cruza con Holstein (0.039) utilizando microsatélites. MacEachern et al. (2009), realizaron la comparación entre Angus y Holstein (0.07) con un panel de 9,000 SNP y entre poblaciones simuladas (0.09); por su parte, Ordoñez et al. (2022), compararon la diversidad del complejo mayor de histocompatibilidad (MHC) de clase II en el ganado Simmental y Simbrah colombiano con las poblaciones bovinas de todo el mundo, con un valor medio de F_{st} de 0.0208 del grupo formado por las poblaciones Simmental Colombiana Simmental, Simbrah colombiana Simbrah, Yacumeño boliviana y Normando Colombiano; lo que indica que no hay diferenciación.

MEJORAMIENTO GENÉTICO

Valores de Fst		
Media	Mínimo	Máximo
0.0464	-0.0022	0.2621

Tabla1. Valores de Fst entre Simmental y Simbrah.

Mediante el análisis de enriquecimiento funcional, se encontraron siete marcadores asociados a genes, de los cuales, tres fueron previamente asociados a genes candidatos asociados a características de crecimiento (Cuadro 2).

Marcadores candidatos asociados a características de crecimiento				
SNP	FST	GENES CANDIDATOS		CARACTERÍSTICA
Hapmap26264- BTC-037159	0.247849	ENSBTAG00000046561	LCORL	Almohadilla de grasa omental, tejido adiposo intramuscular
		ENSBTAG00000052418		
Hapmap43932- BTA-75850	0.180928	ENSBTAG00000005108	SLIT2	Almohadilla de grasa omental, tejido adiposo intramuscular
				Tejido adiposo intramuscular, músculo infraespinoso,
ARS-BFGL- NGS-40668	0.169508	ENSBTAG00000029783	bta-mir-218- 1	intercostal, biceps, longísimo torácico, glúteo, supraespinoso, musculoesquelético, semimembranoso

Cuadro 2. Marcadores asociados a genes candidatos a características de crecimiento obtenidos en el NCBI (2024).

CONCLUSIONES

MEJORAMIENTO GENÉTICO

Se encontraron tres SNP asociados a cuatro genes candidatos que influyen en las características de crecimiento con F_{st} mayores a 0.15, indican diferenciación entre las razas Simmental y Simbrah para el desarrollo de tejido adiposo y diversos músculos.

Existe diferenciación entre Simmental y Simbrah para características asociadas al crecimiento, el F_{st} promedio de 0.0464, considerado como diferenciación moderada entre ambas poblaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Amaya Martínez, A., Martínez Sarmiento, R., & Cerón Muñoz, M. (2019). Evaluaciones genéticas en bovinos por medio del uso del mejor predictor lineal insesgado genómico en una etapa. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(1), 1 - 13.
- Becerra Buenrostro, J. L. (2020). Detección de señales de selección en ganado bovino utilizando marcadores SNP de alta densidad.
- Hall, S. J. (2022). Diferenciación genética entre razas de ganado - Valores de F_{st} . *Animales*, 12(9), 1115.
- I.Yu. Dolmatova, N.A. Zinovieva, P.V. Gorelov, A.D. Il'Yasov, E.A. Gladyr', A.A. Traspov, & V.I. Sel'Tsov (2011). Características del conjunto de alelos de la población de Bashkiria de ganado Simmental utilizando microsátélites. *Сельскохозяйственная биология*, (6 (eng)), 70-74.
- Lu, D., Miller, S., Sargolzaei, M., Kelly, M., Vander Voort, G., Caldwell, T., ... & Moore, S. (2013). Análisis de asociación de genoma completo para rasgos de crecimiento y eficiencia alimentaria en vacuno de carne. *Journal of animal science*, 91(8), 3612-3633.
- MacEachern, S., Hayes, B., McEwan, J. et al. (2009). Un examen de la selección positiva y el cambio del tamaño efectivo de la población en poblaciones de ganado Angus y Holstein (*Bos taurus*) utilizando una plataforma de genotipado de SNP de alta densidad y la contribución del polimorfismo antiguo a la diversidad genómica en el ganado doméstico. *BMC Genomics* 10, 181 (2009). <https://doi.org/10.1186/1471-2164-10-181>
- Maiorano, A. M., Lourenco, D. L., Tsuruta, S., Toro Ospina, A. M., Satafuzza, N., Masuda, Y., Vasconcelos Silva, J. (2018). Evaluación de la arquitectura genética y señales de selección de poblaciones bovinas Gyr de doble propósito mediante información genómica. *PLoS One*, 13(8). 10.1371/journal.pone.0200694.
- Ordoñez D, Bohórquez MD, Avendaño C y Patarroyo MA (2022) Comparación de la diversidad del MHC DRB3 de clase II en ganado Simmental y Simbrah colombiano en poblaciones bovinas mundiales. *Frente. Gineta*. 13:772885. doi: 10.3389/fgene.2022.772885.

MEJORAMIENTO GENÉTICO

- Ortega, J., & García P, L. (2011). El genoma bovino, métodos y resultados de su análisis. Revista MVZ. Córdoba, 16(1).
- Saravanan, K., Panigrahi, M., Kumar, H., Bhushan, B., Dutt, T., & Mishra, B. (2020). Señales de selección en el genoma del ganado: Revisión de conceptos, enfoques y aplicaciones. Livestock Science, 241. doi: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104257>.
- Vitti, J. J., Grossman, S. R., & Sabeti, P. C. (2013). Detecting natural selection in genomic data. Annual review of genetics, 47(1), 97-120.
- Wright, S. (1922). Coefficients of inbreeding and relationship. The American Naturalist, 56, 330 - 338.

PALABRAS CLAVE: Fst, marcadores moleculares, ganado de carne.

MEJORAMIENTO GENÉTICO

TERNEZA DE CARNE AÑEJA DE GANADO CRIOLLO RARÁMURI vs. GANADO COMERCIAL

TENDERNESS OF AGED BEEF FROM CRIOLLO RARAMURI vs. A COMMERCIAL CROSS
de la Cruz TT¹, Alarcón RAD¹, Huerta JM¹, Titulaer M¹ y García GIA^{2*}.

¹ Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua

² C.E.I.E.G.T. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. igarciag@unam.mx

INTRODUCCIÓN

En el norte de México, particularmente en el estado de Chihuahua existe una de las mayores reservas de ganado Criollo de México. El bovino Criollo Rarámuri posee características genéticas especiales y se ha posicionado como una alternativa sustentable importante para la producción de carne en zonas áridas. En E.U.A. ya se está promoviendo el uso de este material genético para su incorporación a los actuales sistemas de producción y aprovechar las ventajas de rusticidad y adaptación a climas desérticos (Nyamuryekung'e et al., 2022; Roacho Estrada et al., 2023). A pesar de su valiosa rusticidad, la carne de Criollo Rarámuri se ha considerado como magra, dura y con un color poco atractivo, sin la existencia de una base científica que soporte esto. Mejorar la terneza de la carne de manera natural ha sido siempre un reto científico, por lo que la búsqueda de procesos naturales que la mejoren sin afectar otras características organolépticas es imperativa. El añejamiento o maduración de la carne es un proceso natural en el que se permite a las enzimas proteolíticas propias del músculo llevar a cabo la tenderización de la carne después de varios días *post-mortem*. Existen dos metodologías ampliamente desarrolladas, el añejamiento en húmedo y el añejamiento en seco. El añejamiento en seco se refiere a carne sin cobertura superficial expuesta a microorganismos, aire y la humedad relativa propias del ambiente de refrigeración (1-3 °C). Este tipo de maduración potencializa las propiedades organolépticas como sabor, debido a una mayor proteólisis en comparación con el añejamiento húmedo. Por lo que resultaba necesario evaluar el color y la terneza de la carne de ganado Criollo Rarámuri y compararlo con la carne de ganado Comercial (Angus x Hereford) y someterlas a maduración en seco para evaluar si el color y la terneza final eran comparables.

OBJETIVO

Evaluar el color y la terneza de la carne de ganado Criollo Rarámuri vs. Angus x Hereford utilizando la maduración en seco como método para lograr una mayor terneza en la carne de bovino. Los resultados pueden apoyar a la des-estigmatización de la carne de Ganado Criollo Rarámuri y el aprovechamiento de la raza con fines sustentables.

MEJORAMIENTO GENÉTICO

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras de carne (32-36 cm de *Longissimus lumborum*) se obtuvieron de 16 novillos (22 meses de edad aprox.) propiedad de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Diez de ellos eran de raza Criollo Rarámuri (C, 470 kg PV) puro y 6 animales de ganado de cruce comercial Angus x Hereford (E, 520 kg PV). Todos los animales se sacrificaron en rastro tipo TIF. Las canales fueron almacenadas a 4°C por 48 h para superar la fase de *rigor mortis*, previo a los análisis. Las 16 piezas de lomo (1/animal) fueron divididas en tres cortes de 10-12 cm de grosor correspondientes a cada periodo de añejamiento en seco (0, 15 ó 30 d). La asignación al tratamiento de añejamiento fue aleatoria. De manera en cada lomo se probaron los tres periodos de añejamiento. La grasa visible fue removida manualmente previamente a la maduración. Cada corte fue retirado de la cámara de maduración y analizado, una vez cumplido su periodo de añejamiento.

El añejamiento consistió en depositar los 48 (16 animales x 3 porciones) cortes de carne en un equipo de maduración Dry Ager DX 500 (Landig + Lava GmbH & Co. KG, Dry Ager Manufactur Mkstrab 90, Bad Saulgau, Germany). Este equipo contaba con control de temperatura, humedad y con luz ultravioleta para eliminación de microorganismos contaminantes de manera automatizada. El Dry Ager® tenía una capacidad de carga máxima de 100 kg de carne y admitía 2-3 lomos de ternera de 1.2 m de longitud cada uno o el equivalente en peso en piezas más pequeñas. Con unas medidas exteriores de 165 x 70 x 75 cm. Las especificaciones fueron las siguientes; caja externa de acero inoxidable con aislamiento de puerta de cristal tintado con protección UV. Con dimensiones externas de 165 x 70 x 75 cm y dimensiones internas de 138 x 54 x 56 cm, controlador electrónico de humedad de 60% a 90%, flujo de aire óptimo, filtro de carbón activado y esterilización de aire.

Cada corte fue subdividido en 6 filetes transversales a la dirección de las fibras musculares del lomo. Estos tenían 2 cm de grosor y se utilizaron para realizar cada uno de los seis diferentes análisis. De cada filete se realizaron los análisis por triplicado.

Se realizó un análisis de color por triplicado con un colorímetro Minolta (Konica Minolta Camera, U.K. con apertura de 8mm, iluminación C, observador estandar, C=, Y=94.2, X=0.3130) con la metodología propuesta por CIELab. Las coordenadas de color del espacio CIELab, en donde L*, indica luminosidad en rangos desde 0 (negro) a 100 (blanco); a*, cuantifica la intensidad de rojo, con rango +a (rojo) / -a (verde); y b*; mide la intensidad del amarillo, con amplitud +b (amarillo) / -b (azul).

Dos filetes de *Longissimus lumborum* de cada corte fueron utilizados para el análisis de Warner-Bratzler de fuerza de corte o terneza. Estos se cocinaron en un asador eléctrico comercial marca George Foreman (GR2080R, U.S.A) hasta alcanzar una temperatura interna de 71°C (8–12 minutos aproximadamente). La prueba se llevó a cabo utilizando un texturómetro TA.XT2i (Stable Micro Systems, Surrey, UK). Se calcularon los valores pico de cada muestra en al menos 8 repeticiones o réplicas de cada filete, los cuales fueron extraídos con un sacabocado con diámetro de 1.27 cm. Los

MEJORAMIENTO GENÉTICO

datos de fuerza de corte se reportan en Newtons (N) tal como sugiere la misma asociación (AMSA, 2016).

El análisis estadístico de los datos se llevó a cabo por medio de un ANOVA con arreglo multifactorial 2 x 3 (2 grupos raciales, Criollo x Europeo (Hereford x Angus) y 3 tiempos de maduración, 0, 15 y 21 d). La comparación de medias de los factores que resultaron con diferencia significativa ($p < 0.05$) en la interacción o el día de evaluación se realizó por medio de la prueba de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Existió una interacción significativa ($p < 0.05$) de efectos raza y día de maduración. En la Figura 1 se puede observar que la carne de ganado comercial es ligeramente más suave a las 48 h post-mortem. Es decir esta tiene una mayor terniza evidenciada por una menor energía total y esfuerzo de corte. Sin embargo, al añejarse por 15 días, ambos esfuerzos de corte disminuyen con relación a la medición original (día 0) pero se igualan entre razas. Es decir, ambas razas presentan la misma terniza. Después de 30 días de maduración, la carne de raza Criolla Rarámuri es ligeramente más suave que la carne de ganado comercial, la cual ya no mejoró su terniza con 15 días de más maduración.

MEJORAMIENTO GENÉTICO

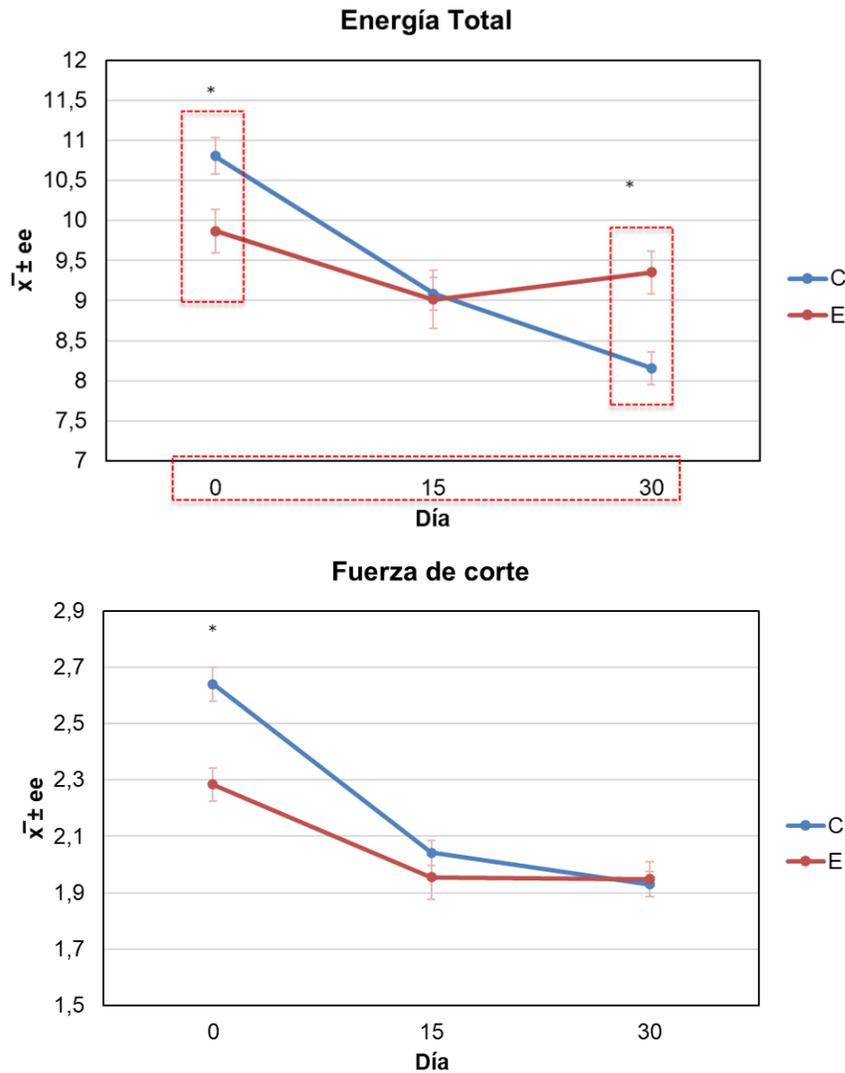


Figura 1. Energía total al corte y Fuerza máxima de corte de lomo (Longissimus) de Ganado Criollo Rarámuri (C) y Angus x Hereford (E) a diferentes días de añejamiento en seco.

Es importante hacer notar que todos los valores de esfuerzo de corte que se observaron en el estudio, tanto de Criollo Rarámuri como de cruce comercial, corresponden a valores de carne con ternera excepcional. Como referencia, el esfuerzo de corte de carne de carne considerada suave es menor a 40 Newtons. Por lo que valores de 28 a 20, corresponden a carne con una ternera muy alta. En el Cuadro 1 se muestra las medias de los valores de L*, a*, b*, C* para cada grupo racial durante los 30 días de maduración. De manera general, no existió diferencia significativa ($p > 0.05$) de color entre los dos grupos raciales. Sin embargo, el añejamiento si presentó un efecto significativo ($p <$

MEJORAMIENTO GENÉTICO

0.05), en donde la tendencia al rojo (a^*), al amarillo (b^*) y el Chroma (C^*) incrementaron durante los días de maduración, al mismo tiempo que la Luminosidad (L^*) se estabilizó e igualó entre razas.

Cuadro 1. Coordenadas de color (tendencia al rojo = a^* , al amarillo = b^* , Chroma = C^* y Luminosidad = L^*) en carne añeja de ganado Criollo Rarámuri y cruce de Angus x Hereford (A x H).

Días de añejamiento	Raza	L^*		a^*		b^*		C^*	
		Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.
0	Criollo	33.69	± 2.93	19.20	± 1.78	9.67	± 0.86	21.51	± 1.85
	A x H	38.62	± 2.32	20.01	± 1.05	10.43	± 1.02	22.57	± 1.31
15	Criollo	35.53	± 2.63	20.90	± 1.59	10.35	± 2.26	23.39	± 2.03
	A x H	37.25	± 3.04	20.06	± 1.05	12.74	± 3.99	23.92	± 2.83
30	Criollo	35.29	± 2.63	20.16	± 1.25	10.89	± 0.76	22.93	± 1.23
	A x H	36.26	± 2.31	19.30	± 2.13	10.32	± 1.57	21.89	± 2.59

CONCLUSIONES

La carne de ganado Criollo Rarámuri macho castrado menor a 2 años, presenta una terneza y color similar a la carne de ganado Angus x Hereford. Por otro lado, la maduración en seco por 15 días tiene un impacto positivo sobre la terneza de la carne, mientras que dicha maduración por 30 días mejora la terneza de la carne de ganado Criollo, pero la de ganado comercial se mantiene en los mismos valores.

REFERENCIAS

- AMSA. (2016). *Research Guidelines for Cookery, Sensory Evaluation, and Instrumental Tenderness Measurements of Meat*.
- Nyamuryekung'e, S., Cibils, A. F., Estell, R. E., VanLeeuwen, D., Spiegall, S., Steele, C., González, A. L., McIntosh, M. M., Gong, Q., & Cao, H. (2022). Movement, activity, and landscape use patterns of heritage and commercial beef cows grazing Chihuahuan Desert rangeland. *Journal of Arid Environments*, 199. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2021.104704>
- Roacho Estrada, O., Rodríguez Almeida, F. A., Utsumi, S. A., Fredrickson, E. L., Bezanilla Enríquez, G. A., Cibils, A. F., Estell, R. E., & Gonzalez, A. L. (2023). Foraging behavior of Raramuri Criollo vs. commercial crossbred cows on rangelands of the southwestern United States and Northern Mexico. *Journal of Arid Environments*, 212. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2023.104943>

Palabras clave. Calidad sensorial, Razas rústicas, Calidad de la carne.

NUTRICIÓN ANIMAL

NUTRICIÓN ANIMAL

EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE LA INCLUSIÓN DE *Gliricidia sepium* (COCUITE) EN DIETAS DE CORDERAS BLACK BELLY

NUTRITIONAL EVALUATION OF THE INCLUSION OF *Gliricidia sepium* (COCUITE) IN DIETS OF BLACK BELLY LAMBS

Giles Martínez RM¹, Martínez Hernández JM²., Herrera Alarcón J¹., Montero Lagunes M³., Juarez Lagunes FI*²., Cervantes Acosta P².

¹Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván. Úrsulo Galván, Ver.

²Universidad Veracruzana. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Veracruz, Ver.

³INIFAP. Campo Experimental La Posta. Paso del Toro, Ver.

fjuarez@uv.mx

INTRODUCCIÓN

El uso de leguminosas arbóreas tropicales (LAT), como suplemento proteico, representa una alternativa para revertir, a la condición natural, la alimentación del ganado rumiante ante los aumentos en los costos por utilización de concentrados comerciales que afectan la rentabilidad del sistema, siendo una ventaja productiva el uso de las LAT al poder cubrir esta necesidad con un menor gasto de insumos, creando a su vez un aprovechamiento por los distintos usos regenerativos del ecosistema que pueden ofrecer (Poppi y McLennan, 1995). La inclusión de las LAT en la alimentación de rumiantes produce incremento en la cantidad de nitrógeno fermentable y fibra degradable en el rumen, que a su vez promueve el aumento de la población de microorganismos fibrolíticos, todo esto conduce al mejor aprovechamiento de los nutrientes presentes y se obtiene mayor consumo voluntario (Rios *et al.*, 2005). *Gliricidia sepium* (Cocuite) es originaria de México y Centroamérica, tanto de la vertiente del Pacífico como del Atlántico, desde donde se introdujo y en algunos casos se naturalizó en el norte de América del Sur, el Caribe, África, Asia, las islas del Pacífico y Australia. *Gliricidia* después de *Leucaena* es la LAT más exportada de México al mundo para la alimentación del ganado. En nutrición de bovinos, *G. sepium* ha mostrado mejorar el consumo y digestibilidad de los nutrientes, sin embargo en proporciones altas en la dieta (40%) de bovinos se ha reportado pérdida de N en orina (Rusdy *et al.*, 2019). También se ha reportado que la composición química de *G. sepium* cambia entre épocas del año (Silva *et al.*, 1990) afectando su calidad como forraje. Por lo que se planteó como objetivo de este estudio, evaluar el efecto de la inclusión de diferentes niveles de hojas de *Gliricidia sepium* (cocuete) en la dieta sobre comportamiento productivo y metabólico de corderas Black Belly postdestete.

NUTRICIÓN ANIMAL

OBJETIVOS

Evaluar el efecto de la inclusión de 0, 250, 300, 350 y 400 g de hojas de *Gliricidia sepium* (cocuite) en la dieta sobre el consumo diario de materia seca, y la ganancia diaria de peso, así como cuantificar la concentración de urea, glucosa y hemoglobina sanguínea de las corderas, relacionadas con la inclusión de *Gliricidia* en la dieta.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. El estudio se realizó en las instalaciones del Módulo de ovinos y caprinos (19.16998, -96.212348, Google Maps, 2024) del Rancho Torreón del Molino (RTM), de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) de la Universidad Veracruzana (UV). El clima de la región es Cálido Subhúmedo y la altitud corresponde a 15 msnm. **Tratamientos.** Diez corderas de la raza Black Belly en la etapa postdestete se asignaron al azar en 5 grupos de dos corderas cada uno los cuales se alimentaron diariamente con 300 g de maíz molido + heno de pasto Pangola *ad libitum* + inclusión de cocuite en la dieta de la siguiente manera: Grupo 1: 0 g; Grupo 2: 250 g; Grupo 3: 300 g; Grupo 4: 350 g; Grupo 5: 400 g. **Manejo preventivo general.** Durante el periodo adaptación se aplicaron vitaminas ADE 3mL, Selenito de Sodio 11 mg por kg/PV y Fósforo inorgánico 450 mg de Glicerofosfato de magnesio por animal. **Obtención del forraje de *Gliricidia sepium* (cocuite).** En el RTM crece la *Gliricidia* de manera abundante y natural durante todo el año. Las ramas de *Gliricidia* se cortaban diariamente con machete colectando aproximadamente 10 kilos en verde. Después, las ramas se deshojaban y las hojas obtenidas se secaban por tres días extendidas en tela de Malla Sombra puesta a la sombra y elevada sin tocar el suelo para mantener el flujo de aire. **Obtención del pasto.** El heno ofrecido a las corderas fue de pasto *Digitaria decumbens* (Pangola) de 6 meses de edad cosechado y henificado en el RTM. **Alimentación.** Para esta actividad se alojaron las corderas en 10 jaulas metabólicas individuales, asignando un tratamiento por cada jaula con su respectivo comedero y bebedero. A las 8 de la mañana se ofrecieron las hojas de *Gliricidia* deshidratadas y pesadas con báscula granataria de acuerdo con el tratamiento asignado, más los 300 g de maíz molido; y con ayuda de una báscula gramera digital se agregaron 3 g de una mezcla mineral comercial para cada animal. Una vez que las corderas consumieran totalmente su respectiva ración, aproximadamente 2 horas después, se les ofreció el heno de pasto Pangola a libertad para que al siguiente día se pesara el rechazo. El pasto se ofrecía un 30% adicional de acuerdo con el consumo previo para asegurar selección y rechazo. Estas actividades se realizaron diariamente durante 57 días, 15 días de adaptación a jaula y dieta, y 42 días experimentales. Los consumos de pasto se registraban diariamente pesando lo ofrecido menos lo rechazado y se hacían promedios semanales. **Peso Corporal.** El pesaje de los animales se realizó cada viernes a las 10 am en báscula de tarima con capacidad para 500 kg. **Toma de muestras sanguíneas.** Se tomaron cada dos semanas y dos horas después de haber consumido el alimento mediante punción de la vena yugular.

NUTRICIÓN ANIMAL

La sangre obtenida se depositó en tubos con vacío. Dichos tubos contenían EDTA como anticoagulante para poder realizar las pruebas posteriores en el laboratorio. **Obtención de plasma en sangre y biometría hemática.** Inmediatamente después de obtener la muestra sanguínea en los tubos con EDTA, se realizó el análisis de biometría hemática con un equipo automatizado. Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Alteraciones Funcionales del RTM de la FMVZ de la UV. El análisis hemático incluyó los parámetros: Hemoglobina, Hematocrito y Leucocitos con un analizador automático de hematología (BC-2800, Mindray®), por el método de impedancia eléctrica para conteo de células y método libre de cianuro para la hemoglobina. **Análisis sanguíneo urea.** El análisis de Urea fue por el Método Cinético enzimático Ureasa. **Análisis sanguíneo glucosa.** Glucosa por el método enzimático glucosa-oxidasa, con paquete de reactivos comercial (ELLtech®) por espectrofotometría UV/Luz visible (Genesys UV 10S Thermo Scientific®). Los análisis se hicieron por triplicado y se utilizó un control interno. Se utilizó un Análisis de Varianza de un solo camino de clasificación con cinco tratamientos y dos repeticiones por tratamiento, siendo la unidad experimental la cordera. Para la comparación de las medias ajustadas se utilizó la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$). El análisis estadístico se realizó con el apoyo del paquete estadístico Minitab® 21.4.2. ©2023 Minitab, LLC.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuando se incorpora *Gliricidia* de manera creciente (0, 250, 300, 350 o 400 g d⁻¹) en la dieta, se observa tendencia creciente en el consumo de la dieta (458^b, 674^a, 774^a, 864^a y 842^a g d⁻¹) hasta llegar al nivel de 350 g d⁻¹ por cordera. Cuando se alcanza el nivel de *Gliricidia* de 400 g d⁻¹ por cordera, se observa disminución en el consumo de forraje (Pangola) causando *plateau* en las otras variables de consumo. El descenso en el consumo de pasto es una manifestación de algún imbalance ruminal, quizás exceso de amonio o de algún otro metabolito de *Gliricidia*, que esté interfiriendo con la digestión y el consumo de fibra. Un detalle por considerar es que las corderas disminuyeron el consumo de pasto y no el consumo de *Gliricidia* lo que evidencia la preferencia que tienen los ovinos por las leguminosas que por el pasto. El consumo de la dieta también es regulado y explicado por la concentración de nutrientes. El mayor consumo de MS, PC, FDN y CHOS solubles se logra cuando se ofrecen 350g de *Gliricidia*. Esta ración proporciona en números cerrados 16% de PC; 39% de CHOS solubles; y 37% de FDN, para una relación de 400 g de PC por cada kg de CHOS solubles. Este balance indica que para incrementar la cantidad de *Gliricidia* en la ración de corderas en crecimiento, se requiere aumentar proporcionalmente la cantidad de carbohidratos solubles. Cuando se incrementa la cantidad de *Gliricidia* por cordera a 400 g d⁻¹ sin aumentar el maíz, se deprime el consume de pasto. La creciente inclusión de *Gliricidia* en la dieta tendió a incrementar los kg de peso ganados durante los 42 días del experimento de 0.2 kg para el tratamiento sin *Gliricidia* hasta 5.0 kg con el nivel más alto de *Gliricidia* (400 g/d). Las ganancias diarias de peso (GDP)

NUTRICIÓN ANIMAL

respaldan las tendencias de crecimiento donde las corderas sin *Gliricidia* básicamente están con dieta de mantenimiento, y los incrementos de inclusión de *Gliricidia* en la ración son correspondidos por incrementos en las GDP, siendo los incrementos en el consumo de proteína aportada por *Gliricidia* el principal responsable de esta respuesta. De acuerdo con este estudio las gdp de 4,69, 75, 99 y 119g d⁻¹ se obtuvieron con consumos de 39, 105, 123, 140 y 128 g de PC para los niveles de 0, 250, 300, 350, 400 g de *Gliricidia* consumidos. En las dietas con mayor consumo de *Gliricidia* se esperaba mayor concentración de N-ureico en sangre (BUN). Sin embargo, el BUN no fue diferente para los niveles crecientes de suplementación con *Gliricidia* (BUN = 6.7, 14.0, 15.3, 14.6 y 14.5 mg dL⁻¹) respectivamente. El exceso de N se fue a gdp. Las corderas con 400 g de *Gliricidia* ganaron 20 g d⁻¹ más que las corderas con 350 g de *Gliricidia*, y 45 g d⁻¹ más que las corderas con 300 g de *Gliricidia*, consumiendo menos pasto que ambas. Una posible explicación es que potencialmente hasta el 90% de la proteína de *Gliricidia* es soluble en rumen. Pero, siendo *Gliricidia* una leguminosa arbórea con diferentes tipos de metabolitos secundarios, los cuales, se sabe “atrapan” compuestos nitrogenados volviéndolos insolubles en rumen, pero solubles en abomaso y duodeno; pudieran estos contribuir al sobrepaso o escape de esta proteína a la fermentación ruminal para su digestión y absorción de aminoácidos a nivel intestinal y aportar a la proteína metabolizable para gdp. De paso, también explicaría el óptimo comportamiento con 350 g de *Gliricidia* en lugar del tratamiento de referencia con 300 g de *Gliricidia*. De esta manera se evitarían los “picos” en BUN como efectivamente ocurrió. No hubo diferencia en las concentraciones sanguíneas de glucosa para ningún tratamiento incluyendo al testigo (67.0, 67.9, 63.4, 61.2 y 65.2 mg dL⁻¹). Lo que indica que las corderas no tuvieron comprometido su balance energético al estar los valores dentro de las concentraciones de glucosa normales reportados para las corderas. Las concentraciones de hemoglobina en sangre estuvieron dentro del rango metabólico normal (12.9, 13.5, 11.7, 12.3 y 13.1 g dL⁻¹) comparado con los estudios de perfil metabólico para ovinos Black Belly.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

De acuerdo con este estudio, corderas de 20 kg de peso vivo pueden ser alimentadas con 350 g d⁻¹ de hojas de *Gliricidia* como principal fuente de proteína siempre y cuando se suplementen con 300 g d⁻¹ de maíz molido y pasto *ad libitum* para GDP de 99 g d⁻¹.

Bajo el régimen de alimentación de este estudio, la inclusión de hojas de *Gliricidia* de 250 a 400 g d⁻¹ para dietas de corderas de 20 kg no afectó los parámetros normales de BUN (14.6 mg dL⁻¹); glucosa en sangre (67.4 mg dL⁻¹); y hemoglobina (12.9 g dL⁻¹).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Poppi DP and McLennan SR. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. Journal of Animal Science 1995; 73:278-290.

NUTRICIÓN ANIMAL

- Rios PL, Rondon MZ, B de Combellas J, Alvarez ZR. Uso de morera (*Morus sp.*) y mata ratón (*Gliricidia sepium*) como sustitutos del alimento concentrado para corderos en crecimiento. *Zootecnia Tropical* 2005; 23(1): 49-60.
- Rusdy-Muhammad, Yusuf M, Ismartoyo. 2019. Utilization of *Leucaena leucocephala* and *Gliricidia sepium* as supplements by goats fed *Panicum maximum* basal diet. *Tropical Animal Health and Production* <https://doi.org/10.1007/s11250-019-02040-8>.
- Silva, J. H.; Beltrán, R. G.; Valdez, M. G. 1990. Estudio preliminar de plantas tóxicas presentes en los agostaderos de la zona norte del estado de Colima. In: SOMECIMA ed. Resúmenes XI Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza. Realizado del 7 al 9 de noviembre de 1990. Irapuato, Gto., México. p. 105.

PALABRAS CLAVE: Alimentación, ovinos, leguminosas arbóreas

NUTRICIÓN ANIMAL

EFFECTO DE LA COMPLEMENTACIÓN MINERAL Y PROBIÓTICA EN CABRAS GESTANTES Y SU RESPUESTA SOBRE EL DESARROLLO Y VIABILIDAD NEONATAL

EFFECT OF MINERAL AND PROBIOTIC SUPPLEMENTATION IN PREGNANT GOATS AND THEIR RESPONSE ON NEONATAL DEVELOPMENT AND VIABILITY

Avila TCG* ¹, Castillo LTE¹, Álvarez FG²

Rosales NCA³, Hernández ALES¹, Vázquez GJM¹

¹ Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Autónoma de San Luis Potosí; ² Instituto de Investigaciones de Zonas Desérticas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí; ³ Department of Agricultural Sciences Texas State University.

manuel.vazquez@uaslp.mx

INTRODUCCIÓN

Diferentes estudios han demostrado que la restricción nutricional de la dieta materna durante la gestación puede alterar el transporte de nutrientes esenciales al feto (Fowden et al., 2006; Coan et al., 2008; Gaccioli et al., 2012) así como probables enfermedades metabólicas durante la vida adulta (Barker et al., 1989; Vázquez et al., 2021). Una dieta materna deficiente en energía o proteína durante la gestación y que no cumpla con los requerimientos nutricionales puede traer como consecuencia crías con bajo peso al nacimiento (Bertram and Hanson, 2001). Las crías con menor peso al nacimiento son más susceptibles a enfermedades por lo que incrementa la tasa de mortalidad tanto neonatal como postnatal (Barker et al., 1989). En el último tercio de gestación ocurre el mayor crecimiento fetal que puede representar más del 75% del peso al nacimiento; sin embargo, la restricción nutricional materna durante este periodo puede comprometer la secreción fetal de IGF-I y otros factores de crecimiento e impactar negativamente el desarrollo del músculo esquelético y del tejido adiposo y consecuentemente la tasa de crecimiento (Heasman et al., 2000; Greenwood et al., 2000; Nissen et al., 2003; Du et al., 2010; Jenkinson et al., 2012; Sandoval et al., 2020).

Al nacimiento, el neonato se adapta rápidamente al entorno extrauterino al modificar su mecanismo de homeotermia al regular su temperatura interna, frecuencia cardíaca y frecuencia respiratoria (Dwyer, 2008; Giannetto et al., 2017; Pérez et al., 2019). Sin embargo, si el crecimiento y la capacidad termorreguladora fetal fueron comprometidos durante el desarrollo ocasionará que el neonato tenga bajo peso al nacimiento y poca capacidad termoregulatoria lo que reducirá su bienestar y viabilidad (Nowak y Poindron 2006; Gardner et al., 2007; Pillai et al., 2017). Consecuentemente, el reducido peso y bienestar neonatal al nacimiento incrementará la tasa de mortalidad (Scales et al., 1986; Hinch and Brien, 2014) o en su defecto retardará el crecimiento

NUTRICIÓN ANIMAL

postnatal reduciendo la eficiencia productiva (Rosales Nieto et al., 2013a; 2013b, 2016; 2018a; Ochoa Cordero et al., 2019).

La complementación mineral y probiótica puede cubrir la demanda de algunos minerales esenciales que no alcanza a metabolizar el cuerpo del animal; por lo que se deben de obtener a través de la dieta. Sin embargo, pocos son los resultados sobre el desarrollo fetal y, consecuentemente, postnatal.

OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la complementación mineral y probiótica en diferentes concentraciones durante el último tercio de gestación en 2 grupos de cabras sobre el peso al nacimiento, índice de masa corporal y peso al destete de su progenie.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Unidad Caprina de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Se utilizaron 27 hembras caprinas multíparas nacidas y criadas en estas instalaciones las cuales se aparearon en época reproductiva. A partir del último tercio de gestación (d -50) y hasta el parto (d 0), las hembras fueron asignadas en 2 tratamientos, T1 (n=14 multíparas) y T2 (n=13 primíparas). Las hembras de T1 recibieron 100g de concentrado más 20g de complemento mineral y probiótico (NUCLEOBIOKAM) por animal, mientras que las hembras de T2 recibieron 100g de concentrado más 10g de complemento mineral por animal. La alimentación fue proporcionada de manera individual de acuerdo a los tratamientos. Al parto se registró el peso al nacimiento (PN), tipo de parto (TP), sexo e índice de masa corporal (IMC) de la progenie, posteriormente el peso al destete (PD). La información se analizó con el paquete estadístico SAS versión 9.3 (SAS Institute Inc, Cary, NC, EE.UU.). El peso e IMC de la progenie al nacimiento y destete se analizaron mediante modelos mixtos y técnica de estimación de máxima verosimilitud restringida (PROC MIXED). El efecto fijo fue tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La incorporación de una complementación mineral y probiótica en la dieta materna durante el último tercio de gestación no influyó el peso al nacimiento, peso al destete, e índice de masa corporal de la progenie ($P > 0.05$; cuadro 1). Los cabritos de parto sencillo y los machos fueron más pesados y grandes (IMC) al nacimiento, crecieron más rápido y fueron más pesados y grandes al destete (IMC) que los nacidos en parto doble y las hembras, respectivamente ($P < 0.001$; cuadro 2). Nuestros resultados demuestran que la complementación mineral y probiótica durante el último tercio de gestación no influyó en ninguna de las variables medidas. Muthayya (2009) determinó niveles maternos bajos de suplementación mineral impactaron el desarrollo fetal. De tal manera que era

NUTRICIÓN ANIMAL

posible tomar como hipótesis que la suplementación mineral y probiótica incrementaría el peso al nacimiento y que el efecto era adicional a los factores genéticos. El mayor crecimiento fetal ocurre en el último tercio de gestación; sin embargo, la miogénesis y adipogénesis ocurren en el primero y segundo tercio de gestación (Du et al., 2010); de tal manera, que el periodo de suplementación en el presente estudio no haya influenciado positivamente el desarrollo de las fibras musculares y/o tejido adiposo y que impactara directamente en el peso al nacimiento y demás variables de desarrollo evaluadas. De acuerdo con (Sánchez Acosta et al., 2012) la suplementación directa a animales en desarrollo tampoco tuvo efectos positivos. Se concluye que la complementación mineral y probiótica en la dieta materna durante la gestación no impactó positivamente el desarrollo postnatal de los caprinos.

Cuadro 1. Efecto de la complementación mineral y probiótica en dieta materna durante el último tercio de gestación sobre el peso al nacimiento, peso al destete e índice de masa corporal (IMC) al nacimiento y destete.

Tratamiento	Peso Nacimiento	IMC Nacimiento	Peso Destete	IMC Destete
T1	3.4±0.1	0.29±0.01	9.3±0.4	1.2±0.1
T2	3.1±0.1	0.26±0.01	8.8±0.4	1.1±0.1
P > f	NS	NS	NS	NS

Cuadro 2. Peso al nacimiento, peso al destete e índice de masa corporal (IMC) al nacimiento y destete de acuerdo al sexo (macho vs hembra) o tipo de parto (sencillo vs doble) de la progenie nacida de hembras que recibieron complementación mineral y probiótica en dieta materna durante el último tercio de gestación.

Sexo/Tipo Parto	Peso Nacimiento	IMC Nacimiento	Peso Destete	IMC Destete
Macho	3.4±0.1	0.30±0.01	9.2±0.2	1.15±0.05
Hembra	3.0±0.1	0.26±0.01	8.3±0.3	1.07±0.05
P > f	0.001	0.001	0.001	0.001
Sencillo	3.6±0.1	0.31±0.01	10.2±0.3	1.31±0.1
Doble	3.0±0.1	0.27±0.01	8.1±0.2	1.04±0.1
P > f	0.001	0.001	0.001	0.001

BIBLIOGRAFÍA

NUTRICIÓN ANIMAL

- Barker DJ, Osmond C, Golding J, Kuh D and Wadsworth ME 1989. Growth in utero, blood pressure in childhood and adult life, and mortality from cardiovascular disease. *British Medical Journal* 298, 564-567.
- Bertram CE and Hanson MA 2001. Animal models and programming of the metabolic syndrome Type 2 diabetes. *British Medical Bulletin* 60, 103-121.
- Du M, Tong J, Zhao J, Underwood KR, Zhu M, Ford SP and Nathanielsz PW 2010. Fetal programming of skeletal muscle development in ruminant animals¹. *Journal of animal science* 88, E51-E60.
- Muthayya S 2009. Maternal nutrition & low birth weight - what is really important? *Indian Journal of Medical Research* 660-608.
- Rosales Nieto CA, Ferguson MB, Macleay CA, Briegel JR, Martin GB and Thompson AN 2013a. Selection for superior growth advances the onset of puberty and increases reproductive performance in ewe lambs. *animal* 7, 990-997.
- Rosales Nieto CA, Ferguson MB, Macleay CA, Briegel JR, Wood DA, Martin GB, Bencini R and Thompson AN 2018a. Milk production and composition, and progeny performance in young ewes with high merit for rapid growth and muscle and fat accumulation. *animal* 12, 2292-2299.
- Sánchez Acosta E, Ortega Cerrilla ME, Mendoza Martínez GD, Montañez Valdez OD and Buntinx Dios SE 2012. Rastrojo de maíz tratado con urea y metionina protegida en dietas para ovinos en crecimiento. *Interciencia* 37, 395-399.
- Pérez R, Reyes L, Calderón A, Mellado M, Herrera C, Valdez M, Macías U (2019). Relationships of body surface thermography with core temperature, birth weight and climatic variables in neonatal lambs born during early spring in an arid region. *Journal of Thermal Biology* 82: 142–149. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2019.04.001>.
- Piccione G, Borruso M, Fazio F, Giannetto C, Caola G (2007). Physiological parameters in lambs during the first 30 days postpartum. *Small Ruminant Research* 72: 57-60. <https://doi:10.1016/j.smallrumres.2006.04.002>.
- Rahman A, Bernard I (2017). Vigour in West African Dwarf kids within the first 24 h post-partum. *Trop Anim Health Prod* 49: 547–553. <https://doi.org/10.1007/s11250-017-1226-7>.
- Rosales N, Thompson A, Macleay C, Briegel R, Hedgere M, Ferguson M, Martin G (2014). Relationships among body composition, circulating concentrations of leptin and follistatin, and the onset of puberty and fertility in young female sheep. *Animal Reproduction Science* 151: 148-156. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2014.10.008>.
- Sales F, Peralta O, Narbona E, McCoard S, Lira R, De Los Reyes M, Bulnes, Parraguez V (2019). Maternal Supplementation with Antioxidant Vitamins in Sheep Results in Increased Transfer

NUTRICIÓN ANIMAL

- to the Fetus and Improvement of Fetal Antioxidant Status and Development. *Antioxidants* 8: 59. <https://doi:10.3390/antiox8030059>.
- Santos S, Fernandez R, Guimaraes B, Jesus D, Santana A, Biscarde A, Bettencourt F, Barbosa P (2018). Fetal sexing in small ruminants through visualization of the genital tubercle. *Rev. Bras. Saúde. Prod. Anim* 19: 360-370. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-99402018000400001>.
- Trezeguet M (2007). Peso de cabras en el parto, y producción láctea, con tres niveles de alimentación. Dirección Nacional de Sanidad animal. Sitio Argentino de Producción Animal.
- Wallace J, Milne J, Aitken B, Aitken R, Adam C (2020). Ovine prenatal growth-restriction and sex influence fetal adipose tissue phenotype and impact postnatal lipid metabolism and adiposity in vivo from birth until adulthood. *PLoS ONE* 15: e0228732. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228732>.
- www.gob.mx/siap/documentos/concurso-de-dibujo-infantil-los-colores-del-campo México
Alimentaria 2018 Expectativas Agroalimentarias 2018.

PALABRAS CLAVE: Cabras, Complementación, Desarrollo posnatal.

NUTRICIÓN ANIMAL

DISEÑO Y ESTABLECIMIENTO DE ARREGLOS ESPACIALES EN UN SISTEMA SILVOPASTORIL INTENSIVO EN EL TRÓPICO SUBHÚMEDO DE VERACRUZ, MÉXICO

DESIGN AND ESTABLISHMENT OF SPATIAL ARRANGEMENTS IN AN INTENSIVE SILVOPASTORAL SYSTEM IN THE SUBHUMID TROPICS OF VERACRUZ, MEXICO

Julian MER¹, Cárdenas VMP², Morales FS³, Angel HA^{3*}

¹ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Campus II. Universidad autónoma de Chiapas.

Rancho San Fco. Km.8, Carretera Terán, Ejido Emiliano Zapata, Tuxtla Gutiérrez Chiapas.

² Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Universidad de los Llanos. Sede Vereda Barcelona km 8 vía Puerto López, Villavicencio - Meta / Colombia

³ Campo Experimental La Posta del Centro de Investigación Regional Golfo Centro INIFAP. Km. 22.5, Carretera Federal Veracruz- Córdoba, Paso del Toro, Medellín de Bravo, Veracruz.

C.P.94277.

[*angel.arturo@inifap.gob.mx](mailto:angel.arturo@inifap.gob.mx)

INTRODUCCIÓN

En el trópico mexicano el sistema de producción bovino de doble propósito consiste principalmente en el pastoreo extensivo con monocultivos de gramíneas forrajeras, debido a que es la forma más práctica y económica de alimentación (Bacab *et al.*, 2013). Esta labor productiva se extiende en aproximadamente 88.4 millones de hectáreas, lo que representa el 46.1% de la superficie del territorio nacional (INEGI, 2022).

En este sistema la producción de forraje se ve beneficiada en temporadas de lluvias, ya que alcanzan su mayor producción de biomasa. Sin embargo, la disponibilidad forrajera se ve limitado por las condiciones edafoclimáticas en los meses de noviembre y mayo (temporada de estiaje). Durante esta temporada los ganaderos dependen de insumos externos para la alimentación de los animales y por lo consecuente el costo de producción aumenta (Hernández, 2020; Bacab *et al.*, 2013).

Ante estas limitaciones, existen diversas estrategias para mejorar la calidad de forraje, la disponibilidad en época de estiaje y la rentabilidad, una de ellas es la implementación del sistema silvopastoril intensivo (SSPi), estos se definen como un sistema de manejo integral que se caracteriza por las combinaciones de especies en altas densidades de siembra (más de 4000 plantas ha¹) de herbáceas, arbóreas y arbustivas en un mismo sitio (Arciniegas y Flórez, 2018), en estos sistemas pecuarios el estudio de especies de árboles y arbustos forrajeros es una necesidad en función de la productividad de biomasa, disponibilidad de forraje y del valor nutritivo (Muñoz *et al.*, 2016). Este sistema tiene capacidad de producción de biomasa entre 15 a 20 t de MS ha¹ y el

NUTRICIÓN ANIMAL

porcentaje de proteína cruda (18%PC) se mantiene de forma constante en todo el año, además se ha reportado que el rendimiento de biomasa del SSPi depende de las especies establecidas, densidades de siembra y el tipo arreglo espacial (Saucedo *et al.*, 2020; Azuara *et al.*, 2018).

La diversidad existente en los SSP genera un panorama amplio de aprovechamiento, siendo innumerables las posibilidades de diseñar arreglos tanto en espacio como en tiempo. En la actualidad existen una gran cantidad de arreglos espaciales con sus características particulares y con beneficios de su implementación. Sin embargo, poco se conoce de las consideraciones de su diseño, interacciones, implementación y comportamiento agronómico de manera intensiva

OBJETIVOS

Seleccionar especies de tres estratos de vegetación para su incorporación en un SSPi.

Diseñar y establecer arreglos espaciales de un sistema silvopastoril intensivo en el trópico subhúmedo de Veracruz, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El trabajo de investigación se realizó en los meses de junio a agosto del 2024, en el Campo Experimental La Posta, del Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Km. 22.5, Carretera Federal Veracruz- Córdoba, Paso del Toro, Medellín de Bravo, Veracruz. C.P.94277 en las coordenadas 18°50'22.20" N y 19°08'41.64" N. El clima predominante en la región es el cálido subhúmedo con una precipitación media anual de 1400 mm durante el verano, la temperatura media anual es de 30°C y los suelos son de origen aluvial con buen drenaje y pendiente suave (INEGI, 2022).

Selección de especies

Se realizaron recorridos para identificar las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas forrajeras o con potencial que se pudieran incluir en el diseño, se complementó con una revisión bibliográfica exhaustiva de los reportes de especies de los estratos mencionados que apoyen la decisión en los diseños que se propusieron.

Diseño del SSP y establecimiento

Para la elaboración del diseño del SSPi se utilizó el sistema de información geográfica (Google earth), en el cual se midió la distancia y el área de la pradera, posteriormente se añadió la ruta de delimitación del área total, la cual se distribuyó en franjas, determinando la pendiente y la orientación del sol (Figura 1). Los sistemas se establecieron en un área de 100 x 100 m², en franjas de 7 x 20 m, cada franja representaba un arreglo espacial con diferentes interacciones de plantas entre estratos.

NUTRICIÓN ANIMAL

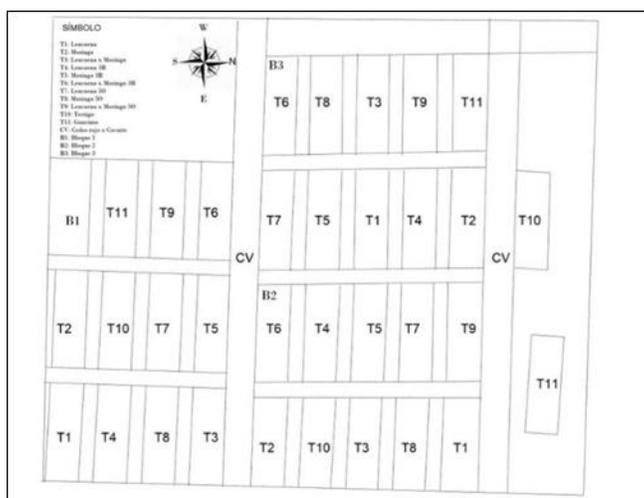


Figura 1. Diseño del área total del SSPI. Consisten en 35 tratamientos de siembra con diferentes arreglos y cercas vivas (CV).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Especies seleccionadas y asociación

Se incluyeron dos especies arbóreas para cerca viva (*Gliricidia sepium*, *Cedrela odorata*), dos arbustivas (*M. oleifera*, *L.leucocephala*, *Guazuma ulmifolia*) y dos herbáceas (*B. hybrida* cv. CIA TGP1005BR y *B.humidicola*), para las arbustivas y herbáceas se consideraron características como: fácil adaptación a condiciones de suelos ácidos y pocos fértiles, resistencia a condiciones tropicales y subtropicales, resistencia al pastoreo, rápido crecimiento, rendimiento en producción de forraje y alta fijación de nitrógeno (Enríquez *et al.*, 2011).

Con relación a *Gliricidia sepium* por ser leguminosa, tiene la habilidad de fijar nitrógeno, debido a la relación simbiótica establecida en la raíz con bacterias del género *Rhizobium* a través de la formación de nódulos (Lascano *et al.*, 2002), sirve para cercas vivas y/o sombra (Calle y Murgueitio, 2011). Se utiliza como alimento en el periodo seco, en cuanto al valor nutricional (Vizcaino *et al.*, 2001) indica que en la temporada de seca esta especie cuenta con un 22.80 % de materia seca y un 20.30% de proteína. Referente a las especies arbustivas Moringa oleífera es una especie de muy rápido crecimiento, posee un alto rendimiento de forraje, tolerancia a las condiciones adversas de manejo (Meza-Carranco *et al.*, 2016) y tiene una alta capacidad de rebrotar y ofrecer forraje de buena calidad (Álvarez, 2017). Con una frecuencia de corte de 40 a 70 días, la producción de forraje fresco y seco total es de 23,73 y 3,26 t/ha, respectivamente, es así que al prolongar la frecuencia de corte aumenta la producción de forraje a distancia de siembra: 20 x 10, 20 x 20 y 20 x 50 cm, el porcentaje de mortalidad es 15,62; 14,23 y 10,07, respectivamente, puede ser que a altas densidades de siembra las plantas acumulan más humedad, causando la proliferación de hongos y la competencia por luz y nutrientes, cuyo efecto es la pérdida de plantas.

NUTRICIÓN ANIMAL

En los SSPi con *Leucaena* se puede emplear una mayor carga animal debido a la oferta de biomasa (hasta cuatro veces más que en un sistema convencional degradado y hasta dos veces que en uno con pasturas mejoradas) y se obtiene un alto rendimiento y calidad de forraje, lo cual permite incrementar la producción de carne y leche (Rivera-Herrera *et al.*, 2017). (Bacab, 2013) señala que altas densidades de *L. leucocephala* (mayor a 10,000 plantas ha⁻¹) en estos sistemas, no presentan problemas de competencia si se siguen buenas prácticas de manejo como la poda. Respecto al pasto destacan especies de los géneros *Panicum* y *Urochloa* los cuales presentan tolerancia hacia ciertas condiciones de sombreado.

Arreglos temporales y espaciales en la agricultura

El diseño del SSP se realizó de acuerdo al arreglo espacial teniendo en cuenta un orden específico de ubicación de las especies dentro del área a reforestar. Los arreglos espaciales comprendieron la siembra de arbustos en rectangular, tres bolillos y cinco de oros a 0.7 m entre plantas obteniendo diferente densidad de simbra (Cuadro 1) (Bueno, 2012) y se dejó 8 m entre ellos donde se sembraron los materiales del componente herbáceo. Para las arbóreas se realizó una plantación en contorno.

Cuadro 1. Especies seleccionadas para el establecimiento de un SSP con diferentes arreglos espaciales.

<i>Especies</i>	<i>Arreglo espacial</i>	<i>Espacio /planta (m)</i>	<i>Espacio/ línea (m)</i>	<i>Numero de líneas</i>	<i>Densidad de siembra</i>
1. <i>Leucaena x Urochloa</i> <i>hibrida</i>	Rectangular	0.70	0.50	1	2850
2: <i>Moringa x Urochloa</i> <i>hibrida</i>	Rectangular	0.70	0.50	1	2850
3: <i>Leucaena x Moringa x</i> <i>Urochloa hibrida</i>	Rectangular	0.70	0.50	1	2850
4: <i>Leucaena x Urochloa</i> <i>hibrida</i>	Tres bolillo	0.70	0.40	2	5710
5. <i>Moringa x Urochloa</i> <i>hibrida</i>	Tres bolillo	0.70	0.40	2	5710
6. <i>Leucaena x moringa x</i> <i>Urochloa hibrida</i>	Tres bolillo	0.70	0.40	2	5710
7. <i>Leucaena x Urochloa</i> <i>hibrida</i>	Cinco de oros	0.70	0.30	3	8560
8. <i>Moringa x Urochloa</i> <i>hibrida</i>	Cinco de oros	0.70	0.30	3	8560

NUTRICIÓN ANIMAL

<i>Especies</i>	<i>Arreglo espacial</i>	<i>Espacio /planta (m)</i>	<i>Espacio/ línea (m)</i>	<i>Numero de líneas</i>	<i>Densidad de siembra</i>
9: <i>Leucaena x Moringa x Urochloa hibrida</i>	Cinco de oros	0.70	0.30	3	8560
10: <i>Urochloa hibrida</i>					

Bueno (2012) señala que los sistemas de siembra más utilizados son en línea, en cuadro, en rectángulo y en triángulo o tres bolillos, en el presente trabajo se incluye el cinco oros que incrementa en un 33% la densidad de siembra (Figura 1). Las distancias de siembra varían de acuerdo a la especie, tipo de producto o función que defina el productor de acuerdo a su sistema de producción. Ibrahim et al. (2007) indica que en sistemas multiestrato se proponen densidades de 7 hasta 20 mil plantas/ha para intensificar los sistemas silvopastoriles.

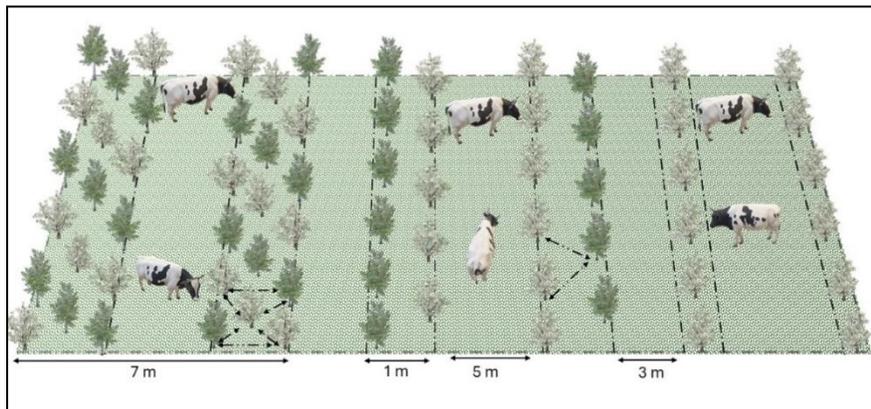


Figura 1. Arreglos topológicos de siembra del SSPi en cinco de oro, tres bolillos y rectangular.

El arreglo espacial rectangular sugiere priorizar la incorporación de leguminosas, ya que la asociación gramínea-leguminosa arbórea tiene un efecto positivo de en la disponibilidad de biomasa comestible, los cultivos se organizan en hileras rectas o en patrones rectangulares para optimizar el espacio y facilitar el cultivo y la cosecha. Este método permite un uso eficiente de la tierra y los recursos, facilitando el manejo de los cultivos y la realización de tareas agrícolas como deshierbe, riego y cosecha. Los sistemas de siembra rectangular y cuadrangular se utilizan para terrenos planos o con una pendiente menor al 15%, es una técnica utilizada para la rehabilitación de ecosistemas (Scholz y Morera; 2016). Algunos autores señalan que el aumento en el rendimiento se observa al reducir la distancia entre surcos e incrementar la densidad de plantas debido a que se tiene mayor área foliar, menor pérdida de agua por evaporación directa, mayor intercepción de la energía solar

NUTRICIÓN ANIMAL

desde etapas tempranas del cultivo, menor crecimiento de malezas y mayor número de plantas cosechadas por metro cuadrado (Alves et al., 2008).

Otro arreglo es el “tres bolillo”, en este se planta en forma de zigzag lo que permite optimizar el espacio con una mayor densidad de árboles por unidad de área, en este diseño el área de pastoreo se estableció en franjas de 7 m de ancho, este diseño permite aprovechar al máximo el espacio disponible, evitando dejar áreas vacías entre las plantas y reduciendo el riesgo de plagas y enfermedades, además facilita labores de manejo como la poda.

El arreglo cinco de oros podría sugerir un patrón de siembra que involucra tres hileras de un cultivo, donde cada hilera represente se encuentra intercalada, este patrón puede tener beneficios prácticos, como maximizar la exposición a la luz solar, mejorar la circulación del aire o mejorar el rendimiento de los cultivos mediante el uso eficiente del espacio, este diseño permite incrementar la densidad de siembra.

CONCLUSIÓN

Los sistemas silvopastoriles ofrecen un modelo prometedor para la gestión y uso adecuado de los recursos naturales en la ganadería retomando las prácticas agrícolas de asociación de cultivos y la interacción entre los componentes del sistema, para el establecimiento de los sistemas silvopastoriles se tienen que considerar las condiciones edafoclimáticas, así como las características de las especies a establecer tomando en cuenta la disposición y densidad de plantación en la búsqueda de un aumento en el rendimiento.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, A. B. (2017). Valor nutricional de la Moringa oleífera. Mito o realidad: Sistematización de experiencias prácticas de investigación e intervención (Tesis de pregrado). Universidad San Francisco de Quito, Quito, Ecuador.
- Alves A. F., M. J. Andrade, N. M. Vieira and P. M. Rezende. 2008. Grain yield of youn new vean cultivars base don plant density. Ann. Report Bean Improv. Coop. 51: 241-243
- Ángel Hernández, A., & Morales Flores, S. (2023). Sistemas silvopastoriles intensivos donde se incorporen arbustos forrajeros como opción a la sustentabilidad ganadera en la Región Centro del estado de Veracruz. *JÓVENES EN LA CIENCIA*, 23, 1–6. Recuperado a partir de <https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/4183>
- Azuara-Morales, I., López-Ortiz, S., Jarillo-Rodríguez, J., Pérez-Hernández, P., & Ortega-Jiménez, E. (2018). Disponibilidad de forraje en un sistema silvopastoril con distintas densidades de *Leucaena leucocephala* L., manejado bajo pastoreo regenerativo. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 22(1), 53-54.

NUTRICIÓN ANIMAL

- Bacab, H. M., Madera, N. B., Solorio, F. J., Vera, F., & Marrufo, D. F. (2013). Los sistemas silvopastoriles intensivos con *Leucaena leucocephala*: una opción para la ganadería tropical. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 17(3), 67-81. Encontrado en: [83728497006.pdf \(redalyc.org\)](https://redalyc.org/83728497006.pdf)
- Bueno G., G. A. (2012). Sistemas silvopastoriles, arreglos y usos. *Revista Sistemas de Producción Agroecológicos*, 3(2), 56-83. <https://doi.org/10.22579/22484817.604>
- Calle, Z., E. Murgueitio, y J. Caicedo. 2011. Cómo enfrentar la sequía y la degradación extrema de tierras. *Carta FEDEGÁN* 151:62-69
- Enríquez-Quiroz, J. F., Meléndez Nava, F., Bolaños Aguilar, E. D., & Esqueda Esquivel, V. A. (2011). Producción y manejo de forrajes tropicales. *Libro técnico*, 28.
- Hernández Hernández, Manuel, López Ortiz, Silvia, Jarillo Rodríguez, Jesús, Ortega Jiménez, Eusebio, Pérez Elizalde, Sergio, Díaz Rivera, Pablo, & Crosby Galván, María Magdalena. (2020). Rendimiento y calidad nutritiva del forraje en un sistema silvopastoril intensivo con *Leucaena leucocephala* y *Megathyrsus maximus* cv. Tanzania. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 11(1), 53-69. Epub 11 de junio de 2020. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i1.4565>
- Ibrahim, M., Villanueva, C. & Casasola, F. 2007. Sistemas silvopastoriles como herramienta para el mejoramiento de la productividad y rehabilitación ecológica de paisajes ganaderos en Centro América. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 15:73
- INEGI. (2022). Censo agropecuario resultados definitivos. Recuperado de <https://www.bing.com/search?q=censo+agropecuario+2022+&form=ANNTH1&refig=d44a324a5b1e47ecab75b704aaccf329&pc=ASTS>
- Lascano, C., A. Rincón, C. Plazas, P. Ávila, G. Bueno, y P. Argel. 2002. Veranera (*Cratylia argentea* (Desvaux) O. Kuntze): Leguminosa arbustiva de usos múltiples para zonas con periodos prolongados de sequía en Colombia. CORPOICA, y CIAT, Cali, COL. doi:10.13140/2.1.3483.5202
- Meza-Carranco, Z., Olivares-Sáenz, E., Gutiérrez-Ornelas, E., Bernal-Barragán, H., Aranda-Ruiz, J., VázquezAlvarado, R., y Carranza-De la Rosa, R. (2016). Crecimiento y producción de biomasa de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) bajo las condiciones climáticas del Noreste de México. *Tecnociencia Chihuahua*, X(3), 143-153.
- Rivera-Herrera J. E., Molina-Botero I., Chará-Orozco J., Murgueitio-Restrepo E., Barahona-Rosales., R. 2017. Sistemas silvopastoriles intensivos con *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit: alternativa productiva en el trópico ante el cambio climático. *Pastos y Forrajes*, vol. 40, núm. 3, pp. 171-183.

NUTRICIÓN ANIMAL

- Saucedo, J., Oliva, M., Maicelo, J. L., Quispe, H., & Melendez, J. B. (2020). Arreglos silvopastoriles con especie arbórea *Alnus acuminata* (aliso) y su efecto sobre los factores ambientales de sistemas ganaderos. *RIA. Revista de investigaciones agropecuarias*, 46(3), 323-328.
- Scholz C, y Morera Beita A, 2016 Restauración de paisajes forestales, cap. 1, Restauración funcional del paisaje rural: Manual de técnicas, UICN, 2016. Costa Rica.
- Vizcaíno, A.; Palma, J.M.; Ruiz, T. E. Asociación de *Gliricidia sepium* con gramíneas y leguminosas en el trópico seco de México *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, vol. 35, núm. 2, 2001, pp. 175-181

PALABRAS CLAVE: Ganadería regenerativa, ganadería sustentable, Sistemas multiespecie

NUTRICIÓN ANIMAL

COMPOSICIÓN DE MACROMINERALES DE ENSILAJES DE PASTO MARALFALFA (*Cenchrus sp.*) CON GRANO DE SORGO, SOCA DE SORGO, UREA Y DIFERENTES NIVELES DE EXTRACTO DE *Yucca schidigera*

MACROMINERAL COMPOSITION OF MARALFALFA GRASS (*Cenchrus sp.*) SILAGES WITH SORGHUM GRAIN, SORGHUM STOVER, UREA AND DIFFERENT LEVELS OF *Yucca schidigera* EXTRACT

Barrios GHB¹, Vázquez VJ¹, Nájera POG², Arévalo SCA², Anderson RC³, Salinas ChJ¹, Infante RF¹ y Zúñiga SA^{4*}

¹Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. ²Departamento de Nutrición Animal, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México. ³Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Food and Feed Safety Research Unit, United States, College Station, TX, USA. ⁴ Departamento de Salubridad e Higiene, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Torreón, Coahuila

*Autor responsable: azuniga2000@outlook.com

INTRODUCCION

En las diferentes regiones tropicales y subtropicales se debería considerar su elevado potencial para producir forraje y con esto mejorar la rentabilidad ganadera. El pasto maralfalfa es una alternativa forrajera adecuada para las regiones tropicales debido a sus positivas cualidades, como lo es su contenido de proteína cruda, que oscila entre 6.2% a 13.18% (Cifuentes et al., 2012); además crece satisfactoriamente en diferentes suelos y topografía. La producción de materia seca y la calidad del pasto maralfalfa es influenciada por la época del año y la edad al corte (Ramos-Santana et al., 2014). El pasto maralfalfa tiene considerable producción de forraje al corte, aunque no se puede usar todo el forraje al mismo tiempo en la alimentación de los animales, y en su caso, si se deja en el campo disminuye el valor nutricional al avanzar su madurez. En base a estos antecedentes, se requiere investigar otras opciones de conservación del forraje para utilizarlo en la alimentación del ganado en época distinta a la cual se cosecha, que puede ser en la época invernal o en la de sequía. El ensilaje de pasto maralfalfa es una potencial alternativa para su conservación, lo que permite almacenar el forraje con baja pérdida del valor nutritivo del pasto original y a un costo económico relativamente bajo (Prospero-Bernal et al., 2017).

Es difícil producir ensilajes de buen valor nutritivo de pasto maralfalfa debido a su bajo contenido de materia seca y de carbohidratos de fácil fermentación. Para mejorar las características de

NUTRICIÓN ANIMAL

fermentación de los ensilajes se pueden usar aditivos a base de microbianos y enzimas (Muck et al., 2018). Granos de cereales y subproductos de la industria de alimentos también pueden mejorar la fermentación de ensilajes y reducir las pérdidas de nutrientes por lixiviación.

Los minerales son esenciales en la alimentación para la eficiente producción animal debido a las funciones que desempeñan en el organismo. Los macrominerales Ca y P se asocian a la formación de estructuras, mientras que Na, P y K en la regulación del equilibrio ácido básico. Los minerales, entre otras cosas, son necesarios para el desarrollo vital de los animales, para la reproducción y en general para la producción de carne y leche. El pasto maralfalfa contiene Ca, Mg, K y Fe en cantidades suficientes para cubrir los requerimientos de mantenimiento de una vaca de un peso 400 kg. Aunque las concentraciones de minerales pueden variar con la época del año, donde primavera y otoño las concentraciones de minerales han sido mayores.

La planta de *Yucca schidigera* crece naturalmente en el suroeste de los Estados Unidos (California) y noroeste de México (Baja California). Los extractos de esta planta tienen propiedades antimicrobianas y actúan contra levaduras, bacterias y protozoarios (Hata et al., 2003). El principal principio activo de los extractos son saponinas, las cuales pueden reducir los olores desagradables y la emisión de amoníaco a la atmósfera en la producción intensiva de aves y cerdos. Las bacterias productoras de ácido láctico son deseables en los ensilajes, ya que contribuyen a la estabilización del ensilaje; el crecimiento de bacterias lácticas no se afecta con extractos de *Yucca schidigera* (Matusiak et al., 2016). Hasta donde nosotros sabemos, no se han publicado resultados del efecto de los extractos de *Yucca schidigera* en el contenido de minerales en ensilajes de pasto maralfalfa. Este estudio se realizó con el objetivo de caracterizar el efecto del EYS en la composición mineral de ensilajes de pasto maralfalfa con grano, paja de sorgo y urea.

MATERIALES Y MÉTODOS

El pasto maralfalfa se produjo en Ciudad Victoria, Tamaulipas en un clima típico de trópico seco. El pasto se sembró en 0.80 ha, en hileras con 80 cm de espaciamiento y el riego fue con agua rodada. Se realizó una cosecha manual del pasto maralfalfa, y se picó a un tamaño de partícula aproximado a 2 cm en un molino de martillos. En este punto se tomó una muestra del pasto maralfalfa y se deshidrató a 60 °C a por 48 h, para análisis químicos posteriores. Los ensilajes se elaboraron con (base seca) mezclando: 82.7% de pasto maralfalfa, 13.1% grano de sorgo molido, 2.9% paja de sorgo y 1.4% de urea. Todos los ingredientes se mezclaron manualmente y se compactaron. Los ensilajes se realizaron en recipientes de plástico de 4 L con tapa. En el estudio se consideraron 4 tratamientos (T) experimentales en los ensilajes; los cuales consistieron en diferentes niveles de extracto de *Yucca schidigera* (EYS); los cuales fueron, 0 ppm EYS (control, T1), 50 ppm EYS (T2), 100 ppm EYS y 150 ppm EYS (T4). Se incluyó 4 repeticiones en cada tratamiento, para un total de

NUTRICIÓN ANIMAL

16 ensilajes, los cuales se mantuvieron en una habitación a temperatura ambiente por 30 d; después de ese tiempo los silos se abrieron y se prepararon muestras para su posterior análisis en el laboratorio.

Las determinaciones de minerales se realizaron de acuerdo con Tejada (1983) y se usó un espectrofotómetro de absorción atómica (serie VARIAN modelo AA-1275). Para el fósforo se utilizó un espectrómetro de fotómetro (UNICO modelo UV2150) de acuerdo con Fick et al. (1979).

Los datos se analizaron en un diseño completamente al azar, con 4 tratamientos o niveles de EYS en ensilajes, considerando 4 réplicas en cada tratamiento. Se realizó análisis de varianza y la prueba de Tukey para las comparaciones de medias. La significación estadística se consideró en $P \leq 0.05$. Los análisis estadísticos se realizaron con el software SAS.

RESULTADOS Y DISCUSION

Las concentraciones de minerales en los ensilajes de pasto maralfalfa se muestran en la Tabla 1. Los ensilajes de pasto Maralfalfa tratados con EYS mostraron concentraciones similares ($P \geq 0.05$) de Ca, P, Na, Mg, Mn. En contraste, la concentración de K fue mayor ($P = 0.005$) en los ensilajes tratados con EYS (50, 100 y 150 ppm EYS) en comparación con el control (0 ppm EYS). Las concentraciones de K entre los tratamientos con 50 ppm, 100 ppm y 150 ppm de EYS fueron similares entre ellos ($P \geq 0.05$).

La concentración de Ca en el pasto maralfalfa antes de ensilar fue de 0.32%; mientras que en los ensilajes en promedio fue 0.36%. El requerimiento de Ca en vacas de carne lactando es de 0.30% (NRC, 2000), y se satisface en el límite. El contenido de Ca en el pasto maralfalfa varía por factores como edad al corte, época del año, y la sección de la planta (Correa, 2006; Herrera et al., 2008). La concentración de P en el pasto maralfalfa antes de ensilar fue de 0.26%; mientras que en promedio para los ensilajes fue de 0.41%. En vacas lactantes de carne, el requerimiento de P es de 0.19% (NRC, 2000), este requerimiento está cubierto por los ensilajes. La concentración de P en el pasto antes de ensilar está de acuerdo con lo reportado por Mendoza-Grimón et al. (2016).

NUTRICIÓN ANIMAL

Tabla 1. Influencia del extracto de *Yucca schidigera* (EYS) en la composición mineral de ensilajes de pasto maralfalfa (*Cenchrus* sp.).

	Extracto de <i>Yucca schidigera</i>				EEM	P =
	0 ppm (T1)	50 ppm (T2)	100 ppm (T3)	150 ppm (T4)		
Calcio, %	0.37	0.38	0.37	0.34	0.018	0.57
Fosforo, %	0.42	0.43	0.41	0.39	0.011	0.14
Sodio, %	0.14	0.11	0.11	0.12	0.014	0.61
Magnesio, %	0.29	0.30	0.28	0.29	0.008	0.40
Potasio, %	3.64b	4.17a	4.42a	4.16a	1.256	0.005
Manganeso, ppm	55.80	56.15	52.53	50.88	1.360	0.05

Letras diferentes (a, b) en la misma fila indican diferencia estadística entre los tratamientos.

EEM=error estándar de la media

La concentración de Na en el pasto maralfalfa antes de ensilar fue de 0.12%; mientras que en promedio para todos fue igual que en el pasto (0.12%). Vacas lactantes de carne tienen necesidades de Na de 0.10% (NRC, 2000), este requerimiento es satisfecho en el límite inferior por la concentración de Na en los ensilajes de nuestro estudio. La concentración de Mg en el pasto maralfalfa antes de ensilar fue de 0.22%; mientras que la concentración de Mg en promedio para todos los ensilajes fue de 0.29%. En vacas lactantes de carne, el requerimiento de Mg es de 0.20% (NRC, 2000), este requerimiento podría estar cubierto por la concentración de Mg en los ensilajes de nuestro estudio.

La concentración de K en el pasto maralfalfa antes de ensilar fue 4.3%; mientras que la concentración de potasio en promedio para todos los ensilajes fue de 4.1%. Los ensilajes de nuestro estudio superaron la concentración máxima tolerable de potasio (3%; NRC, 2000) para consumo seguro en bovinos de carne. Las concentraciones de potasio se incrementaron en los ensilajes tratados con EYS. No analizamos los minerales en EYS, y no estamos seguros de que el aumento de potasio estuviera en asociación directa con las adiciones de EYS a los ensilajes.

La concentración de Mn en el pasto maralfalfa antes de ensilar fue 55 ppm; mientras que la concentración de manganeso en promedio para todos los ensilajes fue de 54 ppm. En vacas lactantes de carne, el requerimiento de Mn es de 40 ppm (NRC, 2000). El nivel de Mn en los ensilajes de nuestro estudio es suficiente para satisfacer el requerimiento de este mineral en el ganado vacuno.

CONCLUSIONES

NUTRICIÓN ANIMAL

El pasto maralfalfa es rico en macrominerales. La elaboración de ensilajes de pasto maralfalfa más ingredientes como grano de sorgo y paja de sorgo contribuyen a la riqueza mineral de los ensilajes. Los ensilajes de pasto maralfalfa satisfacen los requerimientos de macrominerales de bovinos de carne, aunque el Ca, Na y Mg en el límite. El potasio en los ensilajes excede los límites tolerables por el ganado. Estas observaciones se podrían considerar en la alimentación del ganado. Al explorar la utilización de EYS, el estudio tiene el potencial de transformar las prácticas de conservación de forrajes al disminuir las pérdidas de nutrientes y mejorar la eficiencia del uso del pasto en temporadas de abundancia. Los hallazgos podrían orientar a los productores hacia la implementación de nuevas estrategias para optimizar la alimentación del ganado, lo cual es crucial para elevar la competitividad y sostenibilidad de la ganadería en regiones tropicales. Se requieren mayores estudios.

REFERENCIAS

- Cifuentes, I. C., Coutiño, B. D., Zebadúa, M. Á. O., Cruz, A. M., Muñoz, B. S., de, C., y Toral, J. N. 2012. Evaluación nutricional de maralfalfa (*Pennisetum* spp.) en las diferentes etapas de crecimiento en el rancho San Daniel, municipio de Chiapa de Corzo, Chiapas. Quehacer Científico Chiapas. 1: 19-23.
- Correa, H. J. 2006. Calidad nutricional del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp.) cosechado a dos edades de rebrote. *Livestock Research for Rural Development*. 18: 326-335.
- Fick, K. R., L. R. McDowell, P. H. Miles, N. S. Wilkinson, J. D. Funk and J. H. Conrad. 1979. *Methods of mineral analysis for plant and animal tissues*. 2nd Edition, Department of Animal Science, University of Florida, Gainesville.
- Garcés, M.A.M., Berrio, R.L., Ruíz, A.S., Serna de León, J.G., Builes, A.A.F. 2004. Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. *Revista Lasallista de Investigación*. 1: 66-71.
- Hata, Y., Reguero, M., Arteaga de García, L., Buitrago, G. y Álvarez, A. 2003. Evaluación del contenido de sapogeninas en variedades nativas de ñame (*Dioscorea* spp.), Provenientes de la colección de la universidad de Córdoba. *Revista Colombiana de Ciencias Químico Farmacéuticas*. 32: 149-157.
- Herrera, R. S., Fortes, D., García, M., Cruz, A. M., & Romero, A. 2008. Study of the mineral composition in varieties of *Pennisetum purpureum*. *Cuban J. Agric. Sci.* 42: 393-399.
- Matusiak, K., Oleksy, M., Borowski, S., Nowak, A., Korczynski, M., Dobrzanski, Z., Gutarowska, B. 2016. The use of *Yucca schidigera* and microbial preparation for poultry manure deodorization and hygienization. *J. Environ. Manag.* 170: 50–59.

NUTRICIÓN ANIMAL

- Mendoza-Grimón, V., Fernández-Vera, J. R., Hernández Moreno, J. M., & Palacios-Díaz, M. P. 2016. Mineral balance and absorption from soil of *Pennisetum* sp. at different stages. *International Journal of Environmental & Agriculture Research*. 2: 29-35.
- Muck, R.E., Nadeau, E.M.G., McAllister, T.A., Contreras-Govea, F.E., Santos, M.C. and Kung Jr, L. 2018. Silage review: Recent advances and future uses of silage additives. *Journal of Dairy Science*. 101: 3980-4000.
- NRC. 2000. *Nutrient Requirements of Beef Cattle*. (Updated 7th Ed.). Natl. Acad. Press, Washington, DC.
- Prospero-Bernal F., Martínez-García CG., Olea-Pérez R., López-González F. y Arriaga-Jordán CM. 2017. Intensive grazing and maize silage to enhance the sustainability of smallscale dairy systems in the highlands of Mexico. *Tropical Animal Health and Production*. 49: 1537-1544.
- Ramos-Santana, R., Quijano-Cabrera, Y., and Macchiavelli, R. 2014. Evaluación del rendimiento y la calidad del forraje Maralfalfa en tres vaquerías del norte de Puerto Rico en la época de días largos. *J. Agríc. Univ. P.R.* 98: 169-177.
- Tejada de Hernández, I. 1983. *Manual de laboratorio para análisis de ingredientes utilizados en la alimentación animal*. Patronato de apoyo a la investigación y experimentación pecuaria en México. México, 387.
- Mohamad, S. S. S., Kamaruddin, N. A., & Ting, J. Y. 2022. Study on chemical composition of Napier Pak Chong (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum*) harvested at different growth stages. *Journal of Agrobiotechnology*. 13: 24-30.

PALABRAS CLAVE: *Cenchrus* sp., minerales, ensilaje.

PRODUCCIÓN ANIMAL

PRODUCCIÓN ANIMAL

PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE DE VACAS SARDO NEGRO EN CLIMA TROPICAL SUBHUMEDO (ESTUDIO PRELIMINAR)

MILK PRODUCTION AND COMPOSITION FROM SARDO NEGRO COWS IN SUB-HUMID
TROPICAL CLIMATE (PRELIMINARY REPORT)

Uscanga DJM¹, Gudiño ERS¹, Retureta GCO¹, Montero LM², Cervantes AP¹, Juarez LFI^{1*}.

¹Universidad Veracruzana. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Miguel Ángel de Quevedo S/N, esq. Yáñez, col. Unidad Veracruzana, Veracruz, Veracruz, México. C. P. 91710.

²INIFAP. Campo Experimental La Posta. Paso del Toro, Ver.

fjuarez@uv.mx

INTRODUCCIÓN

La raza Sardo Negro, llamada la raza cebuina mexicana (por su origen en Veracruz), es el resultado de seleccionar animales importados de Brasil para producción de leche y carne y cuyo pelaje no se acepta para los patrones raciales de Gyr e Indubrasil¹. Esta raza ha demostrado que se adapta favorablemente a una gran gama de ambientes y climas tropicales y subtropicales. Es un ganado rústico de gran talla con excelente pigmentación de color negro, cuyos reportes de campo indican altas producciones de leche, habilidad materna y excelente para cruzamientos con Holstein y otras razas europeas². Existen escasos y aislados estudios sobre características de crecimiento en el ganado Sardo Negro³ y por las limitaciones nutricionales se desconoce su real potencial de producción de leche. Estudios realizados en la región del Papaloapan, Veracruz han encontrado producciones de 4.73 L vaca⁻¹ día⁻¹ ⁴ y contenidos de grasa 30.0 (g /L⁻¹), proteína 32.5 (g /L⁻¹). Sin embargo, no se han desafiado a las vacas para obtener la máxima producción de leche por día.

OBJETIVOS

El objetivo de este estudio fue desafiar nutricionalmente a vacas Sardo Negro en lactación para determinar su potencial de producción de leche y compararlas con vacas Sardo Negro manejadas en sistema de rejejería tradicional

MATERIALES Y MÉTODOS

se invitó a los socios pertenecientes a la Unión Ganadera Regional de la Zona Centro del Estado de Veracruz a participar en el concurso de “La Vaca Lechera” enmarcado en la Exposición Regional

PRODUCCIÓN ANIMAL

Ganadera Ylang Ylang los años 2023 y 2024. Eran elegibles las vacas que cumplieran con las disposiciones sanitarias vigentes que marca la SADER para este tipo de exposiciones. Además de: Patente fierro quemador y libres de Brucelosis y Tuberculosis. Se identificaron 6 vacas Sardo Negro puras y 6 vacas Sardo Negro 5/8. Un jurado calificador integrado por tres MVZs supervisó las características raciales de los animales y los ubicó en el grupo correspondiente. Las vacas eran de primera, segunda y tercera lactancia, y habían superado el período de transición (45 días posparto). Los animales estuvieron sujetos durante tres días de evaluación en stands con cama de arena y ahí mismo comían y se ordeñaban a mano dos veces al día. Quedó estrictamente prohibido el uso de hormonas (oxitocina) en los animales, así como la adulteración con agua u otra sustancia que se le agregue a la leche en el momento de la ordeña. La alimentación consistió en heno de alfalfa y concentrado comercial con 21% de PC y 75% de TND a criterio del propietario para maximizar la producción de leche. Después de cada ordeño los jueces pesaban la leche en báscula de tarima digital (capacidad 100 kg) y se registraba la producción diaria de leche durante los tres días de prueba. Así mismo, se tomaban muestras de leche para analizar composición química con el MilkoScan marca Foss de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Veracruzana. Como grupo control o testigo se registraron la producción y composición química de la leche (también durante tres días) de 12 vacas Sardo Negro de un rancho comercial con manejo de rejeguería tradicional en pastoreo, en la planicie costera de la zona de Sotavento del Estado de Veracruz. Para el análisis estadístico de los datos se empleó un diseño experimental de análisis de varianza de un solo camino de clasificación con tres tratamientos y seis unidades experimentales por tratamiento. La comparación de las medias ajustadas se realizó por el procedimiento de Tukey ($P \leq 0.05$) utilizando el programa estadístico Minitab v.21.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Destaca la producción de leche de vacas primíparas Sardo Negro puras (SN) con potencial de casi 15 kg de leche por día (Cuadro 1); Aunque resalta más su contenido de grasa (5.2%). Cuando se ajusta la producción de leche al estándar de 3.5 % de grasa para compararlo con otras vacas resulta un valor de 19.6 kg de leche ajustada a 3.5% de grasa por día. Cuando se introduce la raza SN a un hato comercial al nivel de 5/8 de proporción de sangre, demerita un poco la producción de leche y su contenido de grasa. Pero, se espera que conforme se vaya absorbiendo la raza SN, los valores se incrementen. En el sistema de rejeguería tradicional en el que la alimentación se limita al pastoreo y que la leche que se comercializa es solo la ordeñada ya que se estima que el becerro consume de 4 a 6 litros diarios considerando la habilidad materna de estas vacas, se estima que la producción diaria de leche sea de entre 10 y 12 kg. Gran parte de esta producción proviene de las reservas corporales de la vaca ya que el pasto tropical no alcanza a cubrir los requerimientos de energía y proteína metabolizables para producción de ese volumen de leche. Otra bondad más a resaltar es

PRODUCCIÓN ANIMAL

el alto contenido de grasa (> 4%) considerando que el promedio de la especie bovina es de 3.5%. Asimismo, el porcentaje de grasa fue similar en vacas mestizas Holstein x Cebú⁵.

Cuadro 1. Producción diaria y contenido de grasa de la leche de vacas Sardo Negro

Concepto	Sardo Negro potencial	5/8 Sardo Negro potencial	Sardo Negro rejejería	Desviación Estándar
Leche, kg	14.9 ^a	13.1 ^a	4.9 ^b	2.99
Grasa, %	5.21 ^a	4.15 ^b	4.32 ^b	1.100
Leche corr 3.5%	19.6 ^a	14.4 ^b	5.6 ^c	3.81
Grasa, g	771 ^a	529 ^b	210 ^c	162

El porcentaje de proteína de la leche de vacas SN (Cuadro 2) es muy consistente entre las variables independientes de este estudio y dentro del promedio de la especie bovina (3.2% para proteína cruda y >3.0% para proteína verdadera). El N ureico está por arriba del nutricionalmente deseable (8 a 12%) pero es consecuencia de la deficiencia de carbohidratos solubles frecuente en la alimentación de las vacas en los trópicos por el poco uso de los granos de cereales (maíz) en su alimentación. Este imbalance nutricional además de subutilizar la proteína de la dieta, significa un costo extra de energía para la vaca al detoxificar el exceso de N amoniacal para convertirlo a urea. Por consiguiente, la medición del NU es actualmente una herramienta de amplio uso en los hatos especializados en producción de leche, debido a que la urea es un metabolito que está afectado por factores de tipo nutricional como el porcentaje de proteína, cantidad de carbohidratos solubles y la relación proteína: energía⁶.

Cuadro 2. Fracciones proteicas de la leche de vacas Sardo Negro

Concepto	Sardo Negro potencial	5/8 Sardo Negro potencial	Sardo Negro rejejería	Desviación Estándar
Proteína cruda, %	3.18 ^a	3.16 ^a	3.29 ^a	0.309
Proteína cruda, g	472 ^a	415 ^a	163 ^b	97
N ureico mg dL ⁻¹	17.5 ^a	17.4 ^a	14.3 ^a	3.26
Proteína verdadera, %	3.13 ^a	3.09 ^a	3.25 ^a	0.377

El valor normal de lactosa en la leche de vaca es de 4.7%. Las vacas SN bien alimentadas producen lactosa en ese rango. Sin embargo, Las vacas SN en el sistema de rejejería tradicional acusan

PRODUCCIÓN ANIMAL

deficiencia de este nutriente. Se sabe que la lactosa proviene de glucosa y galactosa. Carbohidratos que la vaca tiene que sintetizar a partir principalmente de ácido propiónico. El ácido propiónico proviene de la fermentación ruminal principalmente de almidones. Y los almidones están presentes en los granos de cereales. Con un poco de maíz en las dietas de estas vacas se corregiría esta deficiencia. Las vacas SN se encuentran dentro de los valores indicados para leche cruda de vaca⁷. Sin embargo, difiere de lo señalado por Quiroz⁸ quienes detectaron un mayor contenido en lactosa en leche de vacas provenientes de fincas localizadas en la región de Tabasco.

Cuadro 3. Lactosa y sólidos de la leche de vacas Sardo Negro

Concepto	Sardo Negro potencial	5/8 Sardo Negro potencial	Sardo Negro rejeguería	Desviación Estándar
Lactosa, %	4.81 ^a	4.71 ^{ab}	4.54 ^b	0.209
Lactosa, g	713 ^a	615 ^a	224 ^b	137
SNG, %	8.73 ^a	8.63 ^a	8.63 ^a	0.341
SNG, g	1.29 ^a	1.13 ^a	0.42 ^b	0.253
ST, %	14.0 ^a	12.7 ^b	12.7 ^b	1.41
ST, g	2.07 ^a	1.64 ^b	0.63 ^c	0.376

El valor normal de sólidos totales en leche de vaca es de 12.7%. El contenido de sólidos totales de la leche se determina por la suma de los cuatro componentes, lactosa, grasa, proteínas y minerales. El mayor contenido de sólidos totales en la leche de las vacas SN puras se debe a su mayor contenido de grasa y coincide con lo señalado por García⁹ que una deficiencia en alguno de estos constituyentes puede influenciar el contenido total de los sólidos. En general podemos decir que la variabilidad en el porcentaje de grasa es el factor de mayor influencia en el porcentaje de sólidos totales en la leche ya que, los Sólidos no Grasos fueron similares para los tres grupos en estudio.

CONCLUSIONES

Se confirma el potencial lechero de las vacas Sardo Negro al producir casi 20 kg de leche corregida al 3.5% de grasa diarios y se demuestra que con el manejo de rejeguería tradicional no se está aprovechando ese potencial. La composición química de la leche de vacas Sardo Negro está dentro de los estándares de la leche de vaca destacando su alto contenido de grasa.

IMPLICACIONES

PRODUCCIÓN ANIMAL

Vacas Sardo Negro primerizas si se suplementaran de acuerdo con sus requerimientos nutricionales al inicio de la lactación en el sistema de rejejería tradicional mejoraría la productividad y rentabilidad del sistema de producción de doble propósito en clima tropical subhúmedo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ¹Bavera G. 2002. Sardo Negro. Documento en línea: http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/razas_bovinas/50-raza_sardo_negro.htm
- ²AMCC. 1996. Asociación Mexicana de Criadores de Cebú. Tampico, Tamaulipas, México. 72 p.
- ³Bremauntz A.E. 2000. Prueba de comportamiento en Veracruz. Cebú Mex., Septiembre: 32-33
- ⁴Vilaboa-Arroniz, J., Díaz-Rivera P., Ruiz-Rosado O., Platas-Rosado D. E., González-Muñoz S., & Juárez-Lagunes, F. (2009). Caracterización socioeconómica y tecnológica de los agroecosistemas con bovinos de doble propósito de la región del Papaloapan, Veracruz, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10, 53-62.
- ⁵Hernández, R. & Ponce, P. Efecto del silvopastoreo como sistema sostenible de explotación bovina sobre la composición de la leche. *Livestock Research for Rural Development*. 16 (6): 2004.
- ⁶Hammond AC. Use of Blood urea nitrogen concentration to guide protein supplementation in cattle. *Am Regi Prof Ani Sci* 1994; 10:9-18.
- ⁷Hernández, L., Blanco M.A., Ontiveros M. de L., Tepal J.A., Montero M. y Ricardo ID. 2009. Calidad de la leche. En: Hernández, G., Díaz E., Espinosa J.A., Ortega L., Hernández L., Vera HR., Román H., Medina M. y Ruíz F de J. Producción de leche de bovino en el sistema intensivo. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Veracruz, México.
- ⁸Quiroz, J., Granados, L., Barrón M., Garduza B. y Gamas E. 2012. Calidad fisicoquímica de la leche bovina en suelos de vega de río, transición a sabana y sabana de la región de la Chontalpa, Tabasco. I Simposium Internacional en producción Agroalimentaria Tropical. XXIV Reunión Científica-Tecnológica, Forestal y Agropecuaria, Tabasco 2012; Tabasco, México. Pp. 351355.
- ⁹García, C.A. Montiel, R.L. y Borderas, T.F. 2014. Grasa y proteína de la leche de vaca: componentes, síntesis y modificación. *Arch. Zootec.* 63 (R): 85-105.

Palabras clave: Trópico, calidad de leche, vacas cruzadas

PRODUCCIÓN ANIMAL

¿ES RENTABLE LA PRODUCCIÓN BOVINA DE DOBLE PROPÓSITO?

IS DUAL PURPOSE BOVINE CATTLE PRODUCTION PROFITABLE?

Contreras LAA*, Corro MMD y Rubio GI

Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México

macorro@unam.mx

INTRODUCCIÓN

La ganadería en México es una actividad agropecuaria importante, pues se realiza en poco más del 50% del territorio nacional y mantiene alrededor de 24 millones de vacas. Durante el año 2021 la producción de leche en México superó los 13 millones de toneladas y la producción de carne alcanzó más de 2 millones de toneladas (SADER 2022). Del inventario ganadero nacional, alrededor de un tercio (6,534,627) se encuentran en sistemas de producción de doble propósito (SPDP), Las cuales aportan 50 % de la producción de carne y 25 % de la producción láctea (Albarrán-Portillo et al 2015).

El estado de Veracruz cuenta con un inventario ganadero de alrededor del 14 % del inventario nacional, siendo el mayor productor de ganado de carne y el sexto en producción láctea (INEGI 2019, PGN SADER 2021). Siendo los SPBDP el principal sistema productivo en el estado, estas unidades de producción se mantienen en sistemas de pastoreo utilizando animales provenientes de las cruces de razas Cebuínas con razas europeas (Holstein y Pardo Suizo entre otras).

Los SPDP en las zonas tropicales se caracterizan por su gran flexibilidad, debido a su adaptación a diversas condiciones climáticas, así como por el uso de mano de obra familiar, menor capital inversión y apoyo técnico que los sistemas especializados de producción de leche (Rangel et al. 2020).

Se asume que la principal ventaja de este modelo son los bajos costos por concepto de alimentación. (Granados et al., 2011; Gudiño et al., 2019). No obstante, las bondades del SPDP, existe una falta de adopción de tecnologías por parte de los productores. En un estudio realizado por Espinoza-García et al. (2018) concluyeron que la productividad y la rentabilidad mejoran cuando las unidades en SPDP aplican mayores innovaciones tecnológicas relacionadas con la salud del hato, nutrición y la gestión administrativa. Diversos autores (Cuevas et al., 2018, Zárate et al., 2010, Rangel et al., 2020, Camacho et al., 2016) han realizado estudios de tipo económico-productivo para estimar la situación y características que presentan las unidades de producción lechera en las zonas tropicales en Veracruz, en donde coinciden que, la ganadería en México, debería ser un negocio rentable. Por tanto, el objetivo del presente estudio fue analizar la rentabilidad de una unidad de producción comercial de doble propósito en el municipio de Vega de Alatorre, Veracruz.

PRODUCCIÓN ANIMAL

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en una unidad de producción bovina comercial localizada en el municipio de Vega de Alatorre, Veracruz, 19°54'50.0" latitud norte, 96°34'51.5" longitud oeste, a una altitud de 20m sobre el nivel del mar. La región tiene un clima cálido-húmedo, con una temperatura media anual de 23.9°C; su precipitación media anual es de 1368.7 mm. (INAFED/2019). La unidad de producción tiene una superficie de 100 Hectáreas, de las cuales 1 Ha está destinada para infraestructura y para la vivienda de los trabajadores. Las praderas están compuestas en un 90% de pastos mejorados: 50% *Brachiaria decumbens*, 25% Privilegio (*Panicum maximun*), 10% gramas nativas (*Axonopus l spp* y *Paspalum spp*) y 5% Estrella (*Cynodon plectostachyus*, *Cynodon dactylon*). El control de malezas se realiza mediante métodos químicos y manuales durante el año. El fin zootécnico es la producción de leche y venta de animales mediante el uso de vacas de cruza entre Pardo Suizo/Cebú. Durante el periodo evaluado, se manejaron en promedio 33 vacas ordeñadas una sola vez al día en forma mecánica en una sala con capacidad de cuatro plazas. Los becerros se manejan en un sistema de crianza artificial. A partir del tercer día de edad son separados de sus madres y alimentados en una nodriza fija, para alimentar seis becerros a la vez. De los becerros nacidos durante el año se seleccionan entre cinco o seis hembras como reemplazos. De los restantes becerros (machos y hembras), 50% se destina para abasto cuando alcanzan un peso de entre 180-230 kg y el 50% restante se destinan a la venta como pie de cría (cuando existen compradores). La alimentación de los animales adultos se basa en el pastoreo, y se complementan con sales minerales *ad libitum* y heno de pasto pangola (*Digitaria eriantha*) durante todo el año. Las vacas en producción, además, reciben alimento balanceado comercial durante el ordeño. Además de lo anterior, cuenta con un corral fabricado con madera, para el manejo general y para vacas en producción, manga de manejo, dos comederos de concreto y un bebedero también de concreto, una bodega de insumos (para el resguardo de alimento y pacas de pasto pangola (*Digitaria eriantha*)).

Para la evaluación económica (enero-diciembre 2018) se utilizó la metodología descrita por FIRA de 2007 y 2010 (BANXICO-FIRA, 2007, BANXICO-FIRA, 2010). Para el cálculo de punto de equilibrio se utilizó la metodología descrita por Zárate et al. (2010), donde los costos totales por producto generado se dividen entre el precio de venta promedio anual, para obtener las unidades que se deben producir al año sin que haya pérdidas ni ganancias.

RESULTADOS

Al inicio del estudio (enero 2018) se realizó un cálculo sobre los recursos con los que contaba el productor a valores corrientes. Se consideró una inversión inicial de \$ 9,009, 390.00, como capital tangible (los valores de las instalaciones fueron proporcionados por el productor). Al inicio del año el inventario de animales con el que contaba la unidad de producción evaluada señalaba la existencia de 137 animales, al final se contabilizaron 158 lo cual representa una ganancia de \$ 287,540.00 por concepto de cambio de inventario.

PRODUCCIÓN ANIMAL

Los ingresos totales alcanzaron un valor total de **\$ 1,017,436.60**. Donde 53.6 % correspondió a la venta de 91, 643 litros de leche, con precio promedio por litro de \$5.93. Mientras que el peso total de los animales vendidos para abasto durante el año fue de 4,384.80 Kg, a un precio promedio de \$39.65, resultando en un ingreso de \$156,934.20, lo que significó 15.5% de participación de los ingresos anuales. Por otra parte, la venta de animales para pie de cría tuvo una participación de 2.6%. Los ingresos por cambio de inventario, se consideran ingresos potenciales para la unidad de producción. Así considerando todo lo anterior la venta de animales aporta 46.4% de los ingresos totales de la unidad de producción.

Por otra parte, los costos totales de producción durante el año 2018 significaron \$ 912,020.97, obtenidos de la sumatoria de los costos variables y fijos. En el presente análisis los rubros de alimentación y mano de obra sumaron el 86.4 % del total de costos.

Para obtener el punto de equilibrio, se obtuvieron los costos de producción por producto generado, resultando que el costo por producción de leche representa un egreso de capital de \$ 488,843.23 y la producción de carne \$ 141,363.25. El punto de equilibrio se alcanza en el caso del producto leche al producir 82,435.62 L, lo cual ocurrió en octubre de 2018, obteniendo un superávit de 9.207.38 L de leche en el año 2018. En el caso del producto carne el punto de equilibrio se alcanzó al vender 3,565.27 Kg, teniendo un superávit de 818.73 Kg de carne en pie. En cuanto a las utilidades se observó una utilidad bruta de \$1,017,436.60. Con una utilidad neta sobre costos totales de \$105,415.63. Esta cantidad calculada como renta anual (utilidad neta/inversión inicial) resultó en 1.17%. No obstante, la rentabilidad sobre los gastos totales (variables +fijos) de operación fue 10.4%. Mientras que la rentabilidad sobre los costos variables la rentabilidad fue 27.6%.

DISCUSIÓN

Una de las características de las unidades de producción en el trópico es la doble función para producir leche y animales para la venta, en donde la proporción de ambos productos está en alrededor del 50 % (Rangel et al 2020). En el presente estudio los ingresos por venta de leche y venta de animales estuvieron dentro de los rangos mencionados para las unidades de producción de doble propósito. Utilizando ganado de la craza Pardo Suizo/Cebú, se obtuvo una producción promedio 9.2 L de leche por vaca al día, producción similar a la obtenida por Zárate et al., 2010, el parámetro de producción promedio de leche por vaca al día se encuentra dentro de los parámetros referidos por Granados, (2011), el cual oscila en un rango de 4-11 Litros de leche por vaca al día. Por otra parte, los costos de alimentación alcanzaron 48.6 % del total, valores similares a lo encontrado por Calderón et al 2010 para doble propósito con valores cercanos al 50 % del total de costos de operación.

Los costos de producción totales (variables y fijos) durante el año 2018, representaron 55.49 % y 44.51% respectivamente. De acuerdo con Granados, 2011, el costo porcentual de los insumos fijos representa el 86.9% y el costo de los insumos variables representó el 13.1%. Por otra Zárate et. al.,

PRODUCCIÓN ANIMAL

2010, indicaron que, dentro de los costos variables, los principales rubros de mayor importancia dentro de una unidad de producción bovina de doble propósito, son la compra de alimento concentrado (24.35%) seguido de la mano de obra (15.72%). En contraste, en el presente estudio el alimento balanceado fue el 35.65%, de los costos totales y la mano de obra el 32.29%. Además, los costos por concepto de alimentación pueden explicarse si consideramos lo mencionado por Puebla et al., 2015 y por García et al., 2018, quienes mencionan que las unidades de producción de doble propósito se ven afectados por la baja disponibilidad de forraje durante las épocas de estiaje. Por consiguiente, los costos por conceptos de alimentación se ven aumentados, ante la necesidad de compra de alimentos balanceados comerciales. Magaña et al. 2006 mencionan que el mejoramiento de los niveles de producción en la ganadería de doble propósito en el trópico puede lograrse mediante un avance en el manejo nutricional y reproductivo de la vaca.

CONCLUSIONES

En el presente estudio, se observó que, por cada litro de leche se obtiene una utilidad de \$ 0.60. mientras que por cada kilo de animal vendido se obtienen \$ 7.42.

En el caso de la venta de animales para pie de cría se obtiene una utilidad de \$6.58 por Kg de peso vivo.

Se concluye, que una unidad de producción bovina de doble propósito con un nivel de tecnología de medio a alto puede ser rentable con márgenes de ganancia aceptables.

IMPLICACIONES

Aunque las utilidades por concepto de venta de animales resultan atractivas. Estas solo ocurren en ciertos meses del año y cuando se tienen disponibles becerros con pesos en el rango de 120-180 kg. Por otra parte, la leche es un producto donde la producción y venta ocurre todo el año. Aunque, el tema de eficiencia reproductiva no fue objeto de estudio del presente trabajo. Se observó que de 100 vacas adultas solo una tercera parte, en promedio, se encontraban en producción. Esta situación afectó la productividad y sobre todo la rentabilidad de la empresa ganadera de doble propósito.

RECONOCIMIENTOS

En especial al propietario de la unidad de producción por las facilidades otorgadas para la realización del presente estudio, quien se encuentra dentro de la red de productores cooperantes del programa de extensión y transferencia de tecnología del CEIEGT UNAM.

BIBLIOGRAFÍA

PRODUCCIÓN ANIMAL

1. Albarrán-Portillo, B., Rebollar-Rebollar, S., Arriaga-Jordán, C.M., 2015. Socioeconomic and productive characterization of dual-purpose farms oriented to milk production in a subtropical region of Mexico. *Tropical Animal Health and Production* 47, 519–523. doi:10.1007/s11250-014-0753-8
2. Alonso A; Alonso F; Espinosa V; García G; López A ; Meléndez R ; Reyes J; Ruíz C; Velázquez P. 2007. *Economía Agropecuaria*, México, Editorial Omicrón.
3. Banco de México, FIRA. 2003. *Perspectivas de la red leche de bovino en México*. Dirección de Análisis de Cadenas Productivas y Servicios Técnicos Especializados. Documento técnico. México.
4. Banco de México, FIRA. 2007. *Costos de Producción sistema de ganado bovino de doble propósito en Tabasco*. Documento técnico. México.
5. Banco de México, FIRA. 2010. *Costos de Producción de becerro*. Boletín Informativo FIRA. Nueva Época. Núm. 8. México.
6. Calderón R.R.C., Calderón Ch.R., Ríos U.A., Vega M.V.E., Lagunes L.J. y Andres L.A. 2022. Evaluación económica en una ganadería comercial con un sistema de producción de doble propósito en el subtrópico húmedo. *Memorias del XLIV Congreso Nacional de Buiatría "MVZ Salvador Avila Téllez"* Asociación Mexicana de médicos veterinarios especialistas en Bovinos AC, Aguascalientes, Ags
7. Camacho V; Joaquín H; Cervantes F; Palacios M; Cesín A; Ocampo J. 2017. Especialización de los sistemas productivos lecheros en México: la difusión del modelo tecnológico Holstein. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, Vol.3. Núm. 8. México.
8. Castro, LCJ; Sánchez, RG; Iruegas, ELF; Saucedo, LG. 2001. Tendencias y oportunidades de desarrollo de la red leche en México. México, DF. FIRA Boletín Informativo. Vol. 33. Núm. 317. México.
9. CONAGUA, 2021. Monitor de sequía de México. Disponible en: <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico>
10. Cuevas V.; Loaiza A.; Astengo H.; Moreno T.; Borja M.; Reyes J.; González D.; 2018. Análisis de la función de producción de leche en el sistema bovinos doble propósito en Ahome, Sinaloa. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. Vol. 9. Núm. 2. México.
11. Espinoza-García JA, Matus-Gardea JA, Martínez-Damian MÁ, Santiago- Cruz MD, Román-Ponce H, Bucio-Alanis L. Análisis económico de la tecnología de doble propósito en Tabasco y Veracruz. *Agrociencia*. 2000;34(5):651-661.
12. García, A; Estrada, I; Esparza, S; Albarrán, B; Yong, G; Rayas, A. 2018. Evaluación productiva y económica de un sistema silvopastoril intensivo en bovinos doble propósito en Michoacán, México. **CIENCIA ergo-sum**, Vol. 25, Núm. 3, México.

PRODUCCIÓN ANIMAL

13. García, M. J. 2007. Variables relacionadas con la producción de leche de ganado Holstein en agroempresas familiares con diferente nivel tecnológico. Interciencia.
14. Granados, L; Quiroz J; Barrón M; Cruz C; Jiménez M; Costo de producción del litro de leche y carne en un sistema de lechería de doble propósito. Actas Iberoamericanas de Conservación Animal. México.
15. Gudiño R, Vega V, Castillo H. 2019. "Fortalezas debilidades de los sistemas de producción en el trópico (Vaca-Cría)". Memorias del Simposio internacional de bovinos de carne en el trópico CEIEGT FMVZ UNAM, Boca del Río, Veracruz, México.
16. [INAFED. Enciclopedia de municipios delegaciones de México. Disponible en: http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM30veracruz/municipios/30192a.html](http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM30veracruz/municipios/30192a.html)
17. Magaña, J.G., Ríos, G., 2006. Los sistemas de doble propósito y los desafíos en los climas tropicales de México, Archivo Latinoamericano de. Producción. Animal, 14(3): 105-114.
18. Nuñez, OJM; Solís, SA; Rodríguez, PCG; Blanco, DR. 1999. Situación actual del productor lechero de menores ingresos en el estado de Jalisco. *In XXXV Memorias Reunión Nacional de Investigación Pecuaria*. México.
19. PGN, 2019. Padrón Ganadero Nacional. Coordinación General de Ganadería, SAGARPA. Disponible en <http://www.pgn.org.mx/>
20. Puebla, S; Rebolgar, S; Albarrán, B; García, A; Arriaga, C. 2015. Análisis técnico económico de sistemas de bovinos doble propósito en Tejupilco, Estado de México, en la época de secas. Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Núm. 65. México.
21. Rangel J; Perea, J; De-Pablos-Heredero C.; Espinosa-García J.A; Mujica P.T.; Feijoo M.; Barba C.; García, A. 2020. Structural and Technological Characterization of Tropical Smallholder Farms of Dual-Purpose Cattle in Mexico. *Animals*.
22. Rojas, BB. 1996. Evaluación financiera de un sistema de producción de leche y pie de cría con ganado Suizo Pardo en pastoreo en el subtrópico húmedo. Tesis Profesional. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México.
23. SADER-SIAP 2018. Boletín de Leche Octubre-Diciembre 2018. SADER-SIAP Disponible en: <https://www.inforural.com.mx/wpcontent/uploads/2019/03/Bolet%C3%ADn-de-Leche-octubre-diciembre-2018.pdf>
24. SAGARPA-SENASICA. 2012. Manual de Buenas Prácticas Pecuarias Sistema de Explotación Extensivo y Semi-Extensivo de Ganado Bovino de Doble Propósito. México.
25. SAGARPA-SIAP. 2016. Panorama de la Leche en México.. Disponible en: http://infosiap.siap.gob.mx/opt/boletlech/Brochure%20leche_Diciembre2016.pdf
26. SAGARPA 2017. Boletín Lechero. 2017. SAGARPA. Disponible en: <https://www.gob.mx/siap/prensa/boletin-de-leche-155932?tab=>

PRODUCCIÓN ANIMAL

27. Torres V; Domínguez B; Vázquez D; Espinoza V. 2020. Costo del intervalo interparto en la producción bovina tropical del sureste de México. Agroproductividad Vol. 13. Núm.7. México.
28. USDA 2016. Livestock and Poultry: World Markets and Trade. Disponible en: <https://usda.library.cornell.edu/concern/publications/73666448x?locale=en>
29. USDA, 2018 Dairy: World Markets and Trade. Disponible en: <https://usda.library.cornell.edu/concern/publications/5t34sj56t?locale=en>
30. USDA 2018. Livestock and Poultry: World Markets and Trade. Disponible en: <https://usda.library.cornell.edu/concern/publications/73666448x?locale=en>
31. Zárate J; Esqueda V; Vinay J; Jácome S. 2010. Evaluación económico-productiva de un sistema de producción de leche en el trópico. Agronomía Mesoamericana. Núm.21 (2). Costa Rica.

PALABRAS CLAVE: Análisis económico; Producción bovina de doble propósito

PRODUCCIÓN ANIMAL

PENOPEXIA PERINEAL PARA PREPARACIÓN DE TOROS MARCADORES EN LA EMPRESA BOVINA

PERINEAL PENOPEXY FOR PREPARATION OF MARKER BULLS IN THE BOVINE COMPANY

Arieta RRJ*, Abarca AMA*

*Facultad de Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuaria, Universidad Veracruzana, Carretera Costera del Golfo Km 220., colonia Agrícola y Ganadera Michapan, Acayucan, Veracruz C.P.96100

INTRODUCCIÓN

La preparación de toros marcadores para la identificación de celo hace eficiente observar ese comportamiento sexual de la hembra hasta en un 80% (Callejas-Juárez et al., 2014). La reproducción es una de las facetas más importantes que determinan la rentabilidad de las producciones del ganado vacuno tanto en los animales dedicados a la producción láctea como cárnica. Aunque existen muchos factores que pueden aumentar la eficiencia reproductiva, ajustando los métodos tradicionales de reproducción, alimentación y manejo, persiste la idea de que las mejoras, en la eficacia biológica y económica del ganado vacuno, pueden llegar por la aplicación apropiada de las técnicas de reproducción controlada (Vera, 2015). Una deficiente detección de celos afecta directamente los días abiertos, el intervalo entre partos y por lo tanto la producción de leche en los hatos; incrementando la eficiencia en su detección se mejoran los parámetros reproductivos (Guáqueta, 2009). El propósito de tales toros es ayudar en la detección de hembras en celo para facilitar el momento adecuado de la inseminación (Morgan & Dawson, 2008). Por tal motivo, el objetivo del presente estudio fue evaluar la técnica quirúrgica "Penopexia perineal" en la preparación de toros marcadores en la identificación de celo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de campo se llevó a cabo en tres unidades de producción localizadas en el Estado de Chiapas, los criterios de inclusión que se consideraron para este trabajo de investigación se utilizaron 12 bovinos macho de la raza suizo-cebú con una edad promedio de 14 a 16 meses y 280 kg de peso vivo, los animales se encontraron clínicamente sanos, con buena condición corporal y activos sexualmente.

Durante el manejo quirúrgico se midió la duración de la cirugía en función al tiempo preoperatorio, transoperatorio y recuperación.

Descripción de la técnica de penopexia perineal:

Los animales deben de contar con un ayuno de 24 y 12 horas de alimento sólido y agua respectivamente, ya que se usó Clorhidrato de Xilacina al 2% como tranquilizante.

PRODUCCIÓN ANIMAL

Posología: Para la intervención de los animales en estación se utilizaron 0.05 mg de Xilacina por cada kilogramo de peso vivo, el equivalente a la presentación comercial del producto es a 0.25 ml por cada 100 kilogramos de peso vivo, por la vía intramuscular. Los toretes que se intervinieron quirúrgicamente en decúbito se utilizaron 0.1mg/kg de peso vivo del mismo miorrelajante.

Posición: Decúbito lateral derecho y miembros sujetos de forma separada para mayor exposición de la zona anatómica perineal. Antes de aplicar el anestésico es importante hacer la preparación de la zona anatómica a operar, de debe de rasurar la región de dos a tres veces más amplia del área quirúrgica y la antisepsia con clorhexidina o cloruro de benzalconio lo más extenso posible. Para los toretes que se intervinieron en estación la posición fue en cuadrupestación.

Anestesia local: Lidocaína al 2% para bloquear donde se realiza la incisión sobre la zona perineal, para garantizar la insensibilidad de la zona quirúrgica, la inyección se realiza por vía subcutánea con aguja calibre 18 y de 3.5 cm de largo, la cantidad de anestésico será la suficiente para para abarcar la zona señalada.

Asepsia de la zona perineal: Una vez hecho el efecto de la anestesia por infiltración en la zona perineal se procese a colocar los campos quirúrgicos desechables y se sujetan con pinzas de Backhaus. Instrumental de cirugía general: incluyendo pinzas de Kelly (10 piezas) y tijeras de mayo curvas y rectas.

Primer tiempo: Para iniciar la intervención quirúrgica se protege la zona con los campos quirúrgicos, zona abierta donde se realizó la incisión, la localización del pene se realiza con el decúbito lateral del animal (mejor manejo de la localización del pene con la asistencia de un ayudante).

Segundo tiempo: Debemos localizar la flexura sigmoidea. La misma se mantiene en posición fija con la ayuda de un ayudante que la sostiene con su mano en el tercio distal de la región perineal sobre su línea media, aproximadamente 10 cm por encima del cuello del escroto.

Tercer tiempo: Se realizaron dos incisiones de 2 cm situadas a cada lado del pene o rafe medio.

Cuarto tiempo: Se introdujo un trocar por medio de las dos incisiones laterales dejando la flexura montada sobre el mismo.

Quinto tiempo: Se retiró el trocar y se colocó un anillo nasal, la cual quedara fija una vez que se cierre su correspondiente tornillo.

Sexto Tiempo: Solo debe quedar expuesto parte del anillo nasal, las heridas laterales cicatrizan por segunda intención de las incisiones realizadas.

Séptimo Tiempo: se limpia la zona quirúrgica, con cloruro de benzalconio al 1% y se aplica un antibiótico en aerosol (oxitetraciclina, Altimicyn Aereosol). Los animales operados se mantuvieron en un lugar limpio, aunque es una técnica poco invasiva es muy importante estar revisando el proceso de cicatrización. Finalmente, se administró (ACP ENBIOTIC) a dosis de 22,000 UI por kilogramos de peso vivo, cinco días por vía intramuscular.

2.1. Variables de estudio o intervención

PRODUCCIÓN ANIMAL

Las variables de estudio están relacionadas a las condiciones fisiológicas sobre la recuperación de los toretes y posoperatorio.

1.-Fisiológicas considerando los puntos cardinales de la inflamación (rubor, dolor y tumor) observados mediante la revisión clínica del animal cada 24 horas, durante ocho días. Basado en las variables Glasgow.

Dolor: situación fisiológica en el cual un organismo vivo, presenta una experiencia sensorial desagradable asociada a un daño tisular ocasionado por un acto secundario quirúrgico o infeccioso como ejemplos (Mugabure Bujedo, 2015).

Rubor: situación fisiológica donde un organismo vivo presenta un cambio en la coloración de cualquier zona anatómica debido a un incremento del flujo sanguíneo procedente de un proceso inflamatorio (León Regal et al., 2015).

Tumor: situación fisiológica donde un organismo vivo presenta un cambio macroscópico al aumento de tamaño o distensión de una zona anatómica derivado de un proceso inflamatorio (León Regal et al., 2015).

2.-Proceso de cicatrización sobre la herida durante los ocho días, en función de la presencia de exudado.

3.- Manteniendo dentro de la libido dentro los próximos 90 días poscirugía medida a través de la ausencia o presencia, evaluada mediante las características sexuales no demostradas, intento de monta.

4.- Exposición del pene, mientras la flexura sigmoidea con el anillo nasal 90 días, mediante la función zootécnica, observación de celos.

5.- Complicaciones de la técnica durante la función zootécnica 90 días poscirugía con la identificación de tejido fibroso en la zona perineal.

2.2. Análisis de resultados

Los datos obtenidos se analizaron mediante estadística descriptiva. La comparación del tiempo se realizó con una prueba de *t* con un 95 % de nivel de confianza en el programa IBM SPSS 27.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la preparación de toretes marcadores existen un determinado número de técnicas (Arieta-Román, 2015), en nuestros resultados, la penopexia perineal mostró ser rápida, se observa una diferencia en relación al mismo, se muestran los resultados de los 6 animales que se intervinieron en decúbito (D) donde el tiempo total del manejo quirúrgico es mayor (85, 50, 55, 70, 35 y 55 min) en comparación en posición en estación (E), donde el tiempo total es menor (18, 23, 23, 33, 19 y 20 min) datos expresados en cada uno de los toretes intervenidos, con un tiempo de recuperación posoperatoria promedio de ocho días y con menor daño tisular, lo que refleja que en términos de

PRODUCCIÓN ANIMAL

mediano plazo podemos estar integrando a su función zootécnica como torete celador. La descripción de otras técnicas quirúrgicas para la preparación de toros marcadores como la resección del ligamento apical del pene, (Vizcarra et al., 2011), la cual ha demostrado una recuperación más larga, esto podría impactar en un retorno prolongado a su función zootécnica y costos altos del posoperatorio. De los 12 animales intervenidos quirúrgicamente sólo uno presentó inflamación, durante el proceso de recuperación posoperatoria, no se observó mayor daño tisular en relación con cambios en la zona quirúrgica, color (rubor), dolor y tumor (inflamación); conforme a la presencia de tejido fibroso, sólo en cinco toretes fue leve que no representó complicaciones clínicas en el posoperatorio. En las complicaciones de la técnica durante los 90 días poscirugía, los toretes no presentaron cambios fisiológicos en relación con la pérdida de la libido, se observó una exposición parcial del pene; esto cumple con el objetivo de la sujeción de la flexura sigmoidea. Un torete presentó secreción exudativa sin comprometer su estado fisiológico; esto puede tener relación por las cuestiones idiosincráticas del organismo al rechazo del material de cobre (Acevedo F, 2008). El comportamiento de los toretes pos-penopexia, destacando indicadores como una exposición total del pene una vez retirada la argolla, complicaciones quirúrgicas que presento un torete sin complicaciones que pusieran en riesgo la vida y cumpliendo en su totalidad con la función zootécnica. La técnica de penopexia perineal ha demostrado ser de menor tiempo de recuperación, estudios a nivel tropical sobre el uso de otros métodos de preparación quirúrgica de toros marcadores como la abertura del canal prepucial ventral como una opción más de técnicas quirúrgicas con la desventaja de los tiempos de recuperación más prolongados cuestiones que pueden impactar desde el punto de vista de bienestar animal (Vázquez, 2018). La relación costo beneficio sobre la evaluación de una técnica quirúrgica definirá cuestiones sobre el porcentaje de eficiencia de esta y la expansión del campo de aplicación en el área de producción animal, lo cual es mencionado por (Ortiz Sanabria & Avila Parra, 2020). Los resultados comparando la posición durante la intervención, mostraron que el tiempo promedio total fue menor en estación $p < 0.05$, basado en los procesos quirúrgicos la cuestión del manejo demuestra una manera eficiente del trato del paciente con los objetivos de una mayor rapidez en la recuperación fisiológica e incorporación a su función zootécnica (Ramírez M et al., 2013). Los toros celadores optimizan un manejo reproductivo en un programa de inseminación artificial, la recuperación posoperatoria es prioritaria dentro la función zootécnica, desempeñando mejor recuperación, la técnica es mínima invasiva y se suma a una opción más para la preparación de toros celadores.

CONCLUSIONES

PRODUCCIÓN ANIMAL

Los resultados del presente estudio permiten concluir que la técnica quirúrgica penopexia perineal, se puede emplear para la preparación de toros marcadores; el traumatismo, posoperatorio y tiempo de recuperación garantizan cumpliendo con su función zootécnica.

REFERENCIAS

- Acevedo F, A. (2008). Mallas sintéticas irreabsorbibles: Su desarrollo en la cirugía de las hernias abdominales. *Revista chilena de cirugía*, 60(5), 457–464. <https://doi.org/10.4067/S0718-40262008000500017>
- Arieta-Román, Ronnie, Rodríguez-Orozco, Nereida, Cano-Flores, Milagros, Delfín-Beltrán, Luis, & Fernández-Figueroa, Antonio. (2015). Preparación de toros marcadores, utilizando la técnica modificada de desviación quirúrgica de pene. *Abanico veterinario*, 5(1), 35-43.
- Callejas-Juárez, N., Aranda-Gutiérrez, H., Rebollar-Rebollar, S., & de la Fuente-Martínez, M. L. (2014). Situación económica de la producción de bovinos de carne en el estado de Chihuahua, México. *Agronomía Mesoamericana*, 25(1), 133–139.
- Guáqueta, H. (2009). Ciclo Estral: Fisiología básica y estrategias para mejorar la detección de celos. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*. 56(3): 163-183.
- Morgan, G. L., & Dawson, L. J. (2008). Development of teaser bulls under field conditions. *The Veterinary clinics of North America. Food animal practice*. 24(3): 443–v. DOI: [10.1016/j.cvfa.2008.06.004](https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2008.06.004)
- Mugabure Bujedo, B. (2015). *CONTROVERSIAS EN EL USO DE CORTICOIDES EPIDURALES PARA EL DOLOR CRÓNICO DE COLUMNA*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2685.8404>
- Ortiz Sanabria, S. D., & Avila Parra, K. Y. (2020). Fundamentos y métodos actuales de detección de celo en bovinos. *All Weather Paintstik. (2019). Método visual de detección de estro, pintura para marcar o detectar celo vaca. [Imagen].Mercado libre Colombia. Consultado el 3 Noviembre del 2019. https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-781978318-all-weather-paintstik-pintura-p-marcar-o-detectar-celo-vaca-_JM?quantity=1&variation_n=354_89806893&onAttributesExp=true. https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/17509*
- Parra-Cortés, RI., Magaña-Magaña, MA., & Piñeiro-Vázquez, AT. (2019). Intensificación sostenible de la ganadería bovina tropical basada en recursos locales: alternativa de mitigación ambiental para América Latina. *Revisión Bibliográfica. ITEA-Información Técnica Económica Agraria*. 115(4): 342-359. DOI: [10.12706/itea.2019.003](https://doi.org/10.12706/itea.2019.003)
- Ramírez M, A., Contreras D, R., Cartes U, J., Martínez M, M., Martínez P, C., Alvarado S, V., Iruretagoyena B, M., & Martínez C, J. (2013). Entrenamiento microquirúrgico básico para realizar un modelo animal de alotrasplante compuesto vascularizado. *Revista chilena de cirugía*, 65(5), 389–395. <https://doi.org/10.4067/S0718-40262013000500004>

PRODUCCIÓN ANIMAL

- Vázquez Gil, Á., de Loyola Oriyés, C. J., Palacio Collado, D., Resillez Pujal, A., & Pavón Pérez, Y. A. (2018). Preparación de receladores bovinos por el método del foramen prepucial ventral artificial. *Revista de Producción Animal*, 30(2): 39-43
- Villavicencio, J. L. E., Amador, R. L., Espinosa, A. P., Pérez, R. O., Serrano, N. Á., & Amador, B. M. (2007). *Effect of bull on estrual behavior of Chinampo (Bos taurus) cows in a dry tropical region.* <https://tspace.library.utoronto.ca/handle/1807/64055>.
- Vizcarra, V., Lira, E., Eroles-Villamil, J., & Nájera, J. (2018). Preparación de toros celadores mediante la resección del ligamento apical dorsal del pene. *Bioagrocencias*. 4: 45-48.

PRODUCCIÓN ANIMAL

PREVALENCIA DE CUATRO ENFERMEDADES QUE AFECTAN LA REPRODUCCIÓN DE LOS BOVINOS EN VERACRUZ, PUEBLA Y TABASCO

PREVALENCE OF FOUR DISEASES THAT AFFECT THE REPRODUCTION OF CATTLE IN VERACRUZ, PUEBLA AND TABASCO

Zárate Martínez JP¹, Rosete Fernández JV¹, Ríos Utrera A, Fragoso Islas A¹, Granados Zurita L¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

INTRODUCCIÓN

Este resumen se enfocó en presentar de manera concisa las aportaciones que investigadores del CIR Golfo Centro INIFAP, desarrollaron para demostrar la prevalencia de cuatro enfermedades (virales, infecciosas y parasitarias) que afectan la reproducción en bovinos en la costa del Golfo de México y colindancia con el Estado de Puebla. En un total de 24 Unidades de Producción (UP), once de ellos ubicados en los municipios de Hueytamalco, Atoyoxco de Guerrero, San José Acateno de y Xochitlán; siete UP en el Estado de Veracruz en los Municipios de San Rafael, Medellín y Cotaxtla y seis UP en el Estado de Tabasco en los Municipios de Huimanguillo, Conduacán y Ranchería el Puente. El diagnóstico serológico para la detección de anticuerpos contra *Leptospira* se realizó mediante la técnica de microaglutinación (MAT). Para este propósito se incluyeron cinco cepas, tres de referencia internacional (Hardjo, Wolff y Tarassovi) y dos aislamientos nacionales (Inifap y Palo Alto; serovares Hardjo e *Icterohaemorrhagiae*, respectivamente) obtenidos en el INIFAP. Esta técnica se realizó en microplacas de 96 pozos; se utilizaron 50 µl de cada dilución del suero a partir de 1:50 hasta la última dilución doble en donde se observó 50 % de aglutinación en el campo, en solución amortiguadora de fosfatos (PBS). Como antígeno se adicionaron 50 µl de cada cepa de *Leptospira* cultivadas en medio EMJH durante 8 días con un título de 2X10⁸/ml. Tras una hora de incubación a temperatura ambiente, las reacciones fueron observadas en un microscopio de campo oscuro. Todos los sueros que mostraron 50 % o más de aglutinación a una dilución de 1:100 o más fueron considerados positivos. Para el diagnóstico serológico de DVB se tomaron muestras de sangre en dos ocasiones, con un intervalo de 3.5 a 4.0 meses, al mismo grupo de vacas en cada rancho. El diagnóstico serológico para la detección de anticuerpos se realizó mediante un kit para la prueba de ELISA (CIVTEST BOVIS BVD/BD P80; Laboratorios Hipra, S.A.), cuya sensibilidad y especificidad es 96.3 y 99.5 %, respectivamente; se leyó a una densidad óptica de 450 nm en un espectrofotómetro marca BioTek ELx800. El diagnóstico serológico para la detección de anticuerpos contra el virus de la RIB se realizó mediante un kit para la prueba de ELISA (CIVTEST BOVIS IBR; Laboratorios Hipra, S.A., México), cuya sensibilidad y especificidad es 96,3 y 99,5%, respectivamente. La lectura se realizó a una densidad óptica de 450 nanómetros (nm), en un espectrofotómetro marca BioTek ELx800 (BioTek Instruments, Inc., EUA). Los anticuerpos séricos contra *N. caninum* se detectaron con la prueba de ELISA indirecta, usando la prueba comercial CIVTEST BOVIS NEOSPORA (Laboratorios HIPRA; Girona, España), siguiendo las especificaciones del fabricante. El valor de densidad óptica de cada muestra de suero analizada se determinó con un espectrofotómetro (BioTek Instruments, Inc., Winooski, VT, USA) a 405 nanómetros. La tasa de gestación para las cuatro enfermedades se codificó como 1, cuando una vaca resultó gestante al diagnóstico por ultrasonografía rectal; en caso contrario (no gestante),

PRODUCCIÓN ANIMAL

esta variable reproductiva se codificó como 0. Las prevalencias de anticuerpos contra las cuatro enfermedades (al primer y segundo muestreo) se analizaron mediante regresión logística con un modelo que incluyó los efectos fijos Estado de la República Mexicana, Municipio dentro de Estado de la República, y rancho dentro de Estado de la República por Municipio. El estatus zoonosario se definió como la presencia/ausencia de anticuerpos contra el virus de la RIB en la vaca. La tasa de gestación también se analizó mediante regresión logística, pero con un modelo estadístico que incluyó los efectos fijos de estatus zoonosario de la vaca, Estado de la República Mexicana y Municipio anidado en Estado de la República Mexicana. Todos los análisis se realizaron con el procedimiento GENMOD de SAS [28], asumiendo una distribución binomial y aplicando una función liga logit y un criterio de convergencia de 10-8. En el estado de Veracruz, al primer muestreo, el municipio de Medellín de Bravo (90,7%) presentó mayor ($P < 0,05$) prevalencia de anticuerpos contra RIB que el municipio de San Rafael (70,7%), mientras que el municipio de Cotaxtla (72,5%) presentó prevalencias similares ($P > 0,05$) a la de los municipios de Medellín de Bravo y San Rafael. Por el contrario, al segundo muestreo, los tres Municipios del estado de Veracruz presentaron prevalencias similares ($P > 0,05$), con valores de 64,1; 80,6 y 77,0% (Ríos *et al.*, 2018). Para Neospora, Estado no mostró efecto significativo ($p > 0,05$), indicando que los estados de Tabasco, Puebla y Veracruz tuvieron similares prevalencias; en contraste, municipio anidado en estado y rancho anidado en municipio fueron fuentes de variación altamente significativas ($p > 0,01$) para prevalencia de anticuerpos séricos contra *N. caninum*. La prevalencia promedio de anticuerpos séricos para los tres estados evaluados fue 24.0% (Zárate *et al.*, 2021). Las prevalencias de los serovares Hardjo e Inifap fueron mayores en el estado de Veracruz que en el estado de Puebla, pero la prevalencia del serovar Wolffi fue mayor en el estado de Puebla que en el estado de Veracruz. Las prevalencias de los serovares Hardjo y Palo Alto fueron mayores en el estado de Tabasco que en el estado de Puebla, pero no hubo diferencias entre estos dos estados en las prevalencias de los serovares Inifap y Wolffi. El número de serovares de *Leptospira interrogans* en el estado de Veracruz fue mayor que en el estado de Puebla, el número de serovares en el estado de Tabasco fue intermedio; entre municipios y entre ranchos existió una variación importante en la prevalencia de los diferentes serovares de *Leptospira interrogans*. De manera global, el serovar con la mayor frecuencia fue Inifap, mientras que el serovar con la menor frecuencia fue Tarassovi (Rosete *et al.*, 2021). El estatus sanitario de las vacas no influyó la fertilidad de las mismas; sin embargo, los ganaderos de los municipios evaluados deberían vacunar (toxoides) contra *Leptospira interrogans*, como medida preventiva para disminuir los riesgos asociados con esta bacteria en bovinos y humanos. El estado de Veracruz presentó mayor prevalencia de anticuerpos contra DVB que los estados de Puebla y Tabasco (76.2 ± 5.1 , 49.7 ± 8.0 y 51.4 ± 6.2 , respectivamente). El 100 % de los hatos presentaron anticuerpos, lo que sugiere que el virus de la DVB está ampliamente distribuido en los tres estados. Existió una gran variación en la prevalencia entre ranchos y entre municipios, siendo la prevalencia cercana al 100 % en varios casos, por lo que es probable que existan animales permanentemente infectados en algunos hatos. La presencia de anticuerpos contra DVB no influyó la tasa de gestación. El estado de Puebla presentó menor prevalencia de anticuerpos contra RIB que los estados de Tabasco y Veracruz, lo cual está acorde con la literatura científica. El 100% de los hatos muestreados presentaron anticuerpos contra el HVB-1, lo que sugiere que éste está ampliamente distribuido en los tres Estados evaluados. Existió una gran variación en la prevalencia de anticuerpos contra el virus de la RIB entre hatos y entre Municipios, siendo dicha prevalencia cercana al 100% en una cantidad importante de ellos. Los estados de Veracruz, Tabasco y Puebla mostraron similar prevalencia de anticuerpos séricos bovinos

PRODUCCIÓN ANIMAL

contra *N. caninum*. Todos los hatos tuvieron anticuerpos séricos contra *N. caninum*, sugiriendo que este parásito intracelular obligado está abundantemente distribuido en los tres estados. Existió una gran variación entre hatos y entre municipios. Finalmente, no se encontró asociación entre anticuerpos séricos bovinos contra *N. caninum* y el estatus reproductivo de las vacas.

LITERATURA CITADA

Rosete Fernández, J. V., Ríos Utrera, Á., Zárate Martínez, J. P., Socci Escatell, G. A., Fragoso Islas, A., Barradas Piña, F. T., ... & Granados Zurita, L. (2021). Prevalencia de diversos serovares de *Leptospira interrogans* en vacas no vacunadas en los estados de Puebla, Tabasco y Veracruz, México. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 12(4), 1305-1316.

Ríos-Utrera, Á., Rosete-Fernández J.V., Zárate-Martínez J.P., Fragoso-Islas, A., Olazarán-Jenkins, S., Granados-Zurita, L. y Socci-Escatell, A.G. (2018). Rinotraqueítis infecciosa bovina: determinación de la prevalencia de anticuerpos en vacas mexicanas no vacunadas de los estados de Tabasco, Puebla y Veracruz. *Revista Científica de la Facultad de Veterinaria Luz*, 28(5).

Zárate-Martínez, J. P., Rosete-Fernández, J. V., Socci-Escatell, G. A., Fragoso-Islas, A., Olazarán-Jenkins, S., Granados-Zurita, L., & Ríos-Utrera, A. (2021). Prevalence of *Neospora caninum* bovine serum antibodies in the Central and Southern Gulf of Mexico regions. *Revista MVZ Córdoba*, 26(1), e1996.

PALABRAS CLAVE: Ganado doble propósito, vaca cría

REPRODUCCIÓN ANIMAL

REPRODUCCIÓN ANIMAL

PRODUCCIÓN DE EMBRIONES IN VIVO MEDIANTE EL USO REDUCIDO DE FSH ADICIONANDO UNA SOLA DOSIS DE ECG.

IN VIVO EMBRYO PRODUCTION BY REDUCED USE OF FSH WITH ADDITION OF A SINGLE
DOSE OF ECG.

Barragán OL*, Canseco SR, Zárate O, Lepe AIE, Vega-Murillo VE, Romero A.

Universidad Veracruzana, Genética Bovina de México

oscarbarraganh6@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La múltiple ovulación para la transferencia de embriones (MOET) es una biotecnología de la reproducción asistida, utilizada para incrementar la selección genética superior al ganado y acortar el intervalo generacional en el proceso de selección en una unidad de producción.

La superovulación (SOV) es una técnica para provocar una ovulación múltiple, supliendo la ovulación individual que tienen los bovinos de forma natural. Para producir éste efecto, las hembras que serán sometidos a éste tratamiento de superovulación se denominarán donadoras, mismas que serán estimuladas hormonalmente con gonadotropinas en su mayoría. La administración de éstas, tendrá principalmente dos finalidades; por un lado, incrementar el número de folículos preantrales que se convierten en antrales y por otro, reducir la proporción de éstos que sufre atresia (Simonetti *et al.*, 2019).

El efecto de superovulación se le atribuye al uso de diferentes preparaciones hormonales, como lo son el extracto de pituitaria de origen porcino (FSH-P), la gonadotropina coriónica equina (eCG) y la hMG (gonadotropina menopáusica humana).

Actualmente, la hormona de elección para protocolos de superovulación bovina, es la hormona folículo estimulante (FSH), ya que se ha demostrado que su empleo resulta en una mejor respuesta superovulatoria. Ésta hormona, presenta algunas desventajas que parecen ser limitantes en su uso práctico; La frecuencia de su aplicación en las donadoras, debido a que tiene una vida media muy corta, la contaminación de hormona luteinizante (LH) y otras proteínas del extracto. Debido a esto, en un protocolo de superovulación convencional, se necesitan de 8 a 10 inyecciones decrecientes de FSH durante 4 o 5 días, con un intervalo de tiempo de 12 horas. Esto demanda un mayor manejo animal generando estrés no deseable en un protocolo de SOV, pudiendo afectar la respuesta ovárica y la obtención de embriones transferibles.

REPRODUCCIÓN ANIMAL

Una variante para reducir el número de inyecciones en un protocolo convencional de SOV, es el uso de una hormona que tenga un efecto similar a la FSH, pero una vida media más prolongada. La gonadotropina coriónica equina (eCG), estimula el crecimiento folicular a través de su acción de hormona folículo estimulante (FSH) y hormona luteinizante (LH), aumenta el tamaño del folículo, incrementa las concentraciones plasmáticas de progesterona y esto puede mejorar la calidad del ovocito y el desarrollo embrionario (Baruselli *et al.*, 2019).

OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar si el reemplazo de las últimas 4 aplicaciones de FSH por la administración de 500 UI de eCG en una sola inyección, produce un efecto similar de superovulación y de embriones viables producidos por una vaca donadora.

Objetivos específicos

1. Comparar el número de embriones producidos con el protocolo experimental de 500 UI de eCG vs el tratamiento control.
2. Determinar si el tratamiento experimental afecta la calidad de los embriones recolectados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron 12 donadoras, dividiéndolas en dos grupos; el primero (control) conformado por 6 donadoras que fueron superovuladas con un protocolo convencional de 8 inyecciones de FSH decrecientes y el segundo grupo (experimental) conformado por 6 donadoras tratadas con un protocolo de SOV que combina las primeras 4 inyecciones decrecientes de un protocolo convencional, adicionando una sola dosis de 500 unidades internacionales (UI) de eCG que sustituyen las últimas 4 inyecciones de FSH en un protocolo convencional.

Estos individuos fueron seleccionados bajo los siguientes criterios de inclusión: a) Animales sanos sin antecedentes de enfermedades reproductivas o con algún defecto anatómico, b) Que hayan parido al menos una vez, c) Que tuvieran al menos 70 días posparto o más, d) Presentar una condición corporal de 2.5–3 en una escala de 1-5, e) No presentar anestro profundo en la revisión con uso de ultrasonografía.

Los embriones se colectaron de forma no quirúrgica en el 7° día después de la inseminación mediante lavado uterino transcervical (Acevedo 2016).

Las variables evaluadas entre ambos tratamientos fueron analizadas con una prueba de χ^2 .

REPRODUCCIÓN ANIMAL

RESULTADOS

Efecto del Tratamiento de superovulación sobre el número de folículos en ambos ovarios al inicio del protocolo, en IATF vespertina y matutina.

Tratamiento	n	N° de Folículos al inicio del protocolo	N° de Folículos del preovulatorios en IATF pm	N° de Folículos preovulatorios en IATF am
Control	6	94	74	69
Experimental	6	104	91	73

* No hubo diferencias estadísticas por columna en ninguna variable ($P > 0.05$).

Efecto del tratamiento sobre el número de cuerpos lúteos, estructuras obtenidas y embriones transferibles.

Tratamiento	Folículos anovulatorios	CL	Estructuras	Embriones transferibles
Control	6 ^a	69 ^a	26 ^a	22 ^a
Experimental	24 ^a	44 ^a	39 ^b	30 ^b

*Superíndices distintos dentro de la misma columna son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

La respuesta entre tratamientos de superovulación medida por el número total de estructuras y embriones transferibles fue significativamente diferente en ambos tratamientos.

DISCUSIÓN

La respuesta de las vacas donadoras a los protocolos de superovulación sigue siendo variada, respecto al número de folículos preovulatorios, número de cuerpos lúteos, embriones transferibles y estructuras recuperadas.

En este trabajo, se analizó el número total de folículos (ambos ovarios) de cada donadora, así como los folículos preovulatorios presentes en los 2 servicios de IATF (vespertino y matutino). No se encontró diferencias entre tratamientos ($P > 0.05$).

En el trabajo de Naranjo et al. (2020), se utilizaron diferentes preparaciones comerciales de FSH (Folltropin y Pluset) y en el presente estudio se utilizó un producto comercial de FSH distinto a los previos (Stimufol). Las diferencias entre las preparaciones de FSH pudieron haber causado diferencias en cuanto al número de estructuras totales y embriones viables entre los dos trabajos aquí comparados.

REPRODUCCIÓN ANIMAL

CONCLUSIÓN

Bajo las condiciones del presente trabajo, la inclusión de 500 UI de eCG en el protocolo de superovulación para sustituir las últimas 4 inyecciones de FSH, es un tratamiento adecuado para reducir el estrés en las vacas donadoras sin reducir el número de embriones viables obtenidos por recolección.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Simonetti I, Irouleguy J, Callejas S, Cabodevila J, 2019. Efecto de la incorporación de una dosis de eCG al día 2 de iniciado un tratamiento superovulatorio convencional en bovinos. *Taurus*, 84: 18-21.
- Baruselli PS, Chechin BL, De Abreu LA, Elliff FM, Garcia L, Batista E, 2019. Challenges to increase the AI and ET markets in Brazil. *Animal reproduction*, 16(3): 364-375.
- Acevedo J, 2016. Manual de procedimientos de producción in vivo de embriones bovinos, tesis. 15.
- Naranjo F, Montiel Palacios F, Canseco Sedano R, Ahuja Aguirre C, 2020. Embryo production after superovulation of bovine donors with a reduced number of FSH applications and an increased eCG dose. *Theriogenology*, 141: 168-172.

Palabras Clave: Superovulación, embriones, hormona.

REPRODUCCIÓN ANIMAL

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA EDAD Y EL PESO SOBRE EL INICIO DE LA ACTIVIDAD OVÁRICA EN NOVILLAS PREPUBERES DE CARNE *Bos indicus*. BAJO CONDICIONES DE PASTOREO EN EL TRÓPICO SUBHÚMEDO DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN

EVALUATION OF THE EFFECT OF AGE AND WEIGHT ON THE ONSET OF OVARIAN ACTIVITY IN PREPUBERTAL BEEF HEIFERS *Bos indicus* UNDER GRAZING CONDITIONS IN THE SUB-HUMID TROPICS OF THE YUCATAN PENINSULA

Baeza-Rodríguez JJ¹, Domínguez-Rebolledo AE¹, Ramón-Ugalde JP², Zamora-Bustillos R² García-Sarabia SE^{3*}

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Mocochoá, Mocochoá, Yucatán, México. ²Tecnológico Nacional de México, Campus Conkal, Conkal, Yucatán, México. ³Facultad de medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana
E-mail: baeza.juanjose@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN:

En México, las características de crecimiento constituyen uno de los principales criterios de selección en los programas de mejoramiento genético del ganado de carne. Aunque el mejoramiento del crecimiento ha sido fundamental para impulsar la competitividad de la industria ganadera mexicana en los mercados nacionales e internacionales, esto ha llevado a que se descuiden otras áreas clave de la industria.

El desempeño reproductivo del hato tiene gran impacto en la rentabilidad de la empresa ganadera por lo que la evaluación de los parámetros reproductivos es esencial. Sin embargo, las mediciones de los fenotipos relacionados con la pubertad, la fertilidad, etc., son caros o difíciles de medir en campo, son de heredabilidad baja y no son expresadas directamente por toda la población. Aunado a lo anterior, la complejidad de los análisis estadísticos y la predicción de los valores genéticos han hecho difícil el establecimiento de programas de mejora genética basados en estos criterios.

Varias características reproductivas, como edad a la pubertad, edad del primer parto, preñez de novillas, entre otras, se han utilizado con el fin de optimizar el desempeño reproductivo de las hembras, sin embargo, aún no existe consenso sobre cuál es la más adecuada.

La edad en la que una novilla inicia su actividad reproductiva no es un parámetro que se tome en cuenta en la selección o descarte de hembras candidatas como reemplazos en los hatos de bovinos de carne, aun cuando su expresión tardía impacta negativamente en la vida productiva de las vacas. En el ganado *Bos indicus* la edad del establecimiento de la pubertad es mayor en comparación con el *Bos taurus* lo que hace más relevante su impacto en la eficiencia productiva del hato.

REPRODUCCIÓN ANIMAL

Ireland *et al.* (2011) sugieren que el número de folículos antrales en crecimiento presentes en los ovarios de bovinos jóvenes puede estar relacionado con su fertilidad. Por tanto, las poblaciones foliculares presentes en los ovarios de bovinos jóvenes parecen tener un gran impacto en su vida reproductiva adulta. Rico *et al.* (2009) clasificaron a la reserva ovárica como predictor de la eficiencia reproductiva futura de los bovinos. Sin embargo, permanece por resolver las dificultades inherentes a su medición, como el uso de ecografías ováricas seriadas para determinar con precisión la reserva ovárica en un gran número de animales para la prueba de fertilidad estadísticamente válida, lo que minimiza el número de productores dispuestos a la manipulación que se requiere del hato.

Consecuentemente, una alternativa sería utilizar marcadores endocrinos como auxiliares en la evaluación de fenotipos que puedan servir para seleccionar novillas precoces y fértiles, especialmente si pudieran usarse a edad temprana. La medición de la concentración de la hormona anti-mülleriana (HAM) podría funcionar como un biomarcador obtenido de una simple muestra sanguínea (Monniaux *et al.*, 2010). Los niveles hormonales de HAM de cada hembra bovina son particulares del individuo y se mantienen constantes por amplios períodos a través de su vida reproductiva, habiendo una gran variabilidad entre individuos. La hormona anti-mülleriana es utilizada como un predictor de la reserva ovárica de las hembras y, por tanto, valora su estado de fertilidad. Unos valores altos de AMH indican que la reserva ovárica es óptima. Sin embargo, a medida que aumenta la edad, estos valores van disminuyendo hasta que se produce un agotamiento ovárico.

Los niveles hormonales de cada hembra bovina son particulares del individuo y se mantienen a través de su vida reproductiva, habiendo una gran variabilidad entre individuos.

El objetivo del presente estudio fue evaluar el inicio de la actividad ovárica en novillas cebú utilizando la hormona anti-mülleriana y características de desarrollo y crecimiento como predictores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para este estudio, se utilizaron un total de 60 novillas cebú producto del cruzamiento alterno de tres razas: Guzerat (50%), Brahman (25%) y Nelore (25%). Las edades de las novillas estaban comprendidas entre los 550 y 762 días. El rancho donde se llevó a cabo el trabajo lleva un sistema de empadre controlado con duración de seis meses y éste se ubica en Tizimín, Yucatán con clima tropical subhúmedo HW0 con lluvias en verano.

La variable de respuesta fue la actividad ovárica, variable binaria donde se consideró como 1 cuando la novilla presentó oleadas con folículos dominantes o cuerpo lúteo presente y como 0 de lo contrario.

REPRODUCCIÓN ANIMAL

Para la evaluación se realizaron ecografías con un equipo SonoEscape S2 con un transductor lineal transrectal L741V (5-7.5 MHz) y realizada por un solo operador.

Para la concentración plasmática de la hormona anti-mülleriana presente en sangre, se obtuvieron muestras de la vena coccígea en tubos con EDTA, como anticoagulante; se centrifugaron por 15 minutos a 1000 \times g a 2-8°C dentro de los 30 minutos de ser colectados y se almacenaron a -20°C hasta su análisis. La concentración de la hormona anti-mülleriana se determinó utilizando un kit comercial de ELISA para hormona anti-mülleriana bovina (MBS701694). El kit tiene una sensibilidad de 0.5 ng/mL a 200ng/mL. Las concentraciones se dividieron en altas a las que estaban sobre la media y baja las demás.

En análisis estadísticos preliminares, se empleó una regresión logística con un diseño aleatorio simple de efectos fijos. Como variables independientes se incluyeron: la concentración de hormona anti-mülleriana (alta y baja), la condición corporal (de 1 a 5) y la talla (1-8) como variables categóricas; y como covariables se estudiaron el peso (kg), la edad (días) y el volumen del ovario (cm³); además, el modelo incorporó la interacción entre estas variables. El modelo definitivo tuvo la concentración de hormona anti-Mülleriana (HAM), el peso y la edad al momento de la ecografía y la interacción simple entre el peso y la edad. Las demás variables fueron eliminadas por no tener un efecto significativas en el modelo. Se utilizó el software estadístico SAS (SAS Institute In., 2013) para realizar el análisis de regresión logística. El estadístico de la ji-cuadrada de Pearson fue utilizada para medir que tan bien el modelo se ajusta los datos. En este análisis, se aplicaron pruebas de Wald para estimar la significancia de los efectos de las variables; La curva ROC se utilizó para evaluar y comparar el rendimiento de la prueba diagnóstica y el ajuste del modelo. Esta curva es un gráfico de la proporción de verdaderos positivos frente a la proporción de falsos positivos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Debido a que cinco observaciones se consideraron como valores extremos o atípicos que causaban inestabilidad en el modelo fueron eliminadas de los análisis. Se utilizó el estadístico de bondad de ajuste de Pearson para evaluar la adecuación del modelo estadístico utilizado a los datos observados. El valor de la razón de ajuste obtenido (0.768) sugiere un ajuste razonable y el valor $P > \text{ChiSq}$ (0.884) es alto, lo que sugiere que no hay evidencia significativa para rechazar el modelo. Se encontró que los efectos fueron estadísticamente significativos para las variables independientes y su interacción ($P < 0.05$). Del cuadro 1 se observa que la estimación de HAM indica que, manteniendo constantes las otras variables, un incremento unitario incrementa las probabilidades del inicio de la actividad ovárica con base en la función logística. La estimación de la edad sugiere que, con el aumento de la edad, la probabilidad disminuye, manteniendo las otras variables

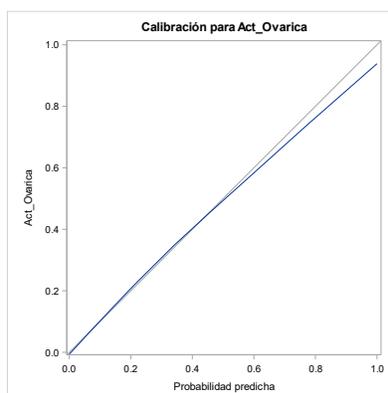
REPRODUCCIÓN ANIMAL

constantes. La estimación de la variable Peso apunta a que un incremento en el peso está asociado con una disminución en la probabilidad de la actividad ovárica. La interacción entre Edad y Peso tiene una estimación positiva, lo que indica que el efecto combinado de estas dos variables influye positivamente en la probabilidad.

Cuadro 1. Estimadores, errores estándar, el estadístico de prueba para Wald y su significancia

Parámetro	DF	Estimación	Error estándar	Chi-cuadrado de Wald	Pr > ChiSq
Intercepto	1	258.4	96.4326	7.1811	0.0074
HAM	1	2.4942	1.0723	5.4102	0.0200
Edad	1	-0.4154	0.1524	7.4247	0.0064
Peso	1	-0.8802	0.3206	7.5367	0.0060
Edad*Peso	1	0.00139	0.000502	7.7303	0.0054

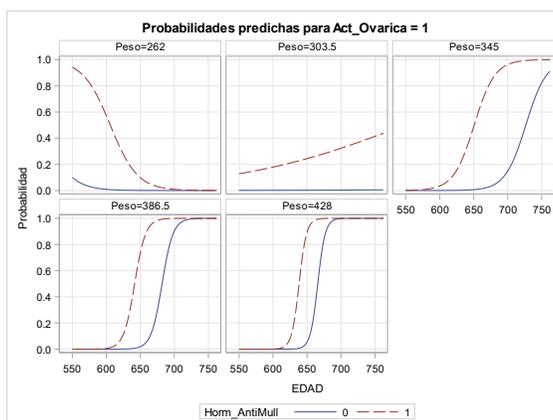
Para evaluar la precisión del modelo en la predicción de probabilidades se recurrió a una gráfica de calibración. La cual compara las probabilidades predichas por el modelo con las frecuencias observadas. En la Gráfica 1 se puede observar que el modelo está bien calibrado, el modelo está haciendo predicciones precisas, solo teniendo un ligero sesgo, al subestimar las probabilidades altas. Lo anterior indica que el modelo es confiable para predecir probabilidades.



Gráfica 1. Calibración del modelo logístico

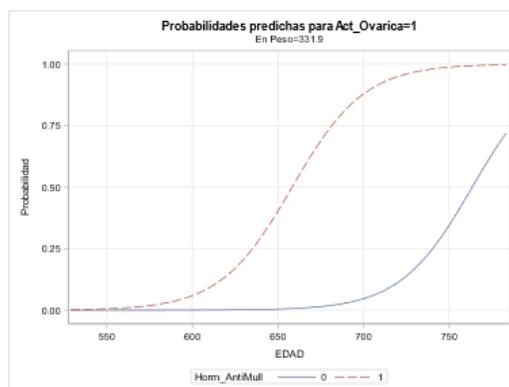
En la gráfica 2. Se puede observar que la edad de las novillas que entran en actividad ovárica lo hacen después de los 650 días de edad siempre y cuando hayan alcanzado un peso superior a los 345 kg y la concentración de HAM sea alta.

REPRODUCCIÓN ANIMAL



Gráfica 2. Efecto de la Edad y el Peso en las Probabilidades Predichas de Activación Ovárica según el nivel de Hormona Anti-Mülleriana.

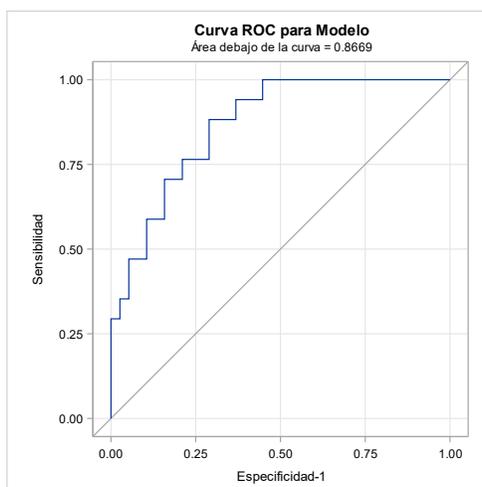
La diferenciación entre animales activos y los que no lo están, sin tener que recurrir a la exploración de estructuras ováricas es factible realizarla, con una probabilidad superior al 75%, en hembras cebú con concentración de HAM alta, alrededor de los 670 días y superior a los 332 kg de peso (Gráfica 3).



Gráfica 3. Efecto de la Edad y el Peso en las Probabilidades Predichas de Activación Ovárica según Niveles de Hormona Anti-Mülleriana en la población de estudio.

En la Gráfica 4. se presenta la curva ROC que tiene un área bajo la curva igual a 0.867. Esto indica que el modelo tiene un buen desempeño, alta precisión y equilibrio entre detectar verdaderos positivos y evitar falsos positivos

REPRODUCCIÓN ANIMAL



Gráfica 4. Curva ROC para la Predicción de la Activación ovárica basada en Edad, Peso y Niveles de Hormona Anti-Mülleriana

El porcentaje de hembras en las que se inició la actividad ovárica (30%) en este estudio coincide con los resultados reportados por Silva et al. (2022), Moriel et al. (2014), y Smith y Fordyce (2017). Estos autores coinciden en que para que ocurra este inicio, las novillas deben alcanzar aproximadamente el 70% de su peso maduro. Debido a los flujos temporales de nutrientes en el trópico a través del año, este peso se logra entre los 22 y 24 meses de edad. Lo anterior sugiere que se requerirán de cuatro a seis meses adicionales para su incorporación al lote reproductor.

En concordancia con los resultados obtenidos en el presente trabajo, el estudio de El-Sheikh (2017) señaló que los animales con niveles significativamente más altos de hormona anti-mülleriana conformaron el grupo que ellos identificaron como el de pubertad temprana. Por ello, los resultados obtenidos respecto a la hormona anti-mülleriana (HAM) destacan su relevancia como un posible biomarcador.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

Se puede interpretar que el peso y la edad interactúan de manera que las novillas deben alcanzar un desarrollo corporal adecuado en el momento preciso para iniciar la pubertad. Aunque la edad puede ser un indicador de madurez, si no alcanzan el peso crítico, la pubertad puede retrasarse, incluso si han llegado a la edad adecuada. Por el contrario, las novillas que logran un peso corporal óptimo antes de la edad promedio tienden a experimentar una pubertad temprana.

Los resultados sugieren que la hormona anti-mülleriana podría utilizarse como un predictor del inicio de la actividad ovárica y del potencial productivo en novillas *Bos indicus*, facilitando la selección de candidatas para reemplazo.

REPRODUCCIÓN ANIMAL

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- El-Sheikh, A.H., Kitahara, G., Takahashi, T., Mido, S., Sadawy, M., Kobayashi, I., Hemmi, K., Osawa, T. 2017. Plasma Anti-müllerian hormone profile in heifers from birth through puberty and relationship with puberty onset. *Biol Reprod.* 97(1):153-161.
- Ireland, J.J., Smith, G.W., Scheetz, D., Jimenez, K.F., Folger, J.K., Ireland, J.L.H., Mossa, F., Lonergan, P., Evans, A.C.O. 2011. Does size matter in females? An overview of the impact of the high variation in the ovarian reserve on ovarian function and fertility, utility of Anti-müllerian hormone as a diagnostic marker for fertility and causes of variation in the ovarian reserve in cattle. *Reprod. Fertil. Dev.* 23 (1):1-14.
- Monniaux, D., Barbey, S., Rico, C., Fabre, S., Gallard, Y., Larroque, H. 2010. Anti-Mullerian hormone: a predictive marker of embryo production in cattle? *Reproduction Fertility and Development* 22, 1083-1091.
- Moriel P, Johnson SE, Vendramini JMB, Mercadante VRG, Hersom MJ, Arthington JD. Effects of calf weaning age and subsequent management system on growth and reproductive performance of beef heifers. *Journal of Animal Science.* 2014; 92(7):3096–3107. <https://doi.org/10.2527/jas.2013-7389> PMID:24778338
- Rico Ch., Fabre S., Médigue C., di Clemente N., Clément F., Bontoux M., Touzé J.L., Dupont M., Briant E., Benoît R., Beckers J.F., Monniaux D. 2009. Anti-müllerian hormone is an endocrine marker of ovarian gonadotropin-responsive follicles and can help to predict superovulatory responses in the cow. *Biology of Reproduction* 80, 50-59.
- Silva, T.A.C.C., Quigley, S.P., Kidd, L.J., Anderson, S.T., McLennan, S.R., Schatz, T.J., McCosker, K. D., Poppi, D. P. 2022. Growth and reproductive performance responses to post-weaning supplementation of early and normally-weaned Brahman crossbred heifers raised in tropical rangelands. *PLoS ONE* 17(2): e0263786. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0263786>
- Smith D, Fordyce, G. 2017. Demonstrating the effect of live weight on heifer pregnancy rates in northern Queensland. Published by Meat and Livestock Australia Limited Locked Bag 1961 NORTH SYDNEY NSW 2059. Chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://era.daf.qld.gov.au/id/eprint/7484/1/E.PDS.1407_Final_Report.pdf
- SAS. Statistical Analysis System. SAS User's guide. SAS/STAT R, Version 9.3. Cary, NC, USA; SAS Institute Inc., 2013.

PALABRAS CLAVE: Reserva ovárica, Hormona anti-mülleriana, Regresión logística.

REPRODUCCIÓN ANIMAL

ADICIÓN DE PLASMA RICO EN PLAQUETAS EN EL MEDIO DE CULTIVO *IN VITRO* COMO PROMOTOR PARA EL DESARROLLO DE EMBRIONES BOVINOS

ADDITION OF PLATELET-RICH PLASMA TO THE *IN VITRO* CULTURE MEDIUM AS A PROMOTER FOR THE DEVELOPMENT OF BOVINE EMBRYOS

Romero MA*^{1,2}, Canseco SR^{1,2}, Zarate GOE¹, Vega-Murillo VE¹, Lepe AIE^{1,2}, Contreras HG¹, Barragán HOL²

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Universidad Veracruzana, ² Genética bovina de México.

alejandro_rm_95@outlook.com

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la aspiración folicular guiada con ultrasonido (OPU) y fertilización *in vitro* (FIV) son las técnicas más utilizadas para producir embriones en bovinos, superado el método convencional (Viana 2022). El proceso para la producción de embriones mediante dichas técnicas, se basa en varias etapas, iniciando con la aspiración de complejos cúmulus ovocito (CCO's) a partir de los ovarios de una hembra donadora, dichos CCO's son seleccionados y transportados al laboratorio para su maduración, fertilización y cultivo, obteniendo finalmente embriones en etapa de blastocisto. En cada una de estas etapas, se utiliza un medio específico que provee de aminoácidos, proteínas, hormonas y antibióticos, necesarios para el desarrollo del embrión, sin embargo, los porcentajes de desarrollo a blastocisto aun se consideran bajos. Es por ello que se ha investigado el ambiente uterino tratando de homologar sus características en los medios de laboratorio. Entre los componentes que han sido encontrados en el útero a lo largo del ciclo estral, se destacan los factores de crecimiento, estos han demostrado tener capacidad de promover el desarrollo embrionario al estimular la proliferación celular tanto de la masa celular interna como del trofoectodermo, mediante receptores específicos identificados en el embrión (Tribulo et al., 2018).

Una alternativa para proveer de factores de crecimiento al medio de cultivo, es la adición de PRP, debido a que las plaquetas cuentan con gránulos los cuales funcionan como reservorios naturales, y al activarse, se provoca la liberación de dichos factores, quedando disponibles en el medio de cultivo (Koupenova et al., 2018).

Con base en lo anterior, se plantea que el plasma rico en plaquetas en concentraciones de 5% y 2.5%, pueden ser alternativas viables para proveer factores de crecimiento en el medio de cultivo *in vitro*, obteniéndolo de manera sencilla ya que no requiere equipos especializados para su procesamiento, haciéndolo económico y al alcance de cualquier laboratorio de FIV.

OBJETIVOS

REPRODUCCIÓN ANIMAL

El objetivo de esta investigación, fue evaluar el efecto de plasma rico en plaquetas (PRP) adicionado al medio de cultivo *in vitro* al 2.5% y al 5% como promotor para el desarrollo de embriones bovinos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención de sangre y plasma rico en plaquetas

El plasma rico en plaquetas (PRP) fue obtenido modificando la metodología descrita en una investigación previa (Lange-Consiglio et al., 2017), a partir de una sola hembra bovina de 5 años raza F1 suizo/cebú la cual se encontraba 40 días post parto, en anestro determinado mediante ecografía ovárica (sin cuerpo lúteo y presencia únicamente de folículos menores a 8 mm en ambos ovarios) al momento de realizar la colecta de sangre, con un esquema de medicina preventiva actualizado, aparentemente sana al realizar un examen físico general y con parámetros hematológicos dentro de rango al realizar el hemograma. La concentración plaquetaria inicial fue de $400 \times 10^3 /\mu\text{l}$, la cual después del proceso de centrifugación aumentó entre 2 y 5 veces considerándose PRP. Para la toma de sangre, fue puncionada la vena caudal con una aguja vacutainer® 20 G x 32 mm provista de camisa. La sangre fue recolectada en 10 tubos vacutainer® de 2 ml con citrato de sodio como anticoagulante (diez tubos) y transportados al laboratorio en una hielera para ser procesada inmediatamente.

Los tubos fueron centrifugados a 100 g durante 10 minutos. Esto causó la separación de la sangre en tres componentes: glóbulos rojos en el nivel más bajo, "capa buffy" en la capa media (glóbulos blancos) y plasma en la capa superior. El plasma fue aspirado y depositado en tubos de 15 ml con la finalidad de centrifugarse nuevamente, esta vez a 1500 g durante 3 minutos para concentrar las plaquetas al fondo del tubo y el plasma pobre en plaquetas (PPP) en la capa superior.

El siguiente paso fue aspirar los dos tercios superiores del volumen del plasma (PPP) para su uso posterior, el plasma restante en el fondo del tubo se mezcló para realizar el recuento de plaquetas antes de la dilución final con PPP para obtener PRP a concentración final de 1×10^9 plaquetas/ml la cual ha sido reportada con beneficios cuando se adiciona el 5% en medios de cultivo *in vitro* (Ramos-Deus et al., 2020).

La cantidad total de PRP obtenida fue congelada en tubos Eppendorf® de 1 ml hasta su uso posterior.

Obtención de CCO's a partir de ovarios provenientes de rastro

Los CCO's fueron obtenidos de ovarios provenientes del rastro TIF 672. Los ovarios fueron transportados en solución salina fisiológica a aproximadamente 35°C. En el laboratorio se lavaron con solución salina fisiológica y con una jeringa de 10 ml con aguja de calibre 18 x 1 ½ se aspiraron los folículos con diámetros de 2-8 mm. El líquido recuperado fue transferido a un plato de Petri. Con

REPRODUCCIÓN ANIMAL

ayuda de un estéreo microscopio fueron seleccionados todos aquellos CCO's con cúmulo compacto, denso, con más de 3 capas y con citoplasma uniforme

Maduración y fertilización *in vitro*

La maduración y la fertilización *in vitro* (FIV) se llevaron a cabo mediante la metodología modificada publicada previamente (Karmali et al., 2023). Los CCO's previamente seleccionados fueron colocados en gotas de 50 µl de medio de maduración (BO-IVM, IVF Bioscience®) cubiertas con aceite mineral (Ovoil™; Vitrolife, Suecia) y colocados en una incubadora durante 24 h en una atmósfera humidificada del 5.0 % de CO₂ en aire a 38.8 °C y 100% de humedad. Después de esto, los CCO's fueron transferidos a gotas de 50 µl de medio de fertilización (BO-IVF, IVF Bioscience®) cubiertas con aceite mineral y fueron incubados a 38.8 °C, 5.0 % de CO₂ y 100% de humedad.

.Se utilizó semen congelado en pajillas, de un toro con fertilidad probada. Cada pajilla fue descongelada a 37 °C durante 45 segundos y centrifugada a 328 g por 3 minutos en gradientes de Percoll (45%/90% [v/v]). El pellet fue mezclado con 0.5 ml de medio de preparación de semen (BO-SemenPrep) y centrifugado durante 1 minuto a 328 g. El sobrenadante fue descartado y el pellet final fue mezclado con 0.9 ml de medio BO-SemenPrep. Para evaluar la concentración espermática se utilizó una cámara de Makler™. Para el proceso de fertilización de los ovocitos, fueron agregados 10 µl (20,000 espermatozoides por gota de 25 ul de medio BO-FIV) y se incubaron durante 24 h a 38.8 °C, en una atmósfera de 6% de CO₂, en aire con 100% de humedad.

Activación de plaquetas

El PRP fue descongelado a 4°C y adicionado con 10% de cloruro de calcio (CaCl) para incubarse durante 24 horas a 37 °C con la finalidad de provocar la liberación de los factores de crecimiento. Posteriormente el plasma fue centrifugado a 2,800 g durante 15 minutos y el sobrenadante fue recuperado para su adición al medio de cultivo de cada tratamiento (Carvallo et al., 2016).

Cultivo *in vitro*

Después de las 24 horas en medio de fertilización BO-IVF los presuntos cigotos fueron lavados en medio HTF con HEPES y albúmina para denudarlos con ayuda de una pipeta. Posteriormente los presuntos cigotos se colocaron en medio de cultivo BO-IVCTM (IVF Bioscience®) y divididos aleatoriamente en tres tratamientos., tratamiento control (TC)= medio de cultivo BO-IVC sin PRP, tratamiento 2.5 (T 2.5%) = medio de cultivo BO-IVC adicionado al 2.5 % de PRP, y, por último, tratamiento 5 % (T 5%) = medio de cultivo BO-IVC adicionado con 5 % de PRP. Los presuntos cigotos fueron colocados en gotas de 25 µl del medio correspondiente a cada tratamiento en grupos de 5 y cultivados en la incubadora (Cook Minc™, EUA) a 38.8°C en 5.0 % de CO₂, 6.0 % O₂ y 89.0 % N₂. La división embrionaria fue evaluada 24 horas después, y con base en la cantidad de

REPRODUCCIÓN ANIMAL

Tratamiento	Total de COC's sometidos a fertilización n	División a las 48 h n (% ± EE)
Control	246	157 (64 ± 0.03) ^a
2.5 % PRP	257	169 (66 ± 0.03) ^a
5 % PRP	252	157 (62 ± 0.03) ^a

estructuras divididas por grupo, se determinó el porcentaje de desarrollo 7 y 8 días posteriores a la FIV (Karmali et al., 2023).

Los datos de desarrollo embrionario en cultivo *in vitro* fueron analizados por un modelo lineal generalizado con el procedimiento PROC GENMOD en el programa SAS 9.4 utilizando una función de enlace logit y asumiendo una distribución binomial de la variable de respuesta. El modelo ajustado fue el siguiente;

$$\eta = Xb + e$$

Donde η es el predictor lineal que sigue una distribución Bernoulli, b , es el vector $px1$ que incluyó el efecto fijo del tratamiento y e , es el vector de errores aleatorios.

Resultados

Cuadros 1. Total de complejos cúmulus ovocito (CCO's) sometidos a fertilización y porcentaje de división a las 48 h por tratamiento (Media ± error estándar).

(^a) Literales iguales no indican diferencia estadística ($P > 0.05$).

Tabla 2. Total de blastocistos producidos en diferentes concentraciones de plasma rico en plaquetas adicionado al medio de cultivo *in vitro* comercial (Media ± error estándar).

Tratamiento	Número de cigotos	Blastocistos n (% ± EE)
Control	157	67 (43 ± 4) ^a
2.5 % PRP	169	94 (56 ± 4) ^b
5 % PRP	157	89 (57 ± 4) ^b

(^{a,b}) literales diferentes indican diferencias estadísticas ($P < 0.05$).

DISCUSIÓN

REPRODUCCIÓN ANIMAL

Los resultados obtenidos en este estudio al llevar a cabo la metodología de doble centrifugación para obtención de PRP, concuerdan con lo descrito por otros autores, alcanzando la concentración de plaquetas $1 \times 10^9/\text{ml}$, y adicionándose entre el 2.5 y 5 al volumen del medio de cultivo, evidenciando beneficios en el número de embriones desarrollados, a diferencia de estudios previos quienes reportan que al adicionar el 10% el desarrollo de los blastocistos se ve limitado, volviéndose contraproducente, lo cual se atribuye a un exceso de factores de crecimiento los cuales pueden saturar los receptores presentes en el embrión (Lange-Consiglio et al 2015, Ramos-Deus et al., 2020).

Los beneficios obtenidos en los tratamientos adicionados con PRP activado al compararlos con el tratamiento control, pueden atribuirse principalmente a los factores de crecimiento que han sido reportados en estudios previos, entre los que se han destacado los similares a la insulina 1 y 2 (IGF1 y 2), el IGF1 aumenta el número de células en el blastocisto mediante una vía de proteína quinasa activada por mitógenos, sin embargo no se tiene identificado específicamente que grupo celular estimula, ya que existe evidencia de un aumento en el número de células tanto en la masa celular interna como en el trofotodermo (Sakagami et al., 2012). Además de la proliferación celular el IGF1 tiene la capacidad de proteger al embrión contra las especies reactivas de oxígeno las cuales están presentes en el medio de cultivo y puede mejorar la criotolerancia disminuyendo la apoptosis mediante la vía de la quinasa P13 (Moss et al., 2009). Así mismo, el factor de crecimiento de fibroblastos (FGF) ha sido asociado a una mayor producción de interferón *tau*, lo cual puede ser resultado de estimular el desarrollo del trofoectodermo (Michael et al., 2006). Por su parte los factores de crecimiento transformante beta (TGF beta) y factor de crecimiento básico de fibroblastos (bFGF) han mostrado actuar sinérgicamente para promover el desarrollo de embriones bovinos más allá del bloque de 8 células, al promover la síntesis de fibronectina (Sakagami et al., 2012) mientras que el factor de crecimiento epidérmico (EGF) se han asociado a un mejor desarrollo de blastocistos producidos *in vitro*, (Mesalam et al., 2019).

CONCLUSIÓN E IMPLICACIONES

Con los resultados obtenidos bajo las condiciones de este estudio, se concluye que la adición de 2.5 y 5% de plasma rico en plaquetas en el medio de cultivo *in vitro* mejora los porcentajes de desarrollo de embriones bovinos. Será importante realizar estudios a futuro para evaluar la capacidad de desarrollo *in vitro* e *in vivo* para dichos embriones cultivados con PRP después de un proceso de crio preservación tanto en vitrificación como curva lenta.

BIBLIOGRAFÍA

REPRODUCCIÓN ANIMAL

1. Cavallo C, Roffi A, Grigolo B, Mariani E, Pratelli L, Merli G, et al. Platelet-Rich Plasma: The Choice of Activation Method Affects the Release of Bioactive Molecules. *Biomed Res Int.* 2016;6591717.
2. Karmali P, Bera S, Menda R, Shah V, Santra A, Das SK. Comparative Evaluation of Developmental Competence of Immature Cattle Oocytes in Three Different Culture Media. *IJAEB.*2023;16(02):59-64.
3. Lange-Consiglio A, Cazzaniga N, Garlappi R, Spelta C, Pollera C, Perrini C, et al. Platelet concentrate in bovine reproduction: effects on in vitro embryo production and after intrauterine administration in repeat breeder cows. *Reprod Biol Endocrin.* 2015;13(65):1-9.
4. Ramos-Deus P, Santos Nascimento P, Vieira JIT, Chaves MS, Albuquerque KA, Ferreira-Silva JC, Grázia JGV, Santos Filho AS, Batista AM, Teixeira VW, Oliveira MAL. Application of platelet-rich plasma in the in vitro production of bovine embryos. *Trop Anim Health Prod.* 2020;52(6):2931-2936.
5. Sakagami N, Umeki H, Nishino O, Uchiyama, H, Ichikawa K, Takeshita K, et al. Normal calves produced after transfer of embryos cultured in a chemically defined medium supplemented with epidermal growth factor and insulin-like growth factor I following ovum pick up and in vitro fertilization in Japanese black cows. *J Reprod Develop.* 2012;58(1):140–146
6. Viana JHM. 2022 Statistics of embryo production and transfer in domestic farm animals. *Embryo Technology* 2023;41(4):1-25.

PALABRAS CLAVE: factores de crecimiento, PRP, desarrollo embrionario.

SALUD ANIMAL

SALUD ANIMAL

CINÉTICA DE EXCRECIÓN DE HUEVOS DE NEMÁTODOS GASTROINTESTINALES EN BOVINOS DEL TRÓPICO BAJO DOS SISTEMAS DE PASTOREO.

INFLUENCE OF ROTATIONAL GRAZING SYSTEM ON GASTROINTESTINAL NEMATODES IN CATTLE IN THE HUMID TROPICS OF MEXICO.

¹Alonso DMA, ¹Castillo GE, ¹Jarillo RJ, ²Cruz GG, ¹Fernández SA*.

¹Centro de Enseñanza, Investigación, y Extensión en Ganadería Tropical, FMVZ-UNAM.

²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana.

Autor responsable: mvz_salasuv@hotmail.com

Introducción

En las zonas tropicales de México se concentra la mayor cantidad de bovinos y donde el sistema de producción de doble propósito es el más utilizado. La base principal de la alimentación de los animales en estos sistemas es a través del pastoreo extensivo en pastos nativos e introducidos. Sin embargo, esta característica también ha ocasionado que los parásitos representen el 80% de los problemas de salud en los animales. Entre los principales parásitos que afectan al ganado bovino están los nemátodos gastrointestinales (NGI), que causan 445.10 millones de dólares anuales de pérdidas en el país (Rodríguez-Vivas et al., 2017). La principal forma de controlar a estos parásitos es a través de la aplicación de nematicidas químicos, sin embargo, su manejo inadecuado ha favorecido la presentación de NGI resistentes (Kapo et al., 2022). Esto ha orillado a la búsqueda de conocimiento del comportamiento de los NGI y alternativas que permitan controlar estos parásitos a niveles compatibles con la producción animal y bajo la premisa de manejo sostenible. Entre las alternativas más mencionadas se encuentra la rotación de los potreros, la cual consiste en descansar a las praderas del pastoreo con la finalidad de disminuir la interacción bovino-parásito.

Objetivos General

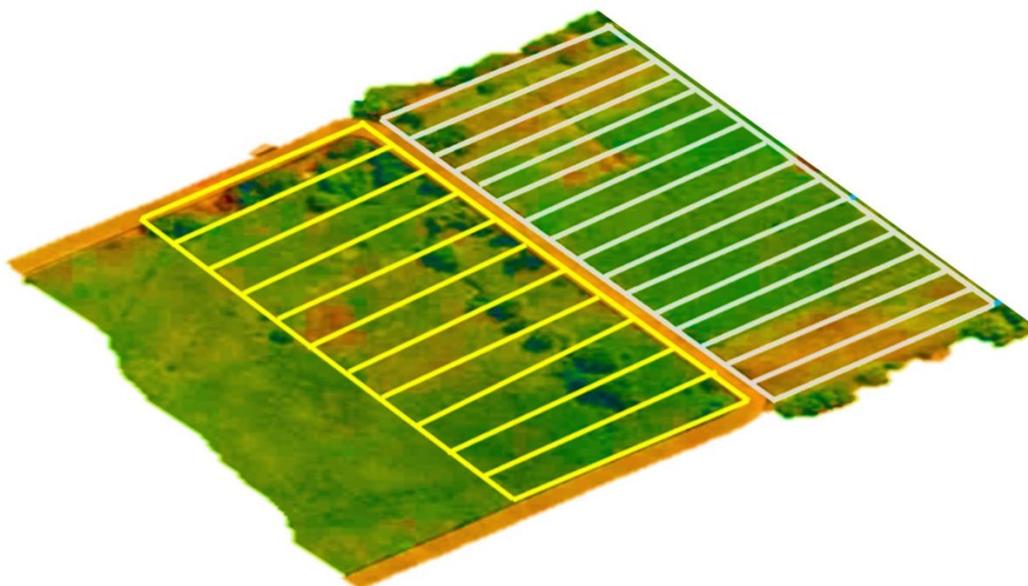
- Evaluar la cinética de excreción de huevos de NGI en bovinos F1 (HxC) y Brahman del trópico húmedo de Veracruz en dos sistemas de pastoreo rotacional (30 y 45 días de descanso).
- Determinar el tipo de nemátodos gastrointestinales involucrados en las infecciones.

SALUD ANIMAL

Material y métodos

Área de estudio: El estudio se llevó a cabo durante dos años (abril 2021-marzo 2022 y abril 2022-marzo 2023) en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical (CEIEGT)-FMVZ-UNAM en Tlapacoyan, Veracruz, donde se estableció un área diseñada para manejar el esquema de pastoreo (Figura 1).

Figura 1. Distribución de los sistemas de pastoreo en el CEIEGT-FMVZ-UNAM, Tlapacoyan, Veracruz, México.



Diseño experimental: Se evaluaron dos estrategias de manejo del pastoreo:

1. Pastoreo rotacional, con tiempos de pastoreo y recuperación de 3 y 30 días (PR30), respectivamente, con 11 potreros de 0.18 h cada uno.
2. Pastoreo rotacional con tiempos de pastoreo y recuperación de 3 y 45 días (PR45), respectivamente, con 16 potreros de 0.12 h cada uno.

Las áreas experimentales tuvieron las mismas condiciones de latitud e irregularidades. Cada tratamiento constó de 2 h de pastos donde predomina el pasto estrella de África (*Cynodon nlemfuensis*) y con infestaciones naturales de nemátodos gastrointestinales. El pastoreo de bovinos es el único uso que se le ha dado a los pastos en los últimos 40 años.

SALUD ANIMAL

Para el primer año se usaron veinte becerras de entre 8 y 12 meses de edad con un peso vivo promedio de 182 ± 44 kg. Se asignaron al azar diez becerras a cada tratamiento. Por disponibilidad, ocho animales de cada grupo fueron F1 (Holstein x Cebú) y dos $5/8 \times 3/8$ (Cebú x Holstein).

Para el segundo año se usaron veinte becerras de entre 8 y 12 meses de edad con un peso vivo promedio de 143 ± 33 kg. Seis animales de cada grupo fueron Brahman, una de cruza $7/8$ Brahman x $1/8$ Holstein, dos $3/4$ Brahman x $1/4$ holstein y una $5/8$ Holstein x $3/8$ Brahman).

Quince días antes de comenzar el experimento (de cada año), todos los animales fueron tratados con albendazol.

Manejo de los animales: Durante todo el experimento los animales recibieron 1 kg de alimento concentrado y agua *ad libitum*. No hubo zonas comunes entre los tratamientos. Los animales no fueron tratados contra NGI durante todo el estudio.

Conteo de huevos por gramo de heces: Se realizó la toma de muestra de heces directamente del recto de los animales cada 14 días de las 7:00 a 9:00 am. Las muestras se colocaron en bolsas de polietileno y se transportaron al laboratorio de Sanidad Animal del CEIEGT para su procesamiento y realización de la prueba de McMaster. Brevemente, se pesaron 2 gramos de heces por muestra, se agregaron 8 ml de solución saturada de cloruro de sodio, se mezcló y se agregaron 20 ml más de solución. Se dejó reposar por 5 min y con una pipeta se tomó solución de la superficie y se depositó en la cámara de McMaster. Se observó a 40x y se contaron los huevos. El conteo se multiplicó por 2 (por los gramos de heces usados) y se dividió entre 100 (por el total de la muestra que corresponde a 30 ml).

Identificación de las larvas por coprocultivo: Las muestras positivas a NGI fueron sometidas a la técnica de coprocultivo con la finalidad de identificar los géneros involucrados en la parasitosis. Brevemente, se colocaron 5 gramos de heces en un recipiente, 5 cucharadas de aserrín estéril y, para crear un ambiente de humedad, se agregó agua destilada estéril. Se homogenizó y se incubó en una estufa de cultivo a 27° C por 15 días.

Posteriormente, se realizó la técnica de migración de Baermann para obtener y observar las larvas de NGI en un microscopio estereoscópico. Las larvas se fijaron con Lugol, se observaron a 40x y se identificaron del acuerdo a claves morfológicas (Ibarra y Ramírez, 2023).

Análisis estadístico: Los datos fueron analizados mediante estadística descriptiva y por una prueba de D'Agostino & Pearson para determinar normalidad y homogeneidad de varianzas. Los conteos

SALUD ANIMAL

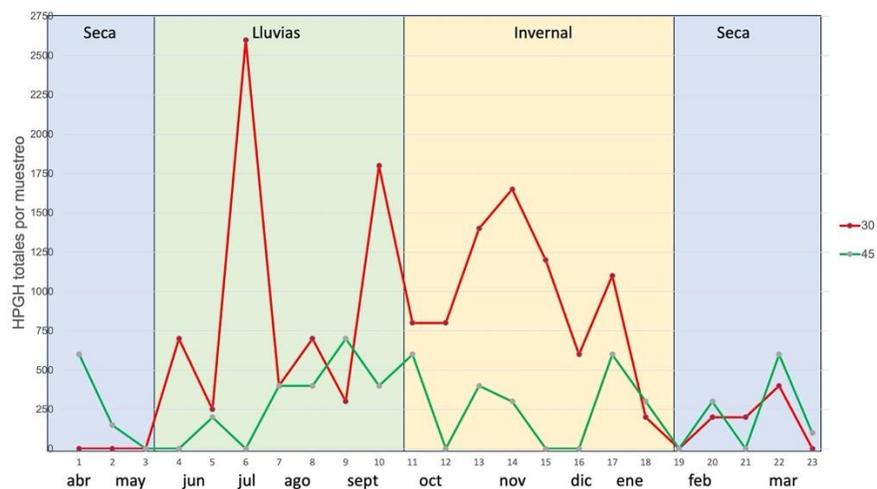
de huevos por gramo de heces entre los tres grupos fueron comparados mediante un ANOVA de una vía. Un valor de $P < 0.05$ fue considerado como significativo.

Resultados y discusión

Eliminación de HPGH: En el primer año, el grupo de becerras del grupo PR30 presentó las mayores cargas de huevos por gramo de heces (hpgh) desde el 4º hasta el 17º muestreo (junio-julio y septiembre-enero) ($p < 0.05$) (Figura 2). Las mayores excreciones de huevos de NGI se presentaron en la temporada de lluvias y en el inicio del invierno.

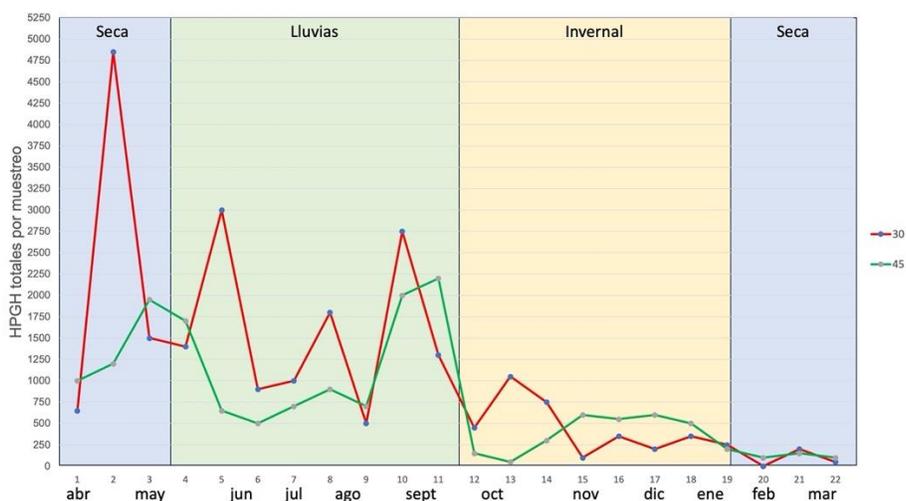
Figura 2. Huevos por gramo de heces totales por grupo en cada muestreo (1-23) en el primer año.

SALUD ANIMAL



Para el segundo año las becerras del grupo PR30 también presentaron las mayores cargas de hpgh, pero sólo los primeros 10 muestreos (abril-sept) ($p < 0.05$), posteriormente las cargas fueron similares los dos grupos ($p \geq 0.05$) (Figura 3). Las mayores excreciones de huevos de NGI se presentaron en la temporada de lluvias y al final de la época de secas.

Figura 3. Huevos por gramo de heces totales por grupo en cada muestreo en el segundo año.



El segundo grupo de becerras (segundo año) presentó una mayor eliminación de HPGH ($p < 0.05$) (Cuadro 1)

SALUD ANIMAL

Cuadro 1. Huevos por gramo de heces por grupo en los dos años de estudio.

Grupo	HPGH totales en el primer año	HPGH totales en el segundo año
PR30	15300 ^a	23300 ^a
PR45	6050 ^b	16600 ^b

Diferente literal entre líneas, indica diferencia estadística significativa

Los géneros de NGI más encontrados en los dos años de estudio fueron *Cooperia spp*, seguido de *Haemonchus spp*, *Ostertagia spp*, *Nematodirus spp*, *Oesophagostomum spp* y *Bunostomum spp*.

Los estudios donde se haya determinado la cinética de excreción de huevos de NGI en sistemas de pastoreo rotacional y donde se hayan evaluado estos sistemas para el control de NGI son escasos. Existen modelos predictivos, donde se consideran varios factores, pero en condiciones naturales, los resultados han sido parciales. Algunos estudios han mencionado que un pastoreo de 35 días de descanso no difiere de sistemas sin descanso de praderas (Burke et al., 2009). Otros estudios mencionan que el pastoreo rotacional a 180 días si contribuye a disminuir las cargas de NGI, sobre todo en las épocas de cálidas y de lluvias (Rapiya et al., 2019), sin embargo, habría que evaluar la calidad nutricional del forraje.

Conclusiones e implicaciones

Los animales en el pastoreo rotacional con 30 días excretaron una mayor cantidad de hpgh que los animales que pastorearon en el sistema rotacional con 45 días de descanso. Las mayores excreciones de huevos de NGI se presentaron en la temporada de lluvias. El género más prevalente en los dos años de estudio fue *Cooperia spp*.

Referencias

- Rodríguez-Vivas, R. I., Grisi, L., Pérez de León, A. A., Villela, H. S., Torres-Acosta, J. F. D. J., Fragoso Sánchez, H., & García Carrasco, D. (2017). *Potential economic impact assessment for cattle parasites in Mexico*. Review. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 8(1), 61-74.
- Kapo, N., Omeragić, J., Tandir, F., Mujezinović, I., Smajlović, A., & Šaljić, E. (2022). *Anthelmintic resistance in gastrointestinal nematodes of ruminants*. *Proceedings of Socratic Lectures*, 7, 64-67.

SALUD ANIMAL

- Ibarra, V. F., Ramirez, G. A. (2023). *Diagnóstico de Laboratorio de las enfermedades parasitarias en Medicina Veterinaria. Capítulo 2. Técnicas coproparasitológicas*. UNAM-FMVZ. 50-64.
- Burke, J. M., Miller, J. E., & Terrill, T. H. (2009). Impact of rotational grazing on management of gastrointestinal nematodes in weaned lambs. *Veterinary parasitology*, 163(1-2), 67-72.
- Rapiya, M., Hawkins, H. J., Muchenje, V., Mupangwa, J. F., Marufu, M. C., Dzama, K., & Mapiye, C. (2019). Rotational grazing approaches reduces external and internal parasite loads in cattle. *African Journal of Range & Forage Science*, 36(3), 151-159.

Palabras clave: *Cooperia*, rotación, parasitosis, bovinos

SALUD ANIMAL

CONTROL DE LA GARRAPATA *Rhipicephalus microplus* MEDIANTE PASTOREO ROTACIONAL EN REGIONES TROPICALES HÚMEDAS

TICK CONTROL *Rhipicephalus microplus* THROUGH ROTATIONAL GRAZING IN HUMID TROPICAL REGIONS

Cruz GG¹, Pinos RJM¹, Alonso DMA², Romero SDR¹, Vicente MJG¹, Fernández SA², Jarillo RJ²,
Castillo GE².

¹ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana, Veracruz 91710, México

² Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, Km. 5.5 Carretera Federal Tlapacoyan-Martínez de la Torre, Martínez de la Torre 93600, México

*Autor responsable del trabajo: cruz20uv@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Las garrapatas representan una de las principales amenazas para la producción bovina a nivel global, afectando a aproximadamente el 80% del ganado en todo el mundo. Estos parásitos ocasionan pérdidas económicas que oscilan entre 13.9 y 18.7 mil millones de dólares anuales (Rochlin y Toledo, 2020), principalmente debido a su impacto negativo sobre los parámetros productivos y el bienestar animal. *Rhipicephalus microplus* es el ectoparásito más relevante que afecta al ganado en zonas tropicales, subtropicales y templadas, siendo un vector de patógenos como *Babesia bovis*, *B. bigemina* y *Anaplasma marginale* (Pérez de León et al., 2014). Tradicionalmente, el control de esta garrapata se ha basado en tratamientos químicos terapéuticos. Sin embargo, el uso continuo de estos productos ha dado lugar al desarrollo de resistencia a los acaricidas, además de generar efectos negativos sobre el medio ambiente (Agwunobi et al., 2021). Ante este desafío, se han propuesto métodos no convencionales para mitigar la resistencia y controlar las poblaciones de garrapatas.

Uno de estos enfoques es el pastoreo rotacional, una estrategia en la que el administrador del pastizal regula el tiempo que el ganado permanece en una sección específica de pastoreo y define los periodos de recuperación del forraje cuando los animales se mantienen fuera de dicha área (Wilkinson, 1964). Este sistema busca reducir la interacción entre el parásito y el huésped de manera natural, ofreciendo una alternativa ecológica y rentable. Además de disminuir la presión parasitaria,

SALUD ANIMAL

el pastoreo rotacional contribuye a optimizar los recursos forrajeros y a mejorar la sostenibilidad del sistema de producción (Hüe y Fontfreyde, 2019).

Por otro lado, el número de generaciones de *R. microplus* aumenta a lo largo del año, un fenómeno estrechamente relacionado con el calentamiento global (Cruz et al., 2020). Este hecho resalta la necesidad de realizar estudios actuales sobre la dinámica estacional de este ectoparásito. El éxito en el control de garrapatas depende de la interacción de factores bióticos y abióticos que influyen en la abundancia estacional de las poblaciones, lo cual determina el comportamiento de las garrapatas en cada región. Comprender estos factores es crucial para el desarrollo de programas efectivos de control de ectoparásitos (Cruz et al., 2020). A pesar de esto, no se cuenta con información suficiente sobre el impacto del pastoreo rotacional, en particular con diferentes tiempos de descanso de los potreros, en el control de *R. microplus* en bovinos. Este conocimiento sería fundamental para evaluar el potencial del pastoreo rotacional como una estrategia complementaria y sostenible para la gestión de garrapatas.

Objetivos

Los objetivos de este estudio fueron: (1) evaluar el efecto de tres modalidades de pastoreo — pastoreo continuo y pastoreo rotacional con descansos de 30 y 45 días— sobre la infestación de *R. microplus* en bovinos y (2) determinar la dinámica poblacional de *R. microplus* en bovinos bajo estas tres modalidades de pastoreo en las condiciones ambientales del trópico húmedo.

Materiales y métodos

1. Lugar de estudio

El estudio se realizó en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical (CEIEGT) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México (20°02' N, 97°06' O) (INEGI, 2017), durante el periodo comprendido entre abril de 2021 y marzo de 2022.

2. Diseño experimental

Se evaluaron tres estrategias de manejo del pastoreo: CG00, pastoreo continuo, donde los animales permanecían libremente en un solo potrero sin divisiones internas; RG30, pastoreo rotacional con tiempos de pastoreo y recuperación de 3 y 30 días, respectivamente, en 11 potreros de $\approx 0,18$ ha cada uno; y RG45, pastoreo rotacional con tiempos de pastoreo y recuperación de 3 y 45 días, respectivamente, en 16 potreros de $\approx 0,12$ ha cada uno. Las tres áreas experimentales se ubicaban a la misma latitud y compartían características topográficas similares. Cada tratamiento comprendía

SALUD ANIMAL

2 ha de pasturas dominadas por el pasto estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) y estaban naturalmente infestadas con garrapatas. Durante los últimos 30 años, el uso exclusivo de estas pasturas ha sido el pastoreo bovino.

Los animales experimentales fueron 30 becerras, de entre 8 y 12 meses de edad y con un peso promedio de 182 ± 44 kg. Se asignaron 10 becerras aleatoriamente a cada tratamiento, de las cuales 8 eran F1 (Holstein \times Cebú) y 2 eran 5/8 \times 3/8 (Cebú \times Holstein). Además, se consideró el color del pelaje para su agrupamiento. La carga animal inicial fue de 4 unidades animales por hectárea (ua = 450 kg de peso vivo). Quince días antes del inicio del experimento, todos los animales fueron tratados con albendazol para parásitos gastrointestinales y con coumafos para garrapatas y moscas, asegurando que comenzaran con cargas parasitarias similares.

3. Manejo de animales

Durante el experimento, todos los animales recibieron un suplemento alimenticio de 1 kg diario por cabeza y agua ad libitum. Las áreas de pastoreo de los tres tratamientos eran independientes y no compartían zonas comunes. Cada tratamiento contaba con bebederos y comederos móviles exclusivos para los animales. Los animales no fueron tratados contra garrapatas durante el experimento.

4. Recuento de garrapatas en el ganado

El recuento de garrapatas se realizó cada 14 días, entre las 7:00 y 9:00 h, a lo largo de todo el año, completando un total de 26 conteos entre abril de 2021 y marzo de 2022. Utilizando una rampa de compresión, se contaron únicamente las garrapatas de *R. microplus* mayores a 4.5 mm de longitud en cada becerro. Las garrapatas no fueron removidas tras el recuento. Se examinó el lado derecho de cada becerro, y el número de garrapatas se multiplicó por dos.

5. Recopilación de datos climáticos

Dos semanas antes y durante el experimento, se registraron diariamente la temperatura ambiental (°C) y la precipitación (mm) mediante la base de datos del Servicio Meteorológico Nacional. La humedad relativa (HR, %) fue obtenida a través de la aplicación móvil Weather Channel ©.

6. Análisis estadístico

Los datos fueron sometidos a pruebas de normalidad y homogeneidad de varianzas. Las pruebas mostraron que los datos no se distribuyeron normalmente. Los recuentos de garrapatas para cada tratamiento se compararon utilizando la prueba de Kruskal–Wallis. Se consideró un intervalo de confianza del 95% y un valor p menor a 0.05. La temperatura ambiental, la humedad relativa y la

SALUD ANIMAL

lluvia se correlacionaron con la carga de garrapatas utilizando la prueba de Spearman. El recuento de garrapatas en los bovinos de cada tratamiento se analizó mediante análisis descriptivo. Los análisis fueron realizados con el programa Statistica 10.0.

Resultados

En la Tabla 1 se muestran 26 recuentos de garrapatas *R. microplus* (>4.5 mm). En los primeros tres meses (abril, mayo y junio) después de iniciado el experimento (seis conteos), las cargas parasitarias fueron muy bajas y similares entre tratamientos ($p > 0.05$) (Tabla 1). Del conteo siete al conteo dieciséis, correspondientes a julio a noviembre, los animales en RG30 tuvieron los recuentos más altos de *R. microplus* ($p < 0.05$) (Tabla 1). En los últimos diez muestreos, correspondientes al período noviembre-marzo, el conteo de garrapatas registrado en RG45 fue significativamente menor que RG30 y CG00 ($p < 0.05$).

La temperatura ambiental durante el experimento varió entre 11,5 °C y 37,0 °C. La humedad relativa (HR) mensual osciló entre 67% y 85%, mientras que la precipitación varió de 54.0 mm a 427.7 mm. No se encontró una asociación significativa entre el grado de infestación de *R. microplus* y las variables climáticas ($p > 0.05$).

Tabla 1. Número de *Rhipicephalus microplus* en ganado (>4,5 mm) en tres sistemas de pastoreo durante un año.

SALUD ANIMAL

Fecha	Número de muestreo	CG00		RG30		RG45	
		Media ¹	SD	Media	SD	Media	SD
02/04/2021	1	1.60 ^a	1.58	1.40 ^a	1.65	1.00 ^a	1.41
17/04/2021	2	1.40 ^a	1.65	1.40 ^a	2.12	1.60 ^a	2.07
01/05/2021	3	2.00 ^a	2.49	2.20 ^a	3.19	2.80 ^a	3.68
18/05/2021	4	0.80 ^a	1.69	6.20 ^a	10.73	2.60 ^a	4.01
01/06/2021	5	5.00 ^a	4.74	2.20 ^a	3.19	1.40 ^a	2.50
15/06/2021	6	0.00 ^a	0.00	8.60 ^b	10.50	2.00 ^a	5.66
29/06/2021	7	3.00 ^a	3.16	59.20 ^b	47.27	0.00 ^c	0.00
13/07/2021	8	3.40 ^a	3.53	83.80 ^b	59.45	11.20 ^a	14.58
27/07/2021	9	4.80 ^a	3.16	61.80 ^b	40.09	15.00 ^c	7.62
11/08/2021	10	0.40 ^a	0.84	90.80 ^b	77.00	1.00 ^a	1.94
24/08/2021	11	11.20 ^a	8.12	117.20 ^b	94.07	4.40 ^c	6.24
08/09/2021	12	0.20 ^a	0.63	188.40 ^b	159.84	0.60 ^a	1.35
20/09/2021	13	3.80 ^a	5.29	162.40 ^b	138.17	0.00 ^c	0.00
05/10/2021	14	3.40 ^a	3.41	70.80 ^b	63.01	2.20 ^a	2.90
18/10/2021	15	2.00 ^a	3.27	115.00 ^b	81.83	0.00 ^c	0.00
03/11/2021	16	6.00 ^a	6.18	88.00 ^b	82.84	3.20 ^a	4.54
16/11/2021	17	3.40 ^a	3.66	36.60 ^b	17.39	0.40 ^c	0.84
30/11/2021	18	0.60 ^a	1.90	29.00 ^b	15.03	0.00 ^a	0.00
14/12/2021	19	16.40 ^a	13.16	13.00 ^a	5.10	2.20 ^b	2.57
28/12/2021	20	17.00 ^a	5.52	25.00 ^a	29.55	1.60 ^b	2.27
11/01/2022	21	11.20 ^a	7.19	31.00 ^b	17.64	3.20 ^c	3.16
25/01/2022	22	19.20 ^a	14.37	23.00 ^a	11.21	0.80 ^b	1.93
08/02/2022	23	16.40 ^a	11.46	16.20 ^a	13.45	1.80 ^b	2.57
22/02/2022	24	16.80 ^a	9.53	48.00 ^b	36.49	0.80 ^c	1.40
09/03/2022	25	21.80 ^a	5.37	22.20 ^a	10.17	2.80 ^b	3.43
23/03/2022	26	16.40 ^a	8.04	31.80 ^b	21.63	3.40 ^c	2.32

¹ Media aritmética de recuentos de garrapatas. a–c Los valores dentro de una fila con diferentes superíndices difieren significativamente en $p < 0.05$.

Discusión

El pastoreo rotacional se ha propuesto como una alternativa efectiva para controlar *Rhipicephalus microplus* en el ganado. Este estudio es el primero en informar sobre el impacto de tres variaciones en el manejo del pastoreo sobre la infestación por *R. microplus*. Se observó que reducir el período de recuperación del pastoreo, de 45 días a 30 días, incrementó las cargas de garrapatas en las becerras.

Los animales del grupo RG30 mostraron el mayor recuento de *R. microplus* y la carga parasitaria acumulada más alta al final del experimento, en comparación con los grupos RG45 y CG00. Estudios

SALUD ANIMAL

previos, como el de Nicaretta et al. (2020), sugieren que el pastoreo rotacional con 20 días de descanso en pasturas de *C. dactylon* no reduce efectivamente las cargas parasitarias en comparación con el pastoreo continuo. En condiciones de campo controladas, el tiempo promedio de preeclusión de las larvas es de 42 días. Las larvas tienen una mejor capacidad para adherirse al huésped entre 3 y 8 días después de la eclosión, por lo que un período de descanso de 45 a 50 días podría ser óptimo para la presencia de larvas viables (Cruz et al., 2020). En este estudio, con un período de descanso de 30 días, las larvas aún no serían viables al momento del regreso de los animales al potrero. Sin embargo, en la siguiente ronda, con un descanso de 60 días, las larvas serían más viables, lo que podría llevar a un mayor nivel de infestación.

Por otro lado, los animales del grupo RG45, con un período de descanso de 45 días, presentaron el recuento más bajo de *R. microplus* y la carga parasitaria acumulada más baja al final del experimento. Estos resultados sugieren que un período de descanso de 45 días podría ser una herramienta efectiva para controlar *R. microplus*. Aunque no se había evaluado previamente el efecto de un descanso de 45 días en comparación con períodos de 30 días y pastoreo continuo, los hallazgos indican que, en comparación con el grupo RG30, el descanso de 45 días reduce la presencia de garrapatas viables. A pesar de que las larvas pueden ser viables al regreso de los animales después de 90 días, las condiciones ambientales podrían reducir la viabilidad de las larvas, disminuyendo así las posibilidades de infestación al ganado.

Conclusiones

Se observó que los animales sometidos a pastoreo rotacional con un descanso de pastura de 30 días presentaron la mayor población de garrapatas. En contraste, el pastoreo rotacional con un descanso de 45 días mostró una infestación significativamente menor durante todo el experimento.

Referencias bibliográficas

- Agwunobi, D. O., Yu, Z., y Liu, J. 2021. A retrospective review on ixodid tick resistance against synthetic acaricides: implications and perspectives for future resistance prevention and mitigation. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 173, 104776.
- Cruz, B. C., de Lima Mendes, A. F., Maciel, W. G., Dos Santos, I. B., Gomes, L. V. C., Felippelli, G., Pires, W. F. T., Lopes, L. F., Soares, V. E., Zanetti, W. D. L., da Costa, A.J., y de Oliveira, G. P. 2020. Biological parameters for *Rhipicephalus microplus* in the field and laboratory and estimation of its annual number of generations in a tropical region. *Parasitology research*, 119, 2421-2430.

SALUD ANIMAL

- Hüe, T., y Fontfreyde, C. 2019. Development of a new approach of pasture management to control *Rhipicephalus microplus* infestation. *Tropical animal health and production*, 51(7), 1989-1995.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2017. Available online: https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/anuarios_2017/702825094980.pdf (accesado el 26 May 2022).
- Nicaretta, J. E., Dos Santos, J. B., Couto, L. F. M., Heller, L. M., Cruvinel, L. B., de Melo Júnior, R. D. M., Cavalcante, A S. D. A., Zapa, D M. B., Ferreira, L.L., de Oliveira, C M. M., Soares, V. E., y Lopes, W. D. Z. (2020). Evaluation of rotational grazing as a control strategy for *Rhipicephalus microplus* in a tropical region. *Research in veterinary science*, 131, 92-97.
- Pérez de León, A. A., Teel, P. D., Li, A., Ponnusamy, L., y Roe, R. M. 2014. Advancing integrated tick management to mitigate burden of tick-borne diseases. *Outlooks on pest management*, 25(6), 382-389.
- Rochlin, I., y Toledo, A. 2020. Emerging tick-borne pathogens of public health importance: a mini-review. *Journal of medical microbiology*, 69(6), 781-791.
- Wilkinson, P. R. 1964. Pasture spelling as a control measure for cattle ticks in southern Queensland. *Australian Journal of Agricultural Research*, 15(5), 822-840.

Palabras claves: Pastoreo rotacional, control, garrapatas

SALUD ANIMAL

EL USO DE *RHIPICEPHALUS MICROPLUS* COMO SUSTRATO MODIFICA EL COMPORTAMIENTO GARRAPATICIDA DE *METARHIZIUM ANISOPLIAE*?

DOES THE USE OF *RHIPICEPHALUS MICROPLUS* AS SUBSTRATE MODIFY THE TICKCIDE BEHAVIOR OF *METARHIZIUM ANISOPLIAE*?

Fernández SA* y Alonso DMA.

Centro de Enseñanza, Investigación, y Extensión en Ganadería Tropical, FMVZ-UNAM.

Autor responsable: mvz_salasuv@hotmail.com

Introducción

La resistencia de *Rhipicephalus microplus* a los acaricidas químicos ha promovido la búsqueda de nuevos métodos de control como el uso de hongos entomopatógenos (HE). Sin embargo, estos pueden disminuir su capacidad garrapaticida después de un periodo almacenamiento o cultivos sucesivos (Butt et al., 2006). La reactivación de la virulencia mediante subcultivos en artrópodos es de las propuestas más mencionadas para revertir esta afectación (Vandenberg and Cantone, 2004), sin embargo, los reportes utilizando garrapatas para esta finalidad son escasos.

Objetivos

Aislar HE de suelos de unidades de producción bovina en Veracruz; 2) Evaluar el efecto garrapaticida de los HE sobre *R. microplus* y 3) Determinar el efecto garrapaticida de los HE después de cuatro subcultivos en *R. microplus*.

Material y métodos

Se muestrearon suelos de potreros en 17 unidades de producción bovina (UPB) de la zona centro-norte de Veracruz. Las muestras se transportaron al Laboratorio de Sanidad Animal del CEIEGT-FMVZ-UNAM en Martínez de la Torre, Veracruz para su procesamiento. Los HE de las muestras de suelo se aislaron mediante la técnica de sebo con larvas de *Galleria mellonella* (Zimmermann, 1986). Los hongos aislados se identificaron mediante claves morfológicas (Bishoff et al., 2009). Después los HE se sembraron en agar dextrosa sabouraud (ADS), se purificaron y se colectaron para su uso en los bioensayos de mortalidad.

Se colectaron aproximadamente 50 teleóginas de *R. microplus* de una UPB de Martínez de la Torre, que se procesaron en el laboratorio para obtener su progenie larval. Las larvas obtenidas se utilizaron para infestaciones artificiales en dos becerros. A partir del día 18 al 21 se realizaron colectas de garrapatas ingurgitadas directamente de los animales para usarse en los bioensayos con los HE.

SALUD ANIMAL

La evaluación de la mortalidad natural de las cepas de HE se realizó mediante la prueba de inmersión de adultas (Drummond et al., 1967). Las garrapatas se revisaron durante 20 días para evaluar la mortalidad. Se realizaron tres replicas por tratamiento y un grupo control.

Pasado el tiempo, se recuperaron las esporas de uno de los individuos y se sembraron en agar dextrosa saboraud (ADS) por quintuplicado para obtener una alta cantidad de esporas. Concomitantemente, otro grupo de esporas, obtenidas de *R. microplus*, fueron sembradas en ADS. Este último grupo ya no fue expuesto a garrapatas, fue sembrado durante todo el experimento en ADS como grupo control de esporas sometidas a reproducción exclusiva en medio artificial.

Las esporas obtenidas de garrapatas se volvieron a exponer a *R. microplus* y la evaluación de la mortalidad se realizó de acuerdo a la metodología previamente mencionada. Este procedimiento se realizó dos veces más (tercera y cuarta evaluación de la mortalidad de garrapatas) alternándose con la obtención respectiva de los HE.

Una vez evaluada la mortalidad (día 20), uno de los individuos que expresaron esporulación en cada grupo tratado fue seleccionado para obtener esporas nuevas. Las esporas se identificaron y se sembraron en ADS para obtener esporas nuevas. Este procedimiento se realizó dos veces más (tercera y cuarta obtención de HE a partir de garrapatas) alternándose con la evaluación de la mortalidad de garrapatas.

Después de todas las reproducciones, al final se obtuvieron dos cepas de HE:

- 1) Cepa obtenida de cuatro pases en *R. microplus*
- 2) Cepa obtenida de cuatro pases en medio artificial (ADS)

Las cepas fueron evaluadas finalmente contra teleóginas de *R. microplus* de acuerdo a la metodología descrita previamente.

Análisis estadístico

Un ANOVA de una vía fue utilizado para evaluar las diferencias de la susceptibilidad de las garrapatas a los HE entre las cinco evaluaciones de la misma cepa de HE. Se corrió una prueba HSD de Tukey como análisis post hoc. Un valor de $P < 0.05$ fue considerado significativo.

Resultados y discusión

Se aislaron 10 cepas de HE que se identificaron como *M. anisopliae* s.l.

La mortalidad inicial de las 10 cepas de *M. anisopliae* sobre *R. microplus* se presentan en el cuadro 1. MaV60, MaV62 y MaV69 causaron una mortalidad ≥ 50 % a partir del día 14. MaV69, MaV60 y MaV67 indujeron una mortalidad del 100 %, 93,3 % y 93,3 % en *R. microplus* al día 20, respectivamente.

SALUD ANIMAL

Cuadro 1. Mortalidad natural causada por 10 cepas de *M. anisopliae* s.l. en teleóginas de *R. microplus*.

Cepa	Días									
	Mortalidad (%)									
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
MaV60	0	0	0	3.3	13.3	26.7	50	70	86.7	93.3
MaV61	0	0	10	23.3	33.3	36.7	46.7	50	56.7	63.3
MaV62	0	3.3	16.7	20	33.3	46.7	53.3	66.7	73.3	80
MaV63	0	0	3.3	3.3	6.7	16.7	20	23.3	30	36.7
MaV64	0	0	0	0	13.3	20	26.7	33.3	36.7	36.7
MaV65	0	0	0	13.3	26.7	33.3	36.7	43.3	50	56.7
MaV66	0	0	0	0	0	10	16.7	26.7	30	33.3
MaV67	0	0	0	0	0	16.7	33.3	50	76.7	93.3
MaV68	0	0	0	0	0	6.7	23.3	36.7	50	60
MaV69	0	0	3.3	16.7	33.3	46.7	60	73.3	83.3	100
Control	0	0	0	0	0	3.3	3.3	3.3	6.7	6.7

En la Tabla 2 y 3 se presenta el efecto de *R. microplus* como sustrato sobre el comportamiento garrapaticida de las cepas de *M. anisopliae* s.l. MaV61 y MaV63 no mostraron cambios significativos en la mortalidad sobre *R. microplus*. Seis cepas mejoraron su virulencia tras cuatro pases en *R. microplus* ($p < 0.05$).

Cuadro 2. Mortalidad de garrapatas *R. microplus* causada por MaV60, MaV61, MaV62 MaV63 y MaV64 durante cinco evaluaciones (Eval).

Cepa	Eval.	Días									
		Mortalidad (%)									
		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
	1	0 ^a	0 ^a	0 ^a	3.3 ^a	13.3 ^a	26.7 ^a	50 ^a	70 ^a	86.7 ^a	93.3 ^a
	2	0 ^a	0 ^a	3.3 ^{ab}	10 ^a	26.7 ^{ab}	36.7 ^a	53.3 ^{ab}	73.3 ^a	80 ^a	90 ^a
	3	0 ^a	6.7 ^a	10 ^{ab}	13.3 ^{ab}	20 ^{ab}	43.3 ^{ab}	76.7 ^{abc}	90 ^{ab}	100 ^a	100 ^a

SALUD ANIMAL

		Días									
		Mortalidad (%)									
MaV60	4	0 ^a	13.3 ^a	26.7 ^b	33.3 ^{ab}	46.7 ^{ab}	63.3 ^{ab}	83.3 ^{bc}	96.7 ^b	100 ^a	100 ^a
	5	3.3 ^a	13.3 ^a	26.7 ^b	43.3 ^b	53.3 ^b	76.7 ^b	90 ^c	100 ^b	100 ^a	100 ^a
MaV61	1	0 ^a	0 ^a	10 ^{ab}	23.3 ^a	33.3 ^a	36.7 ^a	46.7 ^a	50 ^a	56.7 ^a	63.3 ^a
	2	0 ^a	0 ^a	0 ^a	13.3 ^a	20 ^a	26.7 ^a	36.7 ^a	43.3 ^a	50 ^a	53.3 ^a
	3	0 ^a	0 ^a	6.7 ^{ab}	16.7 ^a	30 ^a	46.7 ^a	53.3 ^a	56.7 ^a	63.3 ^a	70 ^a
	4	0 ^a	6.7 ^a	16.7 ^{ab}	30 ^a	46.7 ^a	50 ^a	56.7 ^a	70 ^a	73.3 ^a	76.7 ^a
	5	0 ^a	10 ^a	23.3 ^b	30 ^a	30 ^a	30 ^a	46.7 ^a	50 ^a	66.7 ^a	73.3 ^a
MaV62	1	0 ^a	3.3 ^a	16.7 ^a	20 ^a	33.3 ^a	46.7 ^a	53.3 ^a	66.7 ^a	73.3 ^a	80 ^a
	2	0 ^a	0 ^a	10 ^a	20 ^a	33.3 ^a	53.3 ^{ab}	56.7 ^a	76.7 ^{ab}	83.3 ^{ab}	96.7 ^a
	3	0 ^a	10 ^a	23.3 ^a	26.7 ^a	40 ^{ab}	53.3 ^{ab}	66.7 ^{ab}	80 ^{ab}	93.3 ^{ab}	100 ^a
	4	0 ^a	6.7 ^a	26.7 ^a	40 ^a	56.7 ^{ab}	73.3 ^{ab}	86.7 ^{ab}	93.3 ^b	100 ^b	100 ^a
	5	0 ^a	13.3 ^a	20 ^a	26.7 ^a	63.3 ^b	83.3 ^b	100 ^b	100 ^b	100 ^b	100 ^a
MaV63	1	0 ^a	0 ^a	3.3 ^a	3.3 ^a	6.7 ^a	16.7 ^a	20 ^a	23.3 ^a	30 ^a	36.7 ^a
	2	0 ^a	0 ^a	0 ^a	3.3 ^a	10 ^a	16.7 ^a	16.7 ^a	23.3 ^a	33.3 ^a	43.3 ^a
	3	0 ^a	0 ^a	6.7 ^a	10 ^a	16.7 ^a	26.7 ^a	33.3 ^a	43.3 ^a	50 ^a	56.7 ^a
	4	3.3 ^a	3.3 ^a	13.3 ^a	16.7 ^a	23.3 ^a	30 ^a	36.7 ^a	43.3 ^a	46.7 ^a	53.3 ^a
	5	0 ^a	6.7 ^a	10 ^a	20 ^a	30 ^a	36.7 ^a	43.3 ^a	50 ^a	53.3 ^a	66.7 ^a
MaV64	1	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	13.3 ^a	20 ^{ab}	26.7 ^a	33.3 ^{ab}	36.7 ^a	36.7 ^a
	2	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	6.7 ^a	16.7 ^a	20 ^a	26.7 ^a	30 ^a	36.7 ^a
	3	0 ^a	0 ^a	6.7 ^{ab}	13.3 ^{ab}	16.7 ^a	26.7 ^{ab}	30 ^{ab}	40 ^{ab}	46.7 ^a	46.7 ^a
	4	0 ^a	0 ^a	3.3 ^a	10 ^{ab}	16.7 ^a	26.7 ^{ab}	40 ^{ab}	46.7 ^{ab}	53.3 ^a	56.7 ^a
	5	0 ^a	16.7 ^b	26.7 ^b	33.3 ^b	36.7 ^a	53.3 ^b	60 ^b	66.7 ^b	66.7 ^a	73.3 ^b

Literales diferentes entre líneas de cada cepa de HE indican diferencias estadísticas significativas.

Cuadro 2. Mortalidad de garrapatas *R. microplus* causada por MaV65, MaV66, MaV67 MaV68 y MaV69 durante cinco evaluaciones (Eval).

SALUD ANIMAL

Cepa	Eval.	Dias									
		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
MaV65	1	0 ^a	0 ^a	0 ^a	13.3 ^a	26.7 ^{ab}	33.3 ^a	36.7 ^a	43.3 ^a	50 ^a	56.7 ^a
	2	0 ^a	6.7 ^a	10 ^{ab}	16.7 ^a	16.7 ^a	23.3 ^a	30 ^a	36.7 ^a	46.7 ^a	50 ^a
	3	0 ^a	3.3 ^a	3.3 ^a	6.7 ^a	13.3 ^a	20 ^a	26.7 ^a	36.7 ^a	46.7 ^a	56.7 ^a
	4	0 ^a	3.3 ^a	10 ^{ab}	16.7 ^a	26.7 ^{ab}	33.3 ^a	43.3 ^a	50 ^a	60 ^a	73.3 ^a
	5	0 ^a	6.7 ^a	23.3 ^b	30 ^a	36.7 ^b	36.7 ^a	43.3 ^a	53.3 ^a	63.3 ^a	70 ^a
MaV66	1	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	10 ^a	16.7 ^a	26.7 ^a	30 ^a	33.3 ^a
	2	0 ^a	0 ^a	0 ^a	6.7 ^{ab}	13.3 ^{ab}	13.3 ^a	20 ^a	33.3 ^a	36.7 ^a	40 ^a
	3	0 ^a	0 ^a	3.3 ^{ab}	3.3 ^{ab}	10 ^{ab}	23.3 ^a	26.7 ^a	33.3 ^a	33.3 ^a	36.7 ^a
	4	3.3 ^a	10 ^a	13.3 ^{ab}	26.7 ^b	33.3 ^b	33.3 ^a	40 ^a	43.3 ^a	46.7 ^a	46.7 ^a
	5	0 ^a	13.3 ^a	23.3 ^b	23.3 ^{ab}	30 ^b	30 ^a	36.7 ^a	43.3 ^a	50 ^a	56.7 ^a
MaV67	1	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	16.7 ^a	33.3 ^a	50 ^a	76.7 ^a	93.3 ^a
	2	0 ^a	3.3 ^a	3.3 ^{ac}	13.3 ^{ab}	36.7 ^b	43.3 ^b	66.7 ^b	80 ^b	96.7 ^b	100 ^a
	3	0 ^a	0 ^a	16.7 ^{acd}	33.3 ^{bc}	56.7 ^b	70 ^b	76.7 ^{bc}	96.7 ^{bc}	100 ^b	100 ^a
	4	0 ^a	10 ^a	26.7 ^{bc}	33.3 ^{bc}	53.3 ^b	66.7 ^b	76.7 ^{bc}	86.7 ^{bc}	93.3 ^b	100 ^a
	5	3.3 ^a	16.7 ^a	33.3 ^{bd}	46.7 ^c	60 ^b	73.3 ^b	100 ^c	100 ^c	100 ^b	100 ^a
MaV68	1	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	6.7 ^a	23.3 ^a	36.7 ^a	50 ^a	60 ^a
	2	0 ^a	0 ^a	0 ^a	3.3 ^a	16.7 ^{ab}	20 ^a	33.3 ^a	36.7 ^a	40 ^a	46.7 ^a
	3	0 ^a	0 ^a	10 ^{ab}	13.3 ^{ab}	20 ^{ab}	33.3 ^{ab}	46.7 ^{ab}	50 ^{ab}	56.7 ^{ab}	63.3 ^a
	4	0 ^a	6.7 ^a	20 ^a	36.7 ^b	43.3 ^b	60 ^b	76.7 ^b	80 ^b	86.7 ^b	100 ^b
	5	0 ^a	16.7 ^a	33.3 ^b	40 ^b	46.7 ^b	56.7 ^b	73.3 ^b	80 ^b	86.7 ^b	96.7 ^b
MaV69	1	0 ^a	0 ^a	3.3 ^a	16.7 ^a	33.3 ^{ab}	46.7 ^{ab}	60 ^a	73.3 ^{ab}	83.3 ^a	100 ^a
	2	0 ^a	0 ^a	0 ^a	10 ^a	26.7 ^a	43.3 ^a	56.7 ^a	70 ^a	93.3 ^a	100 ^a
	3	0 ^a	6.7 ^a	26.7 ^b	40 ^{ab}	53.3 ^{ab}	63.3 ^{ab}	70 ^a	83.3 ^{ab}	93.3 ^a	96.7 ^a
	4	6.7 ^a	16.7 ^a	33.3 ^b	56.7 ^b	66.7 ^b	80 ^b	86.7 ^a	100 ^b	100 ^a	100 ^a

SALUD ANIMAL

Días										
Mortalidad (%)										
5	0 ^a	20 ^a	26.7 ^b	33.3 ^{ab}	50 ^{ab}	66.7 ^{ab}	86.7 ^a	96.7 ^{ab}	100 ^a	100 ^a

Literales diferentes entre líneas de cada cepa de HE indican diferencias estadísticas significativas.

Algunos estudios han evidenciado la capacidad de los HE de aumentar su virulencia a través de pases en garrapatas. Por ejemplo, Adames et al (2011) aumentaron la mortalidad entre 13.34 y 17.78% de una cepa de *M. anisopliae* sobre *R. microplus* después de cuatro pases, y Frazzon et al (2000) reportaron que una cepa de *M. anisopliae* aumentó la mortalidad de 1.8 a 84% en un solo pase en *R. microplus*.

El medio artificial no influyó en la eficacia garrapaticida de los hongos frente a *R. microplus* ($P > 0,05$), no la aumentó ni la disminuyó.

Conclusiones e implicaciones

Se aislaron diez cepas de *M. anisopliae sensu lato*. Tres cepas mostraron una gran eficacia natural en el control de garrapatas *R. microplus*. Cinco cepas de HE aumentaron su virulencia tras cuatro pases en *R. microplus* como sustrato. Los pases de los hongos en agar dextrosa Sabouraud no influyeron en el comportamiento garrapaticida de los hongos frente a *R. microplus*. Se recomienda realizar nuevos estudios para dilucidar con precisión qué mecanismos influyen en la adaptación patógena de los HE.

Referencias

- Butt, T. M., Wang, C., Shah, F. A., & Hall, R. (2006). Degeneration of entomogenous fungi. In *An ecological and societal approach to biological control* (pp. 213-226). Springer, Dordrecht.
- Vandenberg, J. D. & Cantone, F. A. (2004). Effect of serial transfer of three strains of *Paecilomyces fumosoroseus* on growth in vitro, virulence and host specificity. *J. Invertebr. Pathol.* 85: 40-45.
- Zimmermann, G. (1986). The 'Galleria bait method' for detection of entomopathogenic fungi in soil. *Journal of applied Entomology*, 102(1-5), 213-215.
- Drummond, R.O, Graham, O.H., Ernest. (1967). S.E. Evaluation of insecticides for the control of *B. annulatus* (Say) and *B. microplus* (Canestrini) (Acari: Ixodidae) on cattle. II International Congress on Acarology. pp. 493-498.

SALUD ANIMAL

- Adames, M., Fernández-Ruvalcaba, M., Peña-Chora, G., and Hernández-Velázquez, V. M. (2011). Effects of passages through a suitable host of the fungus, *Metarhizium anisopliae*, on the virulence of acaricide-susceptible and resistant strains of the tick, *Rhipicephalus microplus*. *J. Insect. Sci.* 11:21.
- Frazzon, A. P. G., Junior, I. D. S. V., Masuda, A., Schrank, A., & Vainstein, M. H. (2000). In vitro assessment of *Metarhizium anisopliae* isolates to control the cattle tick *Boophilus microplus*. *Veterinary Parasitology*, 94(1-2), 117-125.

Palabras clave: entomopatógenos, control biológico, resistencia

SALUD ANIMAL

NEOSPOROSIS DURANTE LA GESTACIÓN DEL BÚFALO DE AGUA (*Bubalus bubalis*) EN EL CENTRO DE VERACRUZ, MÉXICO.

NEOSPOROSIS DURING PREGNANCY OF THE WATER BUFFALO (*Bubalus bubalis*) IN CENTRAL VERACRUZ, MEXICO.

Reyes SRM*, Romero SD.

Laboratorio de Parasitología, Unidad de Diagnóstico, Rancho Torreón del Molino, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana, Tejería, Veracruz, México.

raulreyes@uv.mx

Introducción.

Los búfalos de agua (*Bubalus bubalis*), son actualmente considerados animales con gran habilidad para adaptarse a ambientes donde el bovino no puede hacerlo, su importancia económica radica en que es un animal de triple propósito, ya que produce leche, carne y se usa como animal de tracción. La carne de búfalo tiene algunas ventajas sobre la de vacunos, entre ellas: menor contenido de colesterol y grasa, tiene mejores características de procesamiento y sus propiedades organolépticas son similares a las de la carne de res. Es también notoria la calidad de su leche gracias a su alto contenido graso y proteico; por otra parte, se ha descrito que estos animales son susceptibles a muchas enfermedades comunes en lo bovinos como la neosporosis bovina, considerada actualmente como una enfermedad emergente de distribución mundial¹. La neosporosis es actualmente una de las principales causas de aborto infeccioso en bovinos, responsable de importantes pérdidas monetarias en varios países alrededor el mundo; se sabe que la transmisión vertical o transplacentaria es la principal ruta de transmisión de la neosporosis, lo que permite *N. caninum* y la neosporosis se transmitan por generaciones y se mantengan de forma indefinida dentro de los rebaños². *N. caninum* es un parásito protozoario de importancia en medicina veterinaria, infecta a una amplia gama de animales de sangre caliente, principalmente al ganado vacuno, en el que puede causar manifestaciones clínicas como el aborto que también sucede en pequeños rumiantes, búfalos de agua y algunas especies de vida silvestre¹. En búfalos de agua la transmisión vertical de la neosporosis sucede naturalmente, mientras la infección experimental causando muerte fetal y han sido reportados abortos causados por dicho agente en *B. bubalis*³.

Objetivo. El Objetivo del trabajo fue detectar ADN de *N. caninum* durante la gestación de hembras bufalinas pertenecientes a sistema búfalo/bovino en la zona central del estado de Veracruz, México.

SALUD ANIMAL

Materiales y métodos.

Se trató de un estudio transversal y longitudinal con muestreo no probabilístico por conveniencia en una Unidad de Producción Pecuaria (UPP) con población bufalina ubicada en Cotaxtla, Veracruz. Este municipio se ubica a 40 msnm, tiene clima cálido-seco con temperatura promedio de 26°C y 1,900 mm de precipitación media anual. Los búfalos tienen contacto con bovinos y caninos, en sistema de producción extensiva, los búfalos no reciben suplementación alimenticia y no cuentan con plan de vacunación ni control parasitario. Se tomaron muestras sanguíneas con sistema de vacío sin anticoagulante para la prueba ELISA y con anticoagulante para PCR por punción de la vena yugular. Para la separación de suero y el paquete celular para la obtención de leucocitos, las muestras se centrifugaron a 1000 g durante 10 minutos y fueron almacenados a -20°C hasta su posterior análisis. Serología: se utilizó un paquete comercial de IDEXX®-Laboratories (Sensibilidad 98.6% y Especificidad de 98.9%), midiendo la densidad óptica con un filtro de 650 nm. Para la PCR se empleó un protocolo previamente descrito⁴. El diagnóstico de gestación se realizó de manera trimestral durante 5 ocasiones posteriores al diagnóstico serológico al día 0, utilizando el equipo de ultrasonografía con un transductor transrectal.

Resultados y discusión.

Se trabajó con 11 hembras bufalinas mayores a 18 meses de edad criadas en el sistema búfalo/bovino, de las cuales, se analizaron 11 muestras de suero y 66 muestras de leucocitos. Las frecuencias encontradas fueron de 90.9 y 36.36% para ELISA y PCR en el día cero del estudio. Las frecuencias trimestrales se muestran en la **Tabla 1**. Durante el periodo de estudio se registraron dos partos y tres pérdidas de la gestación. Respecto a los partos, el primero un mortinato y el segundo aparentemente sano; de ambos se tomaron muestras sanguíneas (antes de la toma de calostro del nacido vivo). Ambos bucerros fueron positivos para ELISA y PCR.

Tabla1. Frecuencia de animales positivos a PCR y estado fisiológico de hembras bufalinas durante el seguimiento gestacional de los 11 vientres.

SALUD ANIMAL

Muestreo	Positivos	Frecuencia %	Gestantes	Abortos	Nacimientos
1	3	27.2	3	0	0
2	5	45.4	3	1	0
3	3	27.2	8	1	2
4	3	27.2	9	0	0
5	2	18.1	8	1	1

Las seroprevalencias descritas en búfalos de agua son muy variadas, van del 0 al 88.3 % y se dice que los búfalos de agua tienen una mayor posibilidad de presentar anticuerpos anti-*N. caninum*, de 3 a 7 veces superior a los bovinos, además, se estipulaba que la seropositividad en búfalos de agua es mucho mayor que la reportada en bovinos cuando ambas especies cohabitan, finalmente, el riesgo de presentar anticuerpos o evidencias de ADN aumentan con la edad¹. La serofrecuencia de 90.9% es superior a la reportada en otros países usando la misma prueba y quizá la más alta reportada hasta ahora, sin embargo, es obligado tener en cuenta el número de animales considerados en los estudios y su edad, además del sistema de producción donde se encuentren. Hablando seroprevalencia en ganado vacuno de México, en el sistema lechero de traspatio se reportó un 51.08% y posteriormente de 85.3% en el estado de México, en Aguascalientes se reportó un 30% en producción intensiva. En sistemas tropicales de México de los estados de Veracruz, Chiapas y Yucatán, se obtuvieron seroprevalencias de 8.6 %, 15 % y 11.3 %, respectivamente. Otro estudio en Veracruz publicó un 26% incluyendo ganado lechero, de carne y sus cruizas; posteriormente otra seroprevalencia de 20.8% en ganado de doble propósito en el mismo estado y recientemente una frecuencia de 29.4 % en ganado doble propósito mantenido junto a búfalos de agua que presentaron frecuencia de 71% frente a *N. caninum*. Lo antes descrito demuestra que el contacto con *N. caninum* en ranchos donde conviven búfalos y bovinos es mayor que en los sistemas donde solo encontramos vacunos. Respecto a la detección de ADN de *N. caninum*, en este estudio las frecuencias fueron de 36.6 %, cuando el 90.9 % de las hembras presentó anticuerpos, mientras que en ganado lechero donde obtuvieron 89.4 y 85.3% en estado de México y 100 y 35% en Aguascalientes para ADN y serología, de manera respectiva. La alta presencia de anticuerpos era de esperarse ya que *N. caninum* puede transmitirse de manera vertical y permanecer hasta en el 100% de las vaquillas de reemplazo en sistemas lecheros intensivos¹ y la baja detección de ADN tiene que ver con el sistema de manejo, debido a que la posibilidad de contacto con ooquistes esporulados de *N. caninum* es menor en los sistemas intensivos tecnificados. Por otra parte la edad de las hembras juega un rol imperante en el diagnóstico directo o indirecto, la posibilidad de encontrar

SALUD ANIMAL

ADN o anticuerpos aumenta con la edad. La baja detección de ADN en las hembras de *Bubalus bubalis* puede tener relación con el supuesto de resistencia a la neosporosis y menor presencia de signología atribuida a esta especie⁵. Los resultados positivos en serología y PCR en ambos bucerros confirman la capacidad de transmisión vertical de *N. caninum*. La presencia de anticuerpos circulantes antes de la toma de calostro indica una infección durante el tercer tercio de gestación, reflejando madurez del sistema inmunológico del producto y la madre para controlar la infección y evitar el aborto y estar relacionado con la patogenicidad de protozoario. Tocante al bucerro mortinato, además de *N. caninum* hay otros agentes virales y bacterianos que pueden provocar la muerte perinatal y estos búfalos no tienen suplementación alimenticia o plan de medicina preventiva, dando oportunidad de enfermedades concomitantes.

Conclusiones.

Se demostró transmisión horizontal y vertical en *Bubalus bubalis* del sistema búfalo/bovino del estado de Veracruz, México. Los búfalos de agua presentan una alta presencia de anticuerpos, sin embargo, la detección de ADN de *N. caninum* se mantuvo por debajo del 47% en las hembras estudiadas. Estos resultados apoyan la teoría sobre la resistencia del búfalo de agua a la infección y desarrollo de la neosporosis a pesar de la elevada posibilidad de infección y reinfección en este sistema de producción en México.

Palabras clave. Neospora caninum, Aborto, PCR, Serología

Bibliografía.

1. Dubey, J.P. (2003). Review of ***Neospora caninum*** and neosporosis in animals. Korean J Parasitol 41, 1–16.
2. Japaa, O., Nuangmekb, A., Prakhamminc, K., Flynn, R.J. (2019). Prevalence of vertically transmitted ***Neospora caninum*** amongst beef cattle in Phayao, Thailand. Parasitology International 70:98–101
3. Auriemma, C., Lucibelli, M.G., Borriello, G., De Carlo, E., Martucciello, A., Schiavo, L., Gallo, A., Bove, F., Corrado, F., Girardi, S., Amoroso, M.G., Degli Uberti, B., Galiero, G. (2014). PCR detection of *Neospora caninum* in water buffalo foetal tissues. Acta Parasitol. 59, 1–4.
4. Reyes-Sandoval, R.M., Álvarez-Martínez, J.A., Rojas-Martínez, C., Espinosa-Ayala, E., García-Rubio, V.G., Ojeda-Carrasco, J.J. (2017). Detección de ***Neospora caninum*** por PCR anidada en leucocitos de bovinos productores de leche. Ecosist. Recur. Agropec. 4(12):563-570.
5. Reichel MP, McAllister MM, Nasir A, Moore DP. A review of *Neospora caninum* in water buffalo (*Bubalus bubalis*). Vet Parasitol. 2015;212(3-4):75-9.

SALUD ANIMAL

SALUD ANIMAL

SITUACIÓN ACTUAL SOBRE EL CONTROL DE GARRAPATAS EN LA GANADERÍA DEL TRÓPICO MEXICANO.

CURRENT SITUATION REGARDING TICK CONTROL IN CATTLE FARMING IN THE MEXICAN TROPICS.

Cárdenas AC^{1*}, Romero SD¹, Alonso DMA², Aguilar DM¹, Pérez DAA³

¹Laboratorio de Parasitología, rancho “Torreón del Molino”, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana, Veracruz, México. Carretera Veracruz-Xalapa, Km. 14.5, Col. Valente Díaz, Veracruz, CP. 91697, México.

²CEIEGT. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. Km. 5.5 Carr. Fed. Martínez de la Torre-Tlapacoyan, Veracruz, CP. 93650. México.

³United States Department of Agriculture-Agricultural Research Service, San Joaquin Valley Agricultural Sciences Center, 9611 South Riverbend Avenue, Parlier, CA 93648, E.U.A.

*carolina930527@gmail.com

Introducción

La ganadería bovina representa unos de los principales ingresos para el mundo, dado de que esta se generan productos básicos en la alimentación por lo cual resulta una actividad clave para el desarrollo económico en muchas regiones del mundo, y en México, especialmente en el trópico. Sin embargo, el clima cálido y húmedo de estas regiones es ideal para el desarrollo de estos ectoparásitos, siendo las garrapatas (familia Ixodidae) uno de los principales problemas que afectan la salud del ganado bovino de manera directa e indirecta (Estrada-Peña & Salman, 2013). Entre las especies más prevalentes se encuentran *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus* y *Amblyomma mixtum*, las cuales son vectores de enfermedades hemoparasitarias como la babesiosis y la anaplasmosis, que pueden provocar importantes pérdidas económicas debido a la disminución de la productividad y en algunos casos la muerte del ganado (Cárdenas-Amaya et al., 2024; Rodríguez-Vivas et al., 2017; Goolsby et al., 2016).

La resistencia a los acaricidas ha sido un desafío constante en el control de garrapatas, especialmente en regiones tropicales como México, donde el uso intensivo de estos productos ha favorecido la selección de poblaciones resistentes (Ortiz-Najera et al., 2010; Rodríguez-Vivas et al., 2018). Esto ha generado la necesidad de explorar enfoques más sostenibles, como el manejo

SALUD ANIMAL

integrado de plagas y el uso de biocontroladores, incluyendo hongos entomopatógenos, que ofrecen una alternativa ecológica al uso indiscriminado de productos químicos (Pérez de León et al., 2012). Además, estudios han mostrado que la implementación de vacunas anti-garrapatas puede reducir significativamente las infestaciones, aunque su adopción generalizada sigue siendo limitada debido a factores económicos y técnicos (Rodríguez-Vivas et al., 2004; Jonsson, 2006). A medida que los métodos convencionales pierden efectividad, el desarrollo de estrategias innovadoras es esencial para controlar las poblaciones de garrapatas y minimizar su impacto en la producción ganadera (García-Vázquez et al., 2019).

Objetivo

Dar a conocer la situación actual de los productos empleados para el control de las garrapatas en los estados de mayor índice ganadero en México. Realizar una encuesta dirigida a los ganaderos de los estados de Chihuahua, Chiapas, Jalisco, Michoacán, Tabasco y Veracruz, para analizar las estrategias que emplean en el control de garrapatas.

Materiales y Métodos

Durante el periodo marzo 2022-Junio 2023 se llevaron a cabo visitas a 46 UPB procedentes de los estados de Chihuahua, Chiapas, Jalisco, Michoacán, Tabasco y Veracruz (Tabla 1). Estos estados; además de tener las mayores poblaciones de ganado bovino, poseen ubicaciones geográficas ideales para el desarrollo de garrapatas. La encuesta en cuestión fue enfocada hacia el control de garrapatas, haciendo énfasis sobre el conocimiento de las moléculas en uso y en caso de no aplicar alguna indicar. Para el análisis de datos se realizó estadística descriptiva para obtener la frecuencia y porcentaje de las respuestas obtenidas, esto por medio del programa STATA 18®.

Resultados y Discusión

• Moléculas en uso

De acuerdo con los datos obtenidos, el uso de moléculas químicas para el control de garrapatas se presenta en el 91.3% de las Unidades de Producción Bovinas (UPB) encuestadas. Las principales familias de compuestos empleados incluyen Amidinas, Organofosforados, Lactonas macrocíclicas y Piretroides, así como sus derivados y mezclas. Entre estos, los productos a base de Amidinas sobresalen como los más empleados a nivel nacional, ya que más de la mitad de las UPBs que utilizan moléculas químicas reportan su uso. Estos resultados coinciden con estudios previos que destacan la eficacia de las Amidinas, especialmente en el control del *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, debido a su capacidad para inducir parálisis en las garrapatas (George et al., 2004). Sin

SALUD ANIMAL

embargo, el uso prolongado y extensivo de Amidinas ha llevado al desarrollo de resistencia en algunas poblaciones de garrapatas, particularmente en regiones con alta presión de uso (Rodríguez-Vivas et al., 2018).

Por otro lado, el uso de Organofosforados ha disminuido considerablemente, reportándose en sólo el 19.1% de las UPBs, siendo su aplicación exclusiva en los estados de Jalisco y Tabasco. Este descenso puede estar relacionado con el desarrollo de resistencia por parte de las poblaciones de garrapatas a esta clase de compuestos, lo cual ha sido documentado en varias regiones del mundo (Rodríguez-Vivas et al., 2018). Las Lactonas macrocíclicas y los Piretroides, aunque útiles en el control de diversos ectoparásitos, se encuentran menos representados en este estudio. El uso de Lactonas macrocíclicas se reporta únicamente en el estado de Chiapas, mientras que los Piretroides solo se emplean en Michoacán y Chiapas, lo que podría deberse a variaciones regionales en la disponibilidad de productos o en las estrategias de control de las garrapatas [(Pérez-Cogollo et al., 2010; Kumar et al., 2011) (Tabla 1)].

Tabla 1. Moléculas químicas empleadas para el control de garrapatas en las UPB's encuestadas.

Molécula	Estados donde se localizan	No. de UPB donde se emplea	(%)
Amidinas	Michoacán Jalisco Veracruz Tabasco Chiapas	24	57.1
Organofosforados	Jalisco Tabasco	8	19.1
Lactonas macrocíclicas	Chiapas	6	14.3
Piretroides	Michoacán Chiapas	4	9.5
Total		42	100

- **Producto alternativo**

Se indicó para el estado de Veracruz el uso de productos suavizantes de tela para el control de ectoparásitos es particularmente intrigante. Aunque no existe evidencia científica publicada que

SALUD ANIMAL

respalde el uso de suavizantes como control de garrapatas, es posible que ciertos componentes de estos productos tengan propiedades repelentes o tóxicas para los parásitos. Algunos suavizantes de tela contienen compuestos químicos como amonios cuaternarios, que tienen acción antimicrobiana, lo que podría, en teoría, explicar parte de su efecto sobre los ectoparásitos. Sin embargo, para confirmar su eficacia y seguridad en animales de producción, serían necesarios estudios científicos controlados que evalúen tanto su impacto sobre los ectoparásitos como cualquier efecto adverso en los bovinos o el medio ambiente.

El uso de agua de mar reportado en una UPB en Michoacán para el control de ectoparásitos es otro enfoque alternativo que no ha sido ampliamente documentado. Aunque los resultados indicaron una baja o nula presencia de ectoparásitos, es posible que el alto contenido de sal del agua de mar actúe deshidratando o alterando el ambiente cutáneo de los parásitos. Algunos estudios en medicina veterinaria han investigado el uso de soluciones salinas para el control de ciertas infestaciones parasitarias, sugiriendo que el ambiente hipertónico generado por la sal podría afectar la supervivencia de los parásitos externos. No obstante, el uso de agua de mar como acaricida natural requeriría más investigación para determinar su efectividad, dosis, frecuencia de aplicación, y posibles efectos secundarios.

El uso de plantas y sus derivados en una UPB en Veracruz también resultó en resultados positivos, según los productores. El control de ectoparásitos mediante el uso de extractos de plantas es un enfoque con mayor respaldo científico, ya que varias plantas han demostrado tener propiedades repelentes, acaricidas o insecticidas. Por ejemplo, extractos de plantas como *Azadirachta indica* (neem), *Tagetes minuta* y *Allium sativum* (ajo) han mostrado actividad contra garrapatas y otros parásitos en estudios de laboratorio y de campo (Benelli et al., 2016). Las propiedades bioactivas de estas plantas se atribuyen a compuestos como terpenos, alcaloides y fenoles, que interfieren con el sistema nervioso o cuticular de los parásitos. Aunque estos productos de origen vegetal son generalmente menos tóxicos para el ganado y el ambiente, su eficacia puede variar dependiendo de la concentración, la especie de planta utilizada y las condiciones de aplicación.

Conclusiones

El uso de productos a base de moléculas químicas sigue liderando el control de las garrapatas en la ganadería bovina en México; sin embargo, alternativas no convencionales han mostrado resultados favorables ante su control, abriendo una línea para futuras investigaciones ante esta problemática en constante aumento.

SALUD ANIMAL

Reconocimientos

Se agradece a los productores ganaderos de los estados mencionados su valiosa participación para la elaboración de este trabajo.

Referencias relevantes

1. Cárdenas-Amaya, C., Salas, D. R., Aguilar-Domínguez, M., Cruz-Romero, A., Alonso-Díaz, M. A., Sánchez-Montes, S., González-Hernández, M., Rosas-Saito, G., & De León, A. A. P. (2024). Infestation of Cattle with the Tick *Amblyomma mixtum* in the States with the Highest Cattle Inventory in Mexico. *Agro Productividad*. <https://doi.org/10.32854/agrop.v17i6.2751>
2. Estrada-Peña, A., & Salman, M. (2013). *Current limitations in the control and spread of ticks that affect livestock: a review*. *Agriculture*, 3(2), 221-235. <https://doi.org/10.3390/agriculture3020221>
3. García-Vázquez, Z., Fragoso-Sánchez, H., & Ortiz-Estrada, M. Á. (2019). *Manejo integrado de garrapatas en la ganadería tropical: una visión hacia la sostenibilidad*. *Acta Veterinaria Mexicana*, 50(2), 235-244.
4. Goolsby, J. A., Guerrero, F. D., Bendele, K. G., & Pérez de León, A. A. (2016). *Evaluation of the southern cattle tick, Rhipicephalus (Boophilus) microplus, reproduction, and survival on white-tailed deer (Odocoileus virginianus) and cattle*. *Veterinary Parasitology*, 215, 34-39. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2015.10.026>
5. Jonsson, N. N. (2006). *The productivity effects of cattle tick (Boophilus microplus) infestation on cattle, with particular reference to Bos indicus cattle and their crosses*. *Veterinary Parasitology*, 137(1-2), 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2006.01.011>
6. Kumar, R., Kumar, S., Nagar, G., Sharma, A. K., Ray, D. D., Chaudhuri, P., ... & Rawat, S. S. (2011). Survey of pyrethroid and organophosphate resistance in *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* from different agro-climatic regions of India. *Veterinary Parasitology*, 181(2-4), 274-281. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.05.010>
7. Pérez de León, A. A., Teel, P. D., Auclair, A. N., Messenger, M. T., Guerrero, F. D., Schuster, G., & Miller, R. J. (2012). *Integrated strategies for the control of Rhipicephalus (Boophilus) microplus ticks in the United States and northern Mexico: sustainable agriculture in the borderlands*. *Journal of Integrated Pest Management*, 3(2), C1-C8. <https://doi.org/10.1603/IPM11018>

SALUD ANIMAL

8. Pérez-Cogollo, L. C., Rodríguez-Vivas, R. I., Rivas, A. L., & Rosado-Aguilar, J. A. (2010). Resistencia de la garrapata *Boophilus microplus* a los ixodicidas en la región tropical de Yucatán, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 1(1), 19-29.
9. Rodríguez-Vivas, R. I., Trees, A. J., & Ortega-Pacheco, A. (2004). *Strategies for the control of Boophilus microplus ticks in a region of endemicity for Babesia bovis and Babesia bigemina in Yucatan, Mexico*. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1026(1), 299-301. <https://doi.org/10.1196/annals.1307.047>
10. Rodríguez-Vivas, R. I., Jonsson, N. N., Bhushan, C. (2018). Strategies for the control of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* ticks in a world of conventional acaricide and macrocyclic lactone resistance: A review. *Parasitology Research*, 117(1), 3-29. <https://doi.org/10.1007/s00436-017-5670-8>

Palabras clave: Ectoparásitos, ganadería, resistencia

SALUD ANIMAL

TUBERCULOSIS BOVINA: DESCRIPCIÓN DE SU PATOGENIA Y REPORTE DE CASOS DE LESIONES A LA NECROPSIA

BOVINE TUBERCULOSIS: DESCRIPTION OF ITS PATHOGENESIS AND REPORT OF CASES OF INJURIES AT NECROPSY

Morales CLM^{1*}, Ojeda MXS¹, Villalva CD¹, García GP¹, Tun RAE¹, Ledezma CF¹, Hernández BR¹ y Reyes CP¹.

¹Facultad de Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuaria, Universidad Veracruzana; Carretera Costera del Golfo km 220, Col. Agrícola Michapan. C.P. 96100, Acayucan, Veracruz, México.

* Autor responsable: luismorales03@uv.mx

Introducción

Tuberculosis es una de las más antiguas afecciones registradas que afectan al hombre (Smith, 2003). Figura entre las tres principales causas de muerte, junto con el síndrome de inmunodeficiencia adquirida (SIDA) y la malaria, afecta aproximadamente a una tercera parte de la población mundial. Recientemente, se ha visto un incremento en la incidencia de la infección en regiones en donde la tuberculosis se pensaba había sido controlada, pero durante la década pasada aparecieron 90 millones de nuevos casos de la infección, con una mortalidad del 30%, es decir, al año ocurren 10 millones de casos nuevos y fallecen 3 millones de personas a nivel mundial (Trejo et al., 2003).

La tuberculosis en humanos es causada por *Mycobacterium Tuberculosis*, pero existe el riesgo de contraer esta enfermedad por *Mycobacterium bovis*, agente etiológico de la tuberculosis del ganado (Díaz et al., 2003). Afecta a la población humana mediante el contacto con animales enfermos, consumo de leche y sus derivados sin pasteurizar (Rentería et al., 2003).

La tuberculosis en humanos es un problema creciente en México; en 1997 se reportaron 7,000 casos, con un crecimiento de 100 % en sólo un año para algunos de los estados. Otras dependencias reportan alrededor de 17,000 casos anuales, en la población económicamente activa, de 15 a 44 años. Factores como el crecimiento de la población suburbana, la pobreza, el VIH y enfermedades como la diabetes, que debilitan el sistema inmune, han favorecido el incremento de la prevalencia de la enfermedad en nuestro país (Trejo et al., 2003).

La tuberculosis bovina (TB) ocasiona grandes pérdidas económicas en la industria lechera (Romero et al., 2006) además de las pérdidas directas por la muerte de los animales, es

SALUD ANIMAL

responsable de bajas en la producción; se estima que la TBB disminuye la producción de leche en un 17 %, reduce la ganancia de peso y la tasa de conversión alimenticia en un 15 % y la fertilidad en un 6 %, y causa el decomiso de canales en rastros; además de que en el comercio se ha convertido en una de las principales barreras no arancelarias (Rentería *et al.*, 2003).

El riesgo de la TBB estriba en que de los 7 mil millones de litros de leche que se producen en México, aproximadamente el 30 % no va directamente a pasteurización, lo que implica un riesgo para la salud pública; de ahí la importancia de erradicar a la enfermedad en los animales (Norma Oficial Mexicana, NOM-031-ZOO-1995). Debido a lo antes mencionado, el objetivo del presente trabajo es difundir a manera de reporte de hallazgos a la necropsia, lesiones multisistémicas por tuberculosis en ganado bovino.

Caracteres descriptivos de las micobacterias

La tuberculosis es una infección granulomatosa crónica debilitante, puede ocasionalmente ser de forma aguda y de curso rápidamente progresivo (González *et al.*, 2007b). Es producida por especies del género *Mycobacterium*. Los bacilos tuberculosos son: *M. Tuberculosis*, agente causal de la enfermedad en los primates; *M. bovis* en otros mamíferos, y *M. avium* en las aves (Biberstein y Chung, 1994).

Las micobacterias, son bacilos con una anchura aproximada de 0.5µm y longitud variable, su pared celular contiene 60% de lípidos, 10% de péptido-glicósidos; los fosfolípidos en esta pared son importantes en su patogenicidad, son bacterias aerobias Gram positivas (aunque con esta tinción no se tiñen bien) (Rosenberger, 2005).

Su propiedad tintorial mas notable es su acido-resistencia: una vez teñidas no se decoloran con HCl al 3% en etanol. Las micobacterias pueden ser teñidas con colorantes fluorescentes (auramina-rodamina). Son resistentes a la desecación, a los desinfectantes solubles en el agua y al medio ambiente, a las enzimas de los lisosomas; son sensibles a los rayos directos del sol y al calor húmedo (Biberstein y Chung, 1994).

Estructura y composición

La envoltura de las micobacterias es una estructura compleja, está constituida por tres componentes: la capsula cuya síntesis parece estar controlada por mecanismos reguladores dependientes del huésped en micobacterias patógenas. La pared celular, formada por unión covalente entre peptidoglicano, arabinogalactano y los ácidos, micólicos. Y por último, la membrana citoplasmática, cuya composición es similar a la de otras bacterias (Sevilla, 2007). Las células de las micobacterias contienen abundantes lípidos, especialmente en su pared celular (Gorocica *et al.*, 2005). Considerados Gram positivos a pesar de la escasa penetración de

SALUD ANIMAL

colorante por medio de esta técnica (Sevilla, 2007). Esto es debido a la presencia de ácidos micólicos en la compleja envoltura celular de que están provistos, gracias a la cual poseen su característica ácido-resistencia y también las propiedades patógenas e inmunológicas (Gorocica *et al.*, 2005).

Los micósidos de superficie (principalmente los glucolípidos y los peptidoglucolípidos) determinan los caracteres de las colonias, la especificidad serológica y la sensibilidad a los bacteriófagos de las micobacterias. Se considera que cooperan en asegurar la supervivencia de las bacterias en el interior de los macrófagos (Biberstein y Chung, 1994).

La membrana celular tiene las características biológicas y bioquímicas de cualquier membrana, aunque en las micobacterias los derivados de los fosfolípidos se caracterizan por estar altamente glicosilados dando lugar a moléculas como la lipoarabinomanana (LAM), que tienen un papel fundamental en la patogénesis de la tuberculosis (Figura 1) (Gorocica *et al.*, 2005).

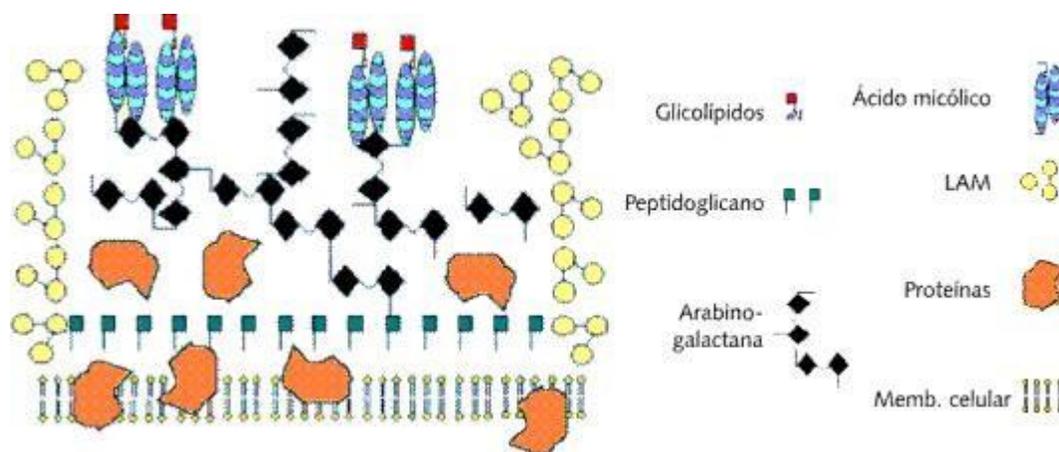


Figura 1. Representación esquemática de la pared celular de *Mycobacterium tuberculosis*. La bacteria está envuelta dentro de una bicapa lipídica típica de membrana citoplasmática que permanece debajo del peptidoglicano rígido (PG). Cierta número de proteínas se encuentran en asociación con PG y entre la membrana, los PG y algunas de ellas pueden ser inmunogénicas (Gorocica *et al.*, 2005).

Características de crecimiento

Su crecimiento está subordinado a la presencia de oxígeno y al valor del pH circundante. Es muy resistente al frío, la congelación y la desecación y por el contrario muy sensible al calor, la

SALUD ANIMAL

luz solar y la luz ultravioleta. Su multiplicación es muy lenta (se divide cada 16 a 20 h) y ante circunstancias adversas puede entrar en estado latente, pudiendo retrasar su multiplicación desde algunos días hasta varios años (Biberstein y Chung, 1994).

Fisiopatogenia de la tuberculosis.

Aún no están bien definidos todos los factores que afectan en la etiopatogenia, pero se piensa que están relacionados a la capacidad de invasión y adaptación de *Mycobacterium* a su célula huésped, ya que es un patógeno intracelular facultativo que puede residir en el interior de los macrófagos del huésped. Se ha sugerido que *M. tuberculosis* puede regular la expresión de genes que son utilizados para su supervivencia y crecimiento, ya que reside principalmente en el fagolisosoma de los macrófagos alveolares (Trejo *et al.*, 2003; Gorocica *et al.*, 2005).

La mayor parte de los componentes estructurales de las micobacterias son de naturaleza sacarídica y son reconocidos por diversos receptores en macrófagos y otros tipos celulares, como los linfocitos T. Algunas de estas estructuras moleculares de las micobacterias también son responsables de los mecanismos de evasión de la respuesta inmune del hospedero, pues son capaces de inhibir o interferir con los mecanismos microbicidas del macrófago infectado (Gorocica *et al.*, 2005).

Las micobacterias pueden ser opsonizadas con moléculas de complemento (C3b), por inmunoglobulinas (Ig's), principalmente por IgG para ser ingeridas por los macrófagos, proteína de unión a manosas (MBP), así como por el factor surfactante A (SPA); esto ayuda a la bacteria a ingresar al macrófago de manera eficiente (Trejo *et al.*, 2003; Gorocica *et al.*, 2005).

El hábitat intracelular confiere ventajas importantes a las micobacterias porque quedan protegidos de mecanismos efectores de la respuesta inmune del hospedero, como la lisis por complemento; además, las características estructurales de su envoltura les proporcionan resistencia a agentes microbicidas, fármacos y a la destrucción por calor (Gorocica *et al.*, 2005). La resistencia a la destrucción por los fagocitos permite su multiplicación continua, tanto intracelular como extracelular (Biberstein y Chung, 1994).

El establecimiento de la infección también depende de la interacción inicial entre los componentes de superficie de las micobacterias con los receptores de la célula hospedera. Para infectar al macrófago las micobacterias se valen de algunos receptores para componentes glicosilados (Gorocica *et al.*, 2005).

Alrededor del foco de los microorganismos que se multiplican se desarrolla una respuesta inflamatoria en la que intervienen histiocitos de gran tamaño y monocitos. Las células hospedadoras infectadas y las bacterias alcanzan los ganglios linfáticos subsidiarios, en los que

SALUD ANIMAL

continúan tanto la multiplicación de los bacilos tuberculosos como las respuestas inflamatorias (Biberstein y Chung, 1994).

Reservorios

La infección por *M. bovis* es una zoonosis con una amplia variedad de hospedadores mamíferos, pero es primariamente un patógeno bovino. El mecanismo de transmisión en el ganado es por inhalación, y también por ingestión y posterior diseminación hematológica, hasta alcanzar el pulmón. La lesión primaria en el pulmón aparece habitualmente en las áreas dorsales, de localización subpleural, y se acompaña de un aumento de tamaño de los ganglios linfáticos bronquiales. En el ganado, el 80-90% de las lesiones son pulmonares y, menos frecuentemente, están implicados hígado, riñón o bazo (Rosenberger, 2005).

Rutas de transmisión de la Tuberculosis Bovina

Los bacilos tuberculosos son transmitidos a las vías respiratoria y digestiva por los núcleos contaminados de las gotitas vehiculadas por el aire, por las heces, por la orina, por las secreciones genitales por la leche procedente de glándulas mamarias infectadas, o por el alimento y el agua de bebida contaminados (Biberstein y Chung, 1994). Se ha demostrado que 30% de las vacas tuberculosas expulsan *M. bovis* a través del tracto respiratorio (Díaz *et al.*, 2003). Distribución de las lesiones

La tuberculosis se extiende por el organismo en dos estadios, el complejo primario y la diseminación secundaria. El complejo primario incluye la lesión en el lugar de entrada del germen y un ganglio linfático local (Radostits *et al.*, 2001).

En el ganado adulto, la tuberculosis se presenta en forma común como una enfermedad de tipo respiratorio, por consiguiente, las lesiones son más frecuentemente encontradas en los pulmones y los nódulos linfáticos del tracto respiratorio (por ejemplo: nódulos linfáticos de la cabeza, cuello y tórax). Cuando la infección se produce por inhalación es frecuente una lesión en el punto de entrada (Radostits *et al.*, 2001; Blowey y Weaber, 2004).

Cuando la vía primaria de la infección es a través de la alimentación, las lesiones tuberculosas pueden estar presentes en los nódulos linfáticos de la cabeza y el cuello, así como en los nódulos linfáticos mesentéricos y el hígado (Radostits *et al.*, 2001). Las lesiones iniciales en el tracto digestivo a menudo no son apreciadas en el examen *post-mortem* rutinario (Blowey y Weaber, 2004).

SALUD ANIMAL

Los tubérculos ocasionalmente penetran las membranas serosas, lo cual permite el acceso de los microorganismos a las cavidades corporales este proceso provoca el desarrollo de una pleuritis granulomatosa o peritonitis (enfermedad perlada). Durante el curso de la enfermedad el crecimiento de los tubérculos a veces erosiona los vasos sanguíneos contiguos y cuando el bacilo tuberculoso es liberado en la corriente sanguínea pueden desarrollarse lesiones metastásicas en cualquier parte del cuerpo (Rosenberger, 2005).

Signos y curso

El cuadro clínico de la tuberculosis bovina es variado y siempre inespecífico en correspondencia con su patogenia y atado a la fase, localización y gravedad de las lesiones. Por este motivo el padecimiento solo puede diagnosticarse con la prueba tuberculina y el análisis bacteriológico. Por su largo periodo de incubación pueden pasar meses o años hasta que se produce la enfermedad clínicamente evidente. El foco primario pulmonar puede permanecer mudo. Los signos apenas comienzan cuando hay generalización temprana, TBB orgánica crónica o generalizada tardía (fase terminal). A veces la generalización puede cursar con fiebre, inapetencia, decaimiento, anemia y/o rápido adelgazamiento; entonces puede llevar a la muerte en pocas semanas. Otros signos, según el caso, indican la participación de determinados órganos afectados (Rosenberger, 2005).

Objetivo general

Realizar una descripción de lesiones multisistémicas de tuberculosis bovina como hallazgo a la necropsia.

Objetivos particulares

Realizar una revisión de los factores que le confieren patogenicidad al bacilo tuberculoso. Difundir entre la comunidad de Médicos Veterinarios Zootecnistas especialistas en Bovinos y público en general, un reporte fotográfico de lesiones multisistémicas como hallazgo a la necropsia por tuberculosis en ganado bovino

Materiales y métodos

Se realizó una búsqueda literaria sobre tuberculosis bovina y las características del agente causal para entender su fisiopatogenia. Como parte del ejercicio de la profesión, se realizaron necropsias de vacas para obtener un diagnóstico de la causa de muerte, con ello, se llevó a cabo el muestreo de los órganos de animales con lesiones granulomatosas, compatibles con tuberculosis.

Resultados y discusión

SALUD ANIMAL

Descripción de las lesiones como hallazgo a la necropsia

La tuberculosis se extiende por el organismo en dos estadios, el complejo primario y la diseminación secundaria. El complejo primario incluye la lesión en el lugar de entrada del germen y un ganglio linfático local (Radostits *et al.*, 2001).

En el ganado adulto, la tuberculosis se presenta en forma común como una enfermedad de tipo respiratorio, por consiguiente, las lesiones son más frecuentemente encontradas en los pulmones y los nódulos linfáticos del tracto respiratorio (por ejemplo: nódulos linfáticos de la cabeza, cuello y tórax). Cuando la infección se produce por inhalación es frecuente una lesión en el punto de entrada, en las vías aéreas alcanza el espacio alveolar en el pulmón. Aquí la bacteria interactúa con las células dendríticas (CD), los macrófagos alveolares y las células del epitelio pulmonar con capacidad infectiva para estos tres tipos celulares, pero con predilección por los macrófagos y otros fagocitos mononucleares (Radostits *et al.*, 2001; Blowey y Weaber, 2004; Gupta *et al.*, 2014).

Las características biológicas del bacilo *Mycobacterium tuberculosis*, sumado a la fisiopatología de la enfermedad, permite alterar casi cualquier tejido, lo que lleva a la aparición de secuelas que pueden afectar la vía aérea, el parénquima pulmonar, el sistema vascular pulmonar, el espacio pleural y la región mediastinal. Las secuelas estructurales se manifiestan en trastornos funcionales, siendo más frecuente la alteración ventilatoria mixta (Romero *et al.*, 2016).

Cuando se encuentran lesiones en el aparato respiratorio, las alteraciones anatomopatológicas consisten en la presencia de lesiones focales (figura 2) o multifocales (figura 3) descritas como nodulaciones blanco-amarillentas en el parénquima pulmonar, dichas lesiones varían en tamaño que van de 1 hasta varios centímetros de diámetro, presentan material caseificado que puede crepitar al corte, aunque en ocasiones solo se encuentra exudado caseoso. En ocasiones, en las paredes costo-abdominales se encuentran zonas de induración que se manifiestan como focos miliares y que pueden desarrollar adherencias entre la pleura y diafragma, contribuyendo a la dificultad respiratoria en función de la gravedad de las lesiones (figura 4).

SALUD ANIMAL

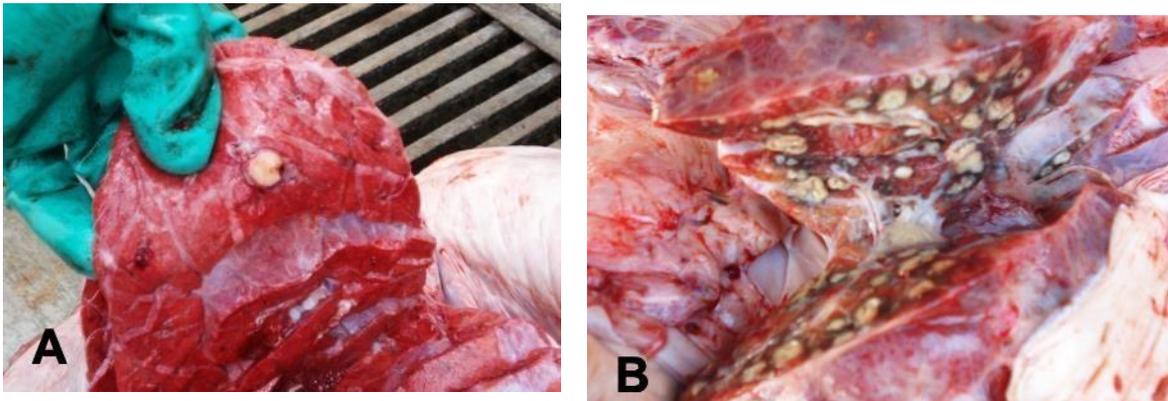
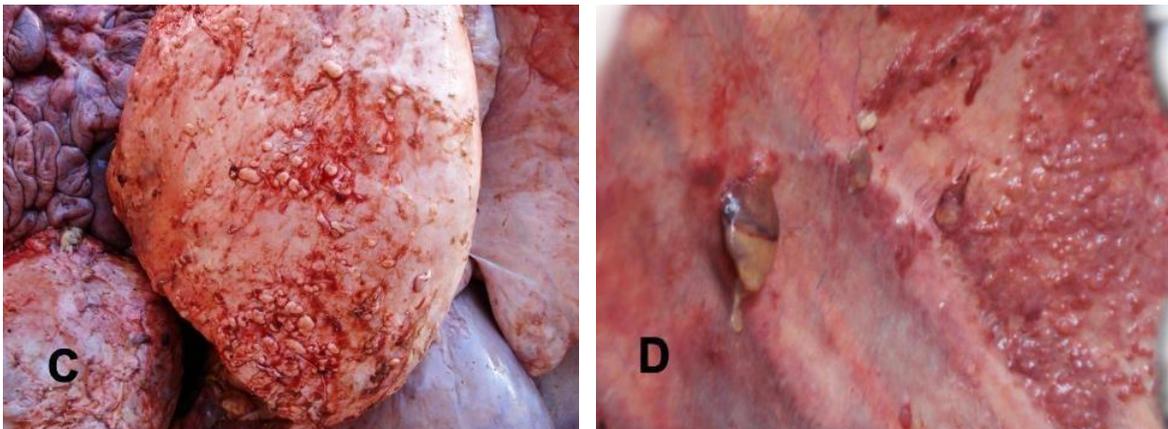


Figura 2, 3. Lesión granulomatosa focal (A) y multifocal en parenquima pulmonar de ganado bovino.

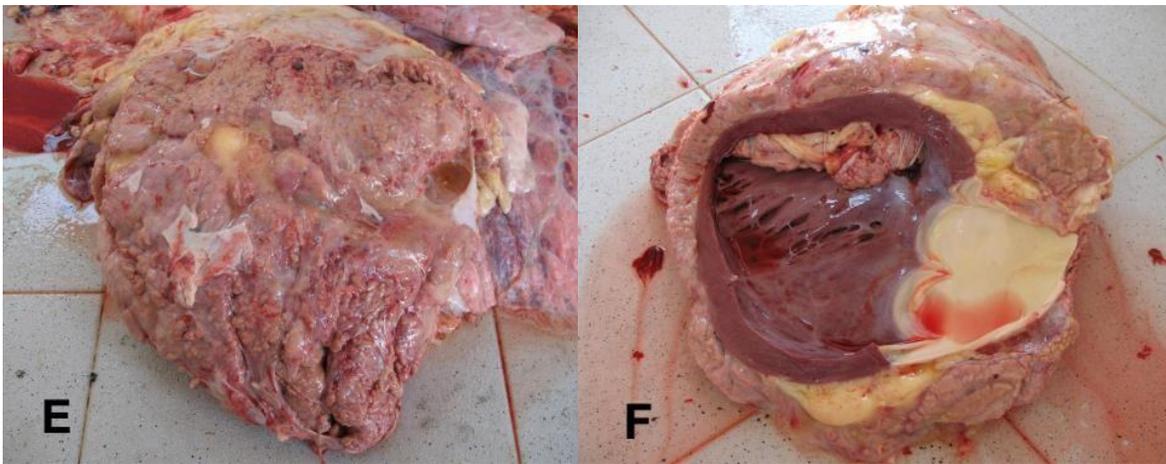
Figura 4. Lesiones granulomatosas miliares en pulmón (C) y en la región costo-parietal-pleural en ganado bovino.



Las afecciones que se encuentran ocasionalmente en el sistema circulatorio central, el corazón y el saco pericárdico presentan lesiones que van desde infiltraciones de granulomas en el miocardio, hasta múltiples lesiones en el saco pericárdico que comprometen la función del órgano (figura 5). Cuando son granulomas en el saco pericárdico que, con el incremento en el tamaño y/o número de lesiones, se crean adherencias que imposibilitan el correcto desplazamiento del corazón sobre dicho saco, por lo que, el ciclo cardiaco se afecta, provocando taquicardia por efecto compensatorio al no tener la posibilidad total de distensión del órgano, a este tipo de afección se le conoce como corazón acorazado (figura 6).

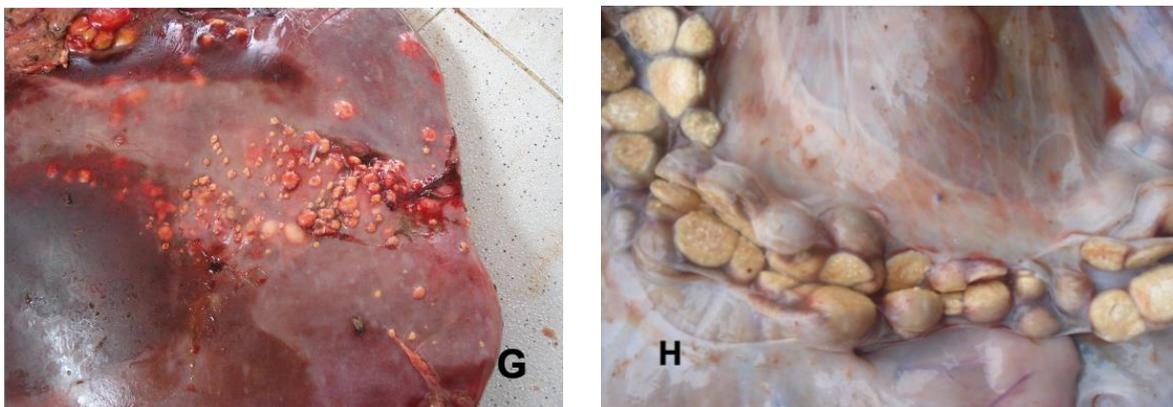
SALUD ANIMAL

Figura 5 y 6. Lesiones granulomatosas con adherencias entre el saco pericardico y corazón (E), cuya afección abarca hasta el epicardio (F) afección que se conoce como corazón acorazado. Cuando la vía primaria de la infección es a través de la alimentación, las lesiones tuberculosas pueden estar presentes en los nódulos linfáticos de la cabeza y el cuello, así como en los nódulos linfáticos mesentéricos (figura 7) y el hígado (Figura 8) (Radostits *et al.*, 2001). Las lesiones iniciales en el tracto digestivo a menudo no son apreciadas en el examen post-mortem rutinario (Blowey y Weaber, 2004).



SALUD ANIMAL

Figura 7 y 8. Hepatitis granulomatosa (G) y linfadenomegalia granulomatosa mesentérica.



Los granulomas ocasionalmente penetran las membranas serosas, lo cual permite el acceso de los microorganismos a las cavidades corporales este proceso provoca el desarrollo de una pleuritis granulomatosa o peritonitis (enfermedad perlada). Durante el curso de la enfermedad el crecimiento de los tuberculomas a veces erosiona los vasos sanguíneos contiguos y cuando el bacilo tuberculoso es liberado en la corriente sanguínea pueden desarrollarse lesiones metastásicas en cualquier parte del cuerpo (Rosenberger, 2005).

Conclusión

Los datos obtenidos en este estudio ponen en evidencia la prevalencia de esta enfermedad reemergente. Aunque resulta indiscutible razonar que el hecho de presentar casos positivos de esta enfermedad en animales representa un riesgo para la salud pública, en México aun no está autorizado el uso de bilógicos para el control de esta enfermedad. Debido a esto, es indispensable considerar las estrategias complementarias antes mencionadas de control y erradicación y por otra parte, para la elaboración de vacunas, se debe de encaminar la investigación estableciendo un modelo animal ideal para la vacunación contra tuberculosis el cual debe producir patrones de susceptibilidad a la enfermedad y parámetros similares a los encontrados en los animales infectados de manera natural.

Referencias

- Biberstein, B., Chung, Y. 1994. "Tratado de microbiología veterinaria. Ed. Acribia S. A. pp. 229-240.
Blowey, R., Weaber, D. 2004. "Atlas a color de enfermedades y transtornos del ganado vacuno".
Elsevier, Madrid, España.
Segunda edición. pp. 15, 16, 52, 53, 64-66, 204-206.

SALUD ANIMAL

- Díaz, F., Banda, V., Jaramillo, L., Arriaga, C., Gonzales, D., Estrada, C. 2003. "Identificación de bovinos portadores de *Mycobacterium Bovis* aplicando técnicas inmunológicas y moleculares". Veterinaria México. 34 (1).
- González, D., Díaz, F., Jaramillo, L., Pérez, R., Padilla, J., Santillán, M., Arriaga, C., Bojorquez, L. 2007a. "Evaluación de diferentes inmunógenos contra la tuberculosis bovina mediante la presencia de lesiones a la necropsia". Veterinaria México. 38:271-284.
- González, D., Díaz, F., Jaramillo, L., Santillán, M., Erazo, R., Díaz, C. 2007b. "Detección y descripción anatomopatológica de tuberculosis en una colonia de Ankole-Watusi". Técnica Pecuaria México. 45:101-109
- Gorocica, P., Jiménez, M., Garfias, J., Sada, I., Lascurain, R. 2005. "Componentes glicosilados de la envoltura de *Mycobacterium tuberculosis* que intervienen en la patogénesis de la tuberculosis. Trabajo de revisión. Revista del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias de México. 18:142-153.
- NOM-031-ZOO-1995. Campaña Oficial contra la tuberculosis bovina. SAGARPA.
- Radostits, O., Gay, C., Blood, D., Hinchcliff. 2001. "Medicina veterinaria. Tratado de las enfermedades del ganado bovino, ovino, porcino, carpino y equino". Mc Graw Hill Interamericana, España. Novena edición. pp. 1075-1081
- Romero, A., Arriaga, C., Guevara, J., García, J., Torres, R., Estrada, C. 2006. "Confirmación de la excreción de *Mycobacterium bovis* en exudados nasales mediante PCR anidada en un hato lechero". Veterinaria México. 37 (1).
- Rentería, T., Lopez, G., Williams, J., Licea, A., Medina, G., Muñoz, L., Saucedo, J., De la Mora, A., Pujol, L., Bermúdez, R. 2003. "Evaluación en campo de la vacuna de *Mycobacterium bovis* BCG contra la Tuberculosis en hatos lecheros". Memorias 1er simposium de investigadores en tuberculosis, paratuberculosis y otras micobacteriosis de importancia en salud animal, UNAM, 2008.
- Rosenberger, G. 2005. "Medicina interna y cirugía del bovino". Ed. Intermédica. Vol. 1 y 2. pp. 1110-1118.
- Sevilla, I. 2007. "Caracterización molecular, detección y resistencia de *Mycobacterium avium* subespecie *paratuberculosis*". Tesis Doctoral. Servicio central de publicaciones del Gobierno Vasco.
- Smith, I. 2003. "Mycobacterium tuberculosis Pathogenesis and Molecular Determinants of Virulence". Clinical microbiology reviews, Vol. 16, No. 3:463-496.
- Trejo, H., Gorocica, P., Porras, F., Chávez, R., Lascurain, R., Zenteno, E. 2003. "Bases moleculares de la interacción de *Mycobacterium tuberculosis* con los macrófagos". Trabajo de revisión. Revista del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias de México. 16:41-47.
- Zendejas, H., Milián, F., García, L., Cruz, G., Anaya, A., Huitrón, G. 2007. "La utilidad de los sistemas de información geográfica en la predicción de la distribución regional de la tuberculosis bovina". Técnica Pecuaria México; 45:279-287.

SALUD ANIMAL

DETERMINACIÓN DE AGENTES INFECCIOSOS RELACIONADOS CON EL COMPLEJO RESPIRATORIO BOVINO EN RANCHOS CHIHUAHUENSES

DETERMINATION OF INFECTIOUS AGENTS RELATED TO THE BOVINE RESPIRATORY COMPLEX IN CHIHUAHUA FARMS.

Rojas-Anaya E^{1*}, Castañeda Chaparro JI², Cerón Téllez F³, Román Ponce SI¹, Ricardo González ID³, Martínez Quintana JA², Herrera Lopez E³, Castillo Rangel F², Chávez Ruiz MG¹

1 Campo Experimental La Campana, INIFAP; 2 Facultad de Zootecnia y Ecología, UACH; 3 CENID-Salud Animal e Inocuidad, INIFAP.

*Autor de correspondencia: edith_ra23@hotmail.com

INTRODUCCIÓN.

El sistema “vaca–cría” es el más utilizado en la zona norte del país y más de la mitad de las 196 millones hectáreas en México se utilizan para la producción de ganado (Peel et al., 2011; González-Padilla et al., 2019). En la actualidad, México cuenta con 4,629,134 unidades de producción donde se realiza alguna actividad ganadera bovina; de éstas en 2,458,952 están relacionados con bovinos, de las cuales 1,002,662 se dedican a la producción de carne de bovino. En este sentido, Chihuahua cuenta con 85,628 unidades de producción, donde se realiza alguna actividad ganadera, que corresponden al 1.85% del total nacional. En el Municipio de Madera, Chihuahua se cuenta con 1,917 unidades de producción, donde se realiza alguna actividad ganadera, que corresponden al 2.31% del total del estado de Chihuahua (INEGI, 2023).

Una de las actividades de mayor relevancia dentro del manejo integral de los hatos ganaderos es la vigilancia sanitaria de los mismos, así como la implementación de medidas de control y bioseguridad. Lo anterior ya que impacta en la productividad y rentabilidad de cualquier unidad de producción animal. Las malas prácticas de manejo, la ausencia de detección de agentes infecciosos, así como el inadecuado control de enfermedades y esquemas de vacunación y/o manejo sanitario, conllevan a pérdidas económicas de los ganaderos. Este estudio se llevó a cabo en el área de influencia de la Compañía Minera Dolores en el cual se ha implementado el modelo de Grupos Ganaderos de Validación y Transferencia de Tecnología (GGAVATT). La implementación del modelo GGAVATT ha tenido un impacto positivo en la adopción de tecnologías en los ranchos ganaderos participantes mejorando la productividad y sustentabilidad de los productores. Sin embargo, adicional a las tecnologías implementadas y con la intención de contribuir a establecer la base del estatus sanitario del hato de ganado de los cinco grupos GGAVATT se planteó el objetivo de identificar la presencia

SALUD ANIMAL

de algunos agentes infecciosos que podrían estar presentes en los bovinos de productores cooperantes para establecer medidas de control y manejo sanitario dirigidas a aumentar la productividad de los ranchos en el estado de Chihuahua.

MATERIALES Y MÉTODOS

Con la finalidad de identificar la presencia de virus relacionados con el complejo respiratorio bovino como: virus sincitial respiratorio bovino (VSRB), coronavirus bovino (CoVb), diarrea viral bovina (DVB), parainfluenza 3 bovino (PI3B) y herpesvirus bovino tipo 1 (IBR), *Pasteurella multocida* (*Pm*), *Mannheimia haemolytica* (*Mh*), *Mycoplasma bovis* (*Mb*), *Leptospira interrogans* (*Li*), *Mycobacterium avium subespecie paratuberculosis* (*PTB*). Para lo anterior se tomaron muestras de nasales de 72 hembras adultas aparentemente sanas de ranchos del municipio de Madera de productores cooperantes pertenecientes a cinco GGAVATT. Lo anterior utilizando hisopos de dacrón en medio de transporte L15 con antibióticos y antimicóticos, las muestras fueron transportadas en cadena fría hasta el laboratorio. Dicho muestreo fue llevado a cabo durante el mes de febrero del año 2024. A partir de las muestras se realizó la extracción del material genético utilizando el kit comercial FavorPrep™ Viral DNA/RNA Kit y fue almacenado a -80 °C. Con el ARN extraído se sintetizó ADN complementario para utilizarlo como plantilla para la detección molecular de los virus ARN antes mencionadas mediante PCR en punto final. Adicionalmente, utilizando el ADN extraído se amplificó un fragmento del genoma del IBR y de las bacterias mencionadas. Los productos de PCR fueron visualizados en geles de agarosa al 1.7%. Paralelamente, por oportunidad y para determinar la prevalencia de la leptospirosis en el hato, se tomaron muestras de sangre para la obtención de suero y se utilizó la técnica de aglutinación microscópica (MAT) como prueba de referencia utilizando seis serovares de *Leptospira* más frecuentes en México (tres cepas de referencia: Pomona, Wolffii, Tarassovi y tres aislamientos nacionales: Hardjo (Inifap H-89), Icterohaemorrhagiae (Palo Alto) y Canicola (Portland vere). El criterio para asignar el título de anticuerpos a cada suero fue, el último título donde se observó una aglutinación mayor al 50%, los sueros con títulos de 1:50 se tomaron como negativos y el punto de corte para un suero positivo fue a partir de 1:100.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

La causa principal de enfermedad y muerte en el ganado a nivel mundial es el Complejo Respiratorio Bovino (CRB), causando pérdidas económicas de gran impacto. El CRB conlleva una disminución de la producción que pueden ir desde el 20- 75% y el principal desafío para los técnicos y propietarios

SALUD ANIMAL

de animales es la detección oportuna de estas enfermedades en los animales. La etiología relacionada con este complejo es por supuesto multifactorial que incluyen riesgos ambientales y/o manejo. Además, los agentes involucrados en este complejo pueden estar involucrados en otros síndromes que incluyen gastroenteritis y enfermedades reproductivas (Urban y Grooms, 2012). Adicionalmente están los factores relacionados con el hospedero como la predisposición de la especie, la edad y desde luego el estado inmunitario individual y de hato (Yus et al., 2013). En este contexto, es gran relevancia contar con información epidemiológica específica de los ranchos en los que se pretende incrementar la productividad, como es el caso de los productores involucrados en el proyecto GGAVATT en el estado de Chihuahua. Derivado de los muestreos descritos previamente se obtuvieron los siguientes resultados expresados en porcentaje de prevalencia de las muestras totales (72): DVB 11.1%, IBR 4.16%, VSRB 0%, CoVB 0%, PI-3 0%, Mh 29.16%, Pm 19.14%, PTB 15.27%, Mb 6.94%. En el caso de la identificación de *Leptospira*, se encontró una prevalencia acumulada de 98% para la presencia de alguna de los serovares de este agente infeccioso. En este sentido, cabe mencionar que los bovinos muestreados para este estudio como se mencionó son hembras de diferentes edades y razas, por lo que no fue posible realizar asociaciones de la presencia de alguno de los agentes con estos factores. Por otra parte, es de resaltar que no hay vacunación u otras medidas de prevención o manejo para la mayoría de los agentes evaluados a excepción de algunos individuos vacunados contra DVB y/o IBR. Las condiciones de producción detectadas mediante el diagnóstico estático de estos productores permitieron identificar que básicamente la vigilancia está centrada a detectar tuberculosis bovina (*Mycobacterium bovis*) y brucelosis bovina (*Brucella abortus*) y solamente cuando se requiere realizar. Por lo que realizar detecciones de otros agentes infecciosos que ponen en vulnerabilidad la salud general de los animales es vital en las unidades de producción dado su impacto significativo en la producción de becerros.

Conclusiones.

Al realizar por primera vez un ejercicio de detección de agentes infecciosos en los ranchos ganaderos de la región del Municipio de Madera en el estado de Chihuahua, da un panorama de la situación sanitaria en los mismos, en donde las condiciones de producción tienen diversas particularidades derivadas de la ubicación geográfica y climatológica. Si bien pareciera que algunas de las prevalencias son elevadas, esto es una primera aproximación. Cabe mencionar que la mayoría de los ranchos involucrados no llevaban registros adecuados del ganado en el sentido de número de abortos por ejemplo u otros parámetros productivos, por lo que los datos epidemiológicos obtenidos serán la línea base bajo la cual los técnicos asesores de cada GGAVATT podrán implementar las medidas de control y prevención de manera dirigida.

SALUD ANIMAL

Reconocimientos. Este trabajo fue desarrollado mediante el financiamiento de los proyectos: “Proyecto de validación y transferencia de tecnología en ganadería en el Ejido Huizopa del Municipio de Madera, Chihuahua” y “Desarrollo y validación de técnicas isotermales para una rápida detección molecular de las principales enfermedades del ganado bovino.

Palabras clave: ganado criollo, complejo respiratorio bovino, virus.

ÍNDICE DE AUTORES

ÍNDICE DE AUTORES

A

Abarca AMA, 55
Aguilar DM, 107
Alarcón RAD, 14
Alonso DMA, 81, 88, 95, 107
Anderson RC, 37
Angel HA, 29
Arévalo SCA, 37
Arieta RRJ, 55
Avila TCG, 24

B

Baeza-Rodríguez JJ, 68
Barragán HOL, 64, 75
Barrios GHB, 37

C

Calderón CR, 9
Canseco SR, 64, 75
Cárdenas AC, 107
Cárdenas VMP, 29
Castañeda Chaparro JI, 124
Castillo GE, 81, 88
Castillo LTE, 24
Castillo Rangel F, 124
Cerón Téllez F, 124
Cervantes Acosta P, 19
Cervantes AP, 43

Ch

Chávez Ruiz MG, 124

C

Contreras HG, 75
Contreras LAA, 48
Corro MMD, 48
Cruz GG, 81, 88

D

de la Cruz TT, 14
Domínguez-Rebolledo AE, 68

F

Fernández SA, 81, 88, 95
Fragoso Islas A, 61

G

García BMR, 3
García GIA, 14
García GP, 113
Giles Martínez RM, 19
Granados Zurita L, 61
Gudiño ERS, 3, 43

H

Hernández BR, 113
Herrera Alarcón J, 19
Herrera Lopez E, 124
Huerta JM, 14

I

Infante RF, 37

J

Jarillo RJ, 81, 88
Juarez Lagunes FI, 19
Juarez LFI, 43
Julian MER, 29

L

Ledezma CF, 113
Lepe AIE, 64, 75
Ivarez FG, 24

M

Martínez Hernández JM, 19

ÍNDICE DE AUTORES

Martínez Quintana JA, 124
Martínez VG, 9
Montaño BM, 9
Montero Lagunes M, 19
Montero LM, 43
Morales CLM, 113
Morales FS, 29

N

Nájera POG, 37

O

Ojeda MXS, 113

P

Pérez DAA, 107
Pinos RJM, 88

R

Ramón-Ugalde JP, 68
Retureta GCO, 43
Reyes CP, 113
Reyes SRM, 102
Ricardo González ID, 124
Ríos Utrera A, 61
Rojas-Anaya E, 124
Román Ponce SI, 124
Romero A, 64
Romero MA, 75
Romero SD, 102, 107

Romero SDR, 88
Rosete Fernández JV, 61
Rubio GI, 48

S

Salinas ChJ, 37

T

Titulaer M, 14
Torres HA, 9
Toxqui GVS, 9
Tun RAE, 113

U

Uscanga DJM, 43

V

Vázquez VJ, 37
Vega-Murillo VE, 3, 9, 64, 75
Vicente MJG, 88
Villalva CD, 113

Z

Zamora-Bustillos R, 68
Zarate GOE, 75
Zárate Martínez JP, 61
Zárate O, 64
Zúñiga SA, 37