

VII CONGRESO DE LA ASOCIACIÓN DE MÉDICOS VETERINARIOS ZOOTECNISTAS ESPECIALISTAS EN BOVINOS DEL ESTADO DE VERACRUZ. 4, 5, Y 6 DE OCTUBRE DEL 2022.

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



VII CONGRESO
GANADERÍA SUSTENTABLE

MEJORAMIENTO GENÉTICO REPRODUCCIÓN ANIMAL BIENESTAR ANIMAL SALUD ANIMAL NUTRICIÓN ANIMAL



CONCERVET
BV 042-22

VII CONGRESO DE LA ASOCIACIÓN DE MÉDICOS VETERINARIOS ZOOTECNISTAS ESPECIALISTAS EN BOVINOS DEL ESTADO DE VERACRUZ. 4, 5, Y 6 DE OCTUBRE DEL 2022.

COMITÉ CIENTÍFICO



COORDINACIÓN

VICENTE ELIEZER VEGA MURILLO

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

RESPONSABLES DE SECCIÓN

DORA ROMERO SALAS

Universidad Veracruzana

Salud Animal

RODOLFO SEDANO CANSECO

Universidad Veracruzana

Reproducción Animal

MARIA DEL CARMEN MOJICA ENRIQUEZ

Consultor Privado

Nutrición Animal

VICENTE ELIEZER VEGA MURILLO

Universidad Veracruzana

Mejoramiento Genético

APOLO ADOLFO CARRASCO GARCÍA

Universidad Veracruzana

Sustentabilidad y Bienestar Animal

CONTENIDO

COMITÉ CIENTIFICO 3

BIENESTAR ANIMAL..... 7

PERCEPCIÓN DE ESTUDIANTES DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA SOBRE EL TRATO ÉTICO CON ANIMALES 7

CARACTERIZACIÓN DE UNIDADES DE PRODUCCIÓN BENEFICIARIAS DEL EL PROGRAMA CRÉDITO GANADERO A LA PALABRA: EL CASO DEL EJIDO CHACALAPAN..... 11

LOS SISTEMAS AGROSILVOPASTORILES, UNA ALTERNATIVA PARA MEJORAR LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS DE LOS BOVINOS DEL TRÓPICO EN VERACRUZ..... 16

INDICADORES DE SALUD PARA EVALUAR BIENESTAR ANIMAL EN BOVINOS DE ENGORDA EN TRÓPICO HÚMEDO 21

CORRELACIONES ENTRE TEMPERATURA, pH Y CORTISOL SOBRE LA CALIDAD DE LA CANAL Y CARNE DE BOVINO 27

MEJORAMIENTO GENETICO..... 31

DIVERSIDAD GENÉTICA DE SNPs ASOCIADOS A GENES CANDIDATOS PARA TOLERANCIA AL ESTRES CALORICO EN GANADO CRIOLLO DE NAYARIT Y BAJA CALIFORNIA SUR. 31

EXPRESIÓN DE GENES DE CHOQUE TÉRMICO EN BOVINOS DE DOBLE PROPÓSITO EXPUESTOS A ESTRÉS CALÓRICO..... 36

HEREDABILIDAD PARA CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL EN GANADO SIMMENTAL Y SIMBRAH EN MÉXICO 40

FRECUENCIAS ALELICAS DE SNPs ASOCIADOS A GENES CANDIDATOS PARA CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS EN GANADO CRIOLLO DE NAYARIT Y BAJA CALIFORNIA SUR. 45

EFFECTOS NO GENETICOS DEL CRECIMIENTO Y PROPORCIONES DE KLEIBER DEL GANADO ROMAGNOLA DE REGISTRO EN MÉXICO..... 50

EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA ANTE UNA OLA DE CALOR EN DOS GRUPOS GENÉTICOS: LOCAL Y SINTÉTICO..... 55

NUTRICION 60

USO DEL RAQUIS DE PLÁTANO (MUSA SPP) COMBINADO CON PASTOS DE ALTO VALOR PROTEICO COMO SUPLEMENTO EN LA ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES... 60

CINÉTICA DE CRECIMIENTO Y VALOR NUTRITIVO DE DOS ESPECIES DEL GÉNERO LEMNA COMO ALTERNATIVA EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL.	64
---	----

REPRODUCCION..... 68

INYECCIÓN INTRACITOPLASMÁTICA DE ESPERMATOZOIDES PROVENIENTES DE TEJIDO TESTICULAR CONGELADO EN OVOCITOS BOVINOS FRESCOS UTILIZANDO TRES DESESTABILIZADORES DE MEMBRANA	68
EFFECTO DE LA PROSTAGLANDINA F2a EN UNA DOSIS APLICADA EN DOS TIEMPOS SOBRE LA TASA DE PREÑEZ EN VACAS BRAHMAN.....	72
EFFECTO DE LA BIPARTICIÓN DE EMBRIONES BOVINOS PRODUCIDOS IN VITRO VITRIFICADOS SOBRE LA TASA DE GESTACIÓN Y PÉRDIDA GESTACIONAL TEMPRANA	76

SALUD ANIMAL 81

GARRAPATAS QUE AFECTAN A LOS BOVINOS EN EL ESTADO DE VERACRUZ, MÉXICO.	81
IDENTIFICACIÓN DE Ehrlichia sp. y Anaplasma sp. EN GARRAPATAS Amblyomma mixtum EN VERACRUZ.....	87
EFICACIA DE UNA CEPA DE Metarhizium anisopliae AISLADA DE SUELOS GANADEROS EN EL CONTROL DE Rhipicephalus microplus Y Haematobia irritans EN INFESTACIONES NATURALES	91
EFFECTO ACARICIDA DE EXTRACTOS DE PLANTAS NATIVAS MEXICANAS SOBRE Rhipicephalus microplus.....	96
DETECCIÓN SEROLÓGICA DE ESPECIES DE Leptospira EN BOVINOS SACRIFICADOS EN DOS RASTROS DEL CENTRO DE VERACRUZ.....	101
IMPLEMENTACIÓN DEL AISLAMIENTO REGIONAL DE Leptospira interrogans Serovar Hardjo FMVZ-UV-01 PARA EL DIAGNÓSTICO SEROLÓGICO, MICROBIOLÓGICO y MOLECULAR DE Leptospira sp. EN BOVINOS DE VERACRUZ MÉXICO.	106

ÍNDICE DE AUTORES..... 112

**VII CONGRESO DE LA ASOCIACIÓN DE MÉDICOS VETERINARIOS ZOOTECNISTAS ESPECIALISTAS EN BOVINOS DEL ESTADO DE VERACRUZ.
4, 5, Y 6 DE OCTUBRE DEL 2022.**

BIENESTAR ANIMAL

PERCEPCIÓN DE ESTUDIANTES DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA SOBRE EL TRATO ÉTICO CON ANIMALES.

López-de Buen L, García-Salamanca C*, Ahuja-Aguirre CC y Montiel-Palacios F.
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana. Circunvalación esq.
Yáñez s/n. Veracruz, Veracruz.

*zS17008671@estudiantes.uv.mx

Introducción: La producción responsable de los productos pecuarios requiere de la participación de profesionistas calificados, y en este sentido, en la capacitación adecuada de los médicos veterinarios se requiere de la utilización de animales, tanto para la adquisición de sus conocimientos, como para la obtención de alimento, vestido y trabajo. Es, por tanto, que, en esta profesión es de vital importancia la empatía y el respeto que dichos profesionistas tengan hacia los animales (Virgen-Luján, 2009). En este contexto, es que, en el presente trabajo se investigó la percepción de los estudiantes de la facultad de medicina veterinaria y zootecnia, de la universidad veracruzana, con respecto a los diferentes aspectos de empatía humano-animal y de bienestar animal.

Objetivo: Conocer la opinión de los estudiantes de MVZ sobre las consideraciones en su trato con animales durante la práctica, la docencia y la investigación.

Materiales y métodos: Se realizaron cuestionarios electrónicos (Google Formularios) como instrumento de evaluación a 188 estudiantes de medicina veterinaria y zootecnia de la universidad veracruzana, tanto mujeres como hombres, de diferentes periodos académicos: 1-3, 4-6, 7-9 y 10 o más semestres y con edades de: 17-20, 21-24, 25-28 y 29-32 o más años. Las preguntas consideradas fueron 10, con las cuáles, los estudiantes manifestaron estar de acuerdo o en desacuerdo:

1. ¿En mi trabajo con animales siempre trato de reducir las situaciones que impliquen dolor, estrés, incomodidad o ansiedad?
2. ¿Los animales son seres adecuados para mi aprendizaje o para la experimentación porque carecen de la capacidad para sentir dolor o sufrimiento?
3. ¿En la experimentación se requiere la homologación, por lo que no deben variar las necesidades de los animales aun cuando pertenezcan a diferentes especies?
4. ¿En los animales de práctica o investigación utilizo analgesia, sedación o anestesia siempre que el procedimiento provoque ansiedad, dolor o sufrimiento?
5. ¿En prácticas o investigación con animales, y por los costos que implica, aunque el procedimiento provoque dolor no se deberá usar analgesia, sedación o anestesia?

6. ¿La vida de cualquier animal debe tener el mismo valor, sin que influyan las cuestiones económicas o estéticas?
7. El trato a los animales es diferente según su uso: de compañía, trabajo, abasto o laboratorio, ¿siendo, a veces necesario en su manejo darles malos tratos, gritos y golpes?
8. ¿Considero que la práctica y experimentación con animales sólo se debe realizar cuando el objetivo y los resultados estén plenamente justificados y validados?
9. ¿Que un comité científico y de bioética revise los protocolos de las prácticas de enseñanza y experimentación con animales sólo atrasa la obtención de resultados?
10. El uso de las 3R: Reducción, Reemplazo y Refinamiento en prácticas docentes o de investigación con animales, ¿disminuye o evita su daño físico o emocional?

Resultados y Discusión:

De los 188 estudiantes entrevistados, el 34% había cursado 7 a 9 semestres, el 27% 4 a 6 semestres, el 20% 10 o más semestres y el 19% 1 a 3 semestres. De estos, el 63% tenía entre 21 y 24 años, el 26% entre 17 a 20 años, el 10% entre 25 a 28 años y el 2% entre 29 a 32 años. El 58% fueron mujeres y el 42% hombres.

El 96% de los estudiantes estuvo de acuerdo con que, en su trabajo con animales siempre trata de reducir las situaciones que impliquen dolor, estrés, incomodidad o ansiedad. En las mujeres fue el 97% y en los hombres el 94%. Los semestres intermedios 4-6 con 96% y 7-9 con 95%, mientras que los semestres iniciales 1-3 con 94% y 10 semestres o más con 75%. Las edades entre 21-24 años con 97% y 25-28 años con 94%, mientras que 17-20 años con 96% y 29-32 años con 75%.

El 94% de los estudiantes estuvo en desacuerdo con que, los animales son seres adecuados para su aprendizaje o para la experimentación, porque carecen de la capacidad para sentir dolor o sufrimiento. En las mujeres fue el 97% y en los hombres el 54%. Los semestres intermedios 4-6 con 92% y 7-9 con 98%, mientras que los semestres iniciales 1-3 con 91% y 10 semestres o más con 92%. Las edades entre 21-24 años con 96% y 25-28 años con 94%, mientras que de 17-20 años 90% y 29-32 años con 100%.

El 62% de los estudiantes estuvo en desacuerdo con que, en la experimentación se requiera la homologación y que no varíen las necesidades de los animales, aun cuando estos pertenezcan a diferentes especies. En las mujeres fue el 64% y en los hombres el 58%. Los semestres intermedios 4-6 con 61% y 7-9 con 62%, 10 semestres o más con 61%, mientras que los semestres iniciales 1-3 con 22%. Las edades entre 17-20 años 65%, 21-24 años con 64%, mientras que, 25-28 años con 44% y 29-32 años con 50%.

El 93% de los estudiantes estuvo de acuerdo con que, en los animales de práctica o investigación se utilice analgesia, sedación o anestesia, siempre que el procedimiento provoque ansiedad, dolor o sufrimiento. En las mujeres fue el 97% y en los hombres el 86%. Los semestres intermedios 4-6 con 92% y 7-9 con 98%, mientras que los semestres iniciales 1-3 con 89% y 10 semestres o más con 87%. Las edades entre 17-20 años con 94%, 21-24 años con 93%, pero 25-28 años con 89% y 29-32 años con 75%.

El 92% de los estudiantes estuvo en desacuerdo con que, en las prácticas o en investigación con animales, y por los costos que implica, aunque el procedimiento provoque dolor no se use analgesia, sedación o anestesia. En las mujeres fue el 96% y en los hombres el 80%. Los semestres intermedios 4-6 con 92% y 7-9 con 95%, mientras que los semestres iniciales 1-3 con 91% y 10 o más con 87%. Las edades entre 17-20 años 91%, 21-24 años con 92%, 25-28 años con 95% y 29-32 años con 87%.

El 97% de los estudiantes estuvo de acuerdo con que, la vida de cualquier animal deba tener el mismo valor, sin que influyan las cuestiones económicas o estéticas. En las mujeres fue el 100% y en los hombres el 92%. Los semestres intermedios 4-6 con 100%, 10 semestres o más con 97%, 7-9 con 95% y los semestres iniciales 1-3 con 94%. Las edades entre 25-28 años y 29-32 años con 100%, pero 17-20 años con 98% y 21-24 años con 96%.

El 94% de los estudiantes estuvo en desacuerdo con que, el trato a los animales sea diferente según su uso: de compañía, trabajo, abasto o laboratorio, y que sea, a veces, necesario en su manejo darles malos tratos, gritos y golpes. En las mujeres fue el 99% y en los hombres el 86%. Los semestres intermedios 4-6 con 92% y 7-9 con 98%, mientras que los semestres iniciales 1-3 con 91% y 10 o más con 90%. Las edades entre 25-28 años con 98%, pero 21-24 años con 92%, 17-20 años 91% y 29-32 años con 90%.

El 97% de los estudiantes estuvo de acuerdo con que, la práctica y la experimentación con animales sólo se deba realizar cuando el objetivo y los resultados estén plenamente justificados y validados. En las mujeres fue el 100% y en los hombres el 92%. Los semestres intermedios 4-6 con 100%, 10 semestres o más con 97%, 7-9 con 95% y los semestres iniciales 1-3 con 94%. Las edades entre 25-28 años y 29-32 años con 100%, pero 17-20 años con 98% y 21-24 años con 96%.

El 85% de los estudiantes estuvo en desacuerdo con que, la revisión por un comité científico y de bioética de los protocolos de las prácticas de enseñanza y experimentación con animales atrase la obtención de los resultados. En las mujeres fue el 85% y en los hombres el 77%. Los semestres intermedios 4-6 con 86% y 7-9 con 88%, mientras que los semestres iniciales 1-3 con 83% y 10 o más con 90%. Las edades entre 25-28 años con 98%, pero 21-24 años con 92%, 17-20 años 91% y 29-32 años con 79%.

El 79% de los estudiantes estuvo de acuerdo con que, el uso de las 3R: Reducción, Reemplazo y Refinamiento en las prácticas docentes o de investigación con animales, disminuya o evite su daño físico o emocional. En las mujeres fue el 84% y en los hombres el 71%. Con 10 semestres o más fue el 89%, mientras que en los intermedios 7-9 con 78%, 4-6 con 76% y en los iniciales 1-3 con 71%. Las edades entre 29-32 años con 100%, pero 17-20 años con 81%, 21-24 años con 78% y 25-28 años con 72%.

Tal como lo mencionan Miranda-de la Lama y colaboradores (2017), en esta investigación basada en encuestas, se pudo percibir que la aplicación de cuestionarios representa una herramienta de utilidad para conocer la percepción, que, sobre el bienestar animal tienen los estudiantes involucrados con el área de la producción animal.

En la percepción de los estudiantes de la universidad veracruzana, se pudo encontrar algunas similitudes con lo mencionado por Sánchez-Méndez *et al.* (2022) con respecto a la variación en el nivel de empatía humano-animal, y a la percepción que sobre el bienestar animal tienen los estudiantes de otras universidades durante el transcurso de su formación profesional. Sin embargo, en este estudio no se encontró que el nivel de empatía disminuyera conforme se avanza en los años de estudio. Lo cual, se atribuye a la participación de los estudiantes en diversas

actividades transversales que sobre el tema de bienestar animal se llevan a cabo en la facultad de medicina veterinaria de la universidad veracruzana.

Conclusiones:

En los estudiantes de medicina veterinaria y zootecnia en la universidad veracruzana, la empatía hacia los animales fue mayor en edades de 17 a 20 años y en las mujeres, y se incrementó hacia los semestres intermedios de la carrera, principalmente entre el 7° y 9° semestre. Entre el 92 a 96% de los entrevistados valoró que los animales son seres sintientes, y que se debe evitar causarles dolor y lastimarlos. Así mismo, el 79 a 97% opinó que el uso de los animales en docencia e investigación debe estar plenamente justificado. Además, de que, un 62 a 97% consideró que todas las especies tienen el mismo valor, pero diferentes requerimientos en cuanto a sus necesidades, siendo innecesario su maltrato.

Palabras clave: Bienestar animal, Bioética, Empatía humano-animal.

Referencias bibliográficas:

Miranda-De La Lama GC., Estévez-Moreno LX, Sepúlveda WS., Estrada-Chavero MC, Rayas-Amor AA, Villarroel M, María GA (2017). Mexican consumers perceptions and attitudes towards farm animal welfare and willingness to pay for welfare friendly meat products. Meat science, 125, 106-113. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27940228/>

Sánchez Méndez AI, Torres Cardona MG, Alejos de-la Fuente MG, Almaraz Buendía JII, Peralta Ortiz JG, Meza Nieto M. 2022. Empatía Humano-Animal y Percepción del Bienestar Animal en Estudiantes de Medicina Veterinaria y Zootecnia en México. Pp. 51-56. En Temas Selectos de Bienestar Animal y Etología 1. Comisión de Bioética y Bienestar Animal (CBBA) y Cuerpo Académico Bienestar, Etología y Reproducción Animal (CA-BERA) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana (FMVZ-UV). ISBN: 978-84-19046-96-3.

Virgen-Luján, M.A. 2009. Identificación de elementos bioéticos en los estudiantes del programa de medicina veterinaria y zootecnia: Universidad de la Amazonia, Florencia-Caqueta, Colombia. Trabajo de grado presentado para el título de Magister en Bioética. https://bioetica.unbosque.edu.co/sites/default/files/2017-11/MARCO_ANTONIO_VIRGEN_LUJAN.pdf.

**CARACTERIZACIÓN DE UNIDADES DE PRODUCCIÓN BENEFICIARIAS DEL EL PROGRAMA
CRÉDITO GANADERO A LA PALABRA: EL CASO DEL EJIDO CHACALAPAN**

**CHARACTERIZATION OF FARMS BENEFITING FROM THE CRÉDITO GANADERO A LA
PALABRA PROGRAM: THE CASE OF EJIDO CHACALAPAN**

Valdivieso-Linares IS^{1*}, Graillet-Juárez E¹, Martínez-Martínez M¹, Vázquez-Luna D¹, Villagómez-Cortés JA²

¹Facultad de Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuaria, Universidad Veracruzana, Acayucan, Veracruz, México. ivaldivieso@uv.mx

²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana. Circunvalación esq. Yañez s/n, Col. Unidad Veracruzana, Veracruz, Veracruz, México.

INTRODUCCIÓN

La inversión del gobierno federal en programas de apoyo a productores agropecuarios suele hacerse en forma desorganizada e indiscriminada, considerando algunos criterios generales que resultan poco efectivos para asegurar el uso eficiente de los escasos recursos asignados para tal propósito, además de que, en ocasiones no logran obtener los resultados esperados por los programas (Acosta, 2010; Leos-Rodríguez *et al.*, 2008). En general, dichos programas no se diseñan a partir de un diagnóstico real que permita identificar adecuadamente los problemas, demandas y potencialidades de los productores beneficiarios, lo que reduce la posibilidad de lograr las metas establecidas en los mismos (Cogco Calderón *et al.*, 2010). El 22 de febrero de 2019, la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) publicó los lineamientos de operación del Programa Ganadero Crédito a la Palabra (PGCP) con un presupuesto aprobado de \$4,000 millones de pesos para la operación de sus cuatro componentes: Repoblamiento del hato pecuario, equipamiento y obras de infraestructura pecuaria, complementos alimenticios y servicios de acompañamiento técnico (SADER, 2019). El objetivo general del programa era incrementar la productividad del pequeño productor pecuario, mediante la entrega de apoyos en especie y acciones para la capitalización de las unidades de producción, con un manejo integral sustentable (CONEVAL, 2020). El objetivo de este estudio es caracterizar las unidades de producción y a los ganaderos beneficiarios del Programa Crédito Ganadero a la Palabra 2019 (PCGP) del ejido Chacalapan, municipio de Hueyapan de Ocampo, Veracruz, como base para determinar con posterioridad el éxito del Programa en este ejido.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El presente trabajo se llevó a cabo en el ejido Chacapan, ubicado en el municipio de Hueyapan de Ocampo, Veracruz, México, el cual se haya entre los paralelos 18°04' y 18°20' de latitud norte y 94°57' y 95°25' de longitud oeste a una altitud de 20 m.s.n.m. El ejido Chacapan está catalogado como zona de atención prioritaria por su alto grado de marginación. El ejido tiene 77 parcelas dedicadas a la ganadería extensiva, de las cuales 30 fueron beneficiadas por el PGCP en 2019.

Diseño de la investigación

Esta investigación realizó un diagnóstico exploratorio con técnicas de enfoque mixto con diseño de varios instrumentos para obtener la información, que fueron la encuesta y la entrevista a productores clave, además de la observación directa mediante visita a las unidades de producción pecuaria (UPP), con objeto de conocer el perfil del productor y caracterizar la unidad de producción y su manejo

Variables de estudio

Las variables consideradas en el estudio se agruparon en relación con los ejes: sociodemográfico, económico, productivo y tecnológico. El eje social incluyó como indicadores: sexo, edad, afiliación al SAT y escolaridad; el eje económico: superficie de la UPP, tipo de vivienda, dependientes económicos, infraestructura de la UPP e ingresos totales; el eje productivo: objetivo de la UPP, inventario ganadero, ingresos por venta de bovinos, tipo de comercialización; el eje tecnológico: identificación de los animales, lotificación de los animales, manejo sanitario, rotación de potreros, registro de ingresos y egresos. Los resultados se procesaron mediante estadística descriptiva.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo al diagnóstico exploratorio realizado, se encontraron las siguientes características de los productores y de sus unidades de producción:

Variables sociodemográficas

El 70% de los productores del ejido son de sexo masculino. El 55% son adultos (40-60 años) y el 45% adultos mayores (más de 61 años), con una edad promedio 60 ± 10.37 años y dos o tres dependientes económicos cada uno. El 73% está casado y el 82% lleva una dieta que incluye todos los grupos de alimentos. Aunque manifestaron no tener problemas de salud, el 83% cuenta con acceso a servicios de salud públicos fuera de la localidad, y el resto acude a servicios particulares. En cuanto a sus

viviendas, éstas son propias y están hechas de concreto, cuentan con servicio de energía eléctrica y de agua potable. El grado de educación recibida es muy variable, pero la mayoría estudió la primaria o carece de estudios formales. Diversas publicaciones han comprobado que el nivel de escolaridad, la edad y el poder adquisitivo son determinantes para la adopción de la tecnología pecuaria (Cuevas-Reyes y Rosales-Nieto, 2018; Cuevas-Reyes *et al.*, 2016; Méndez-Cortés *et al.*, 2019). La innovación es la aplicación de nuevos conocimientos para generar un bien, y es muy importante para el crecimiento de las unidades de producción. Sin embargo, la innovación no es una característica común en personas de edad avanzada, por lo que para favorecer este proceso es más conveniente considerar el eventual traspaso del liderazgo a una segunda generación, y este es un aspecto importante que se debe considerar para el diseño de políticas públicas (Sagarnaga Villegas, 2018).

Variables técnico-productivas

El tamaño promedio de las unidades de producción es de 20.05 ± 12.22 ha (rango 6 a 44). Dos tercera partes de las unidades de producción se enfocan en el ganado de doble propósito con manejo extensivo, y el resto a la producción de ganado de carne. En cuanto a instalaciones, todos disponen de corral de manejo de alambre, pero solo 83% tiene cerco perimetral de alambre. El 90 % cuenta con divisiones en los potreros y con bebederos, y el 83 % con sombreaderos. En menor proporción, el 45% dispone de comederos y un 10 % tiene cortina rompevientos.

De acuerdo al inventario ganadero, se identifican dos estratos de UPP dentro del ejido. El 55% son pequeños productores que tienen entre 7 y 25 bovinos (15.83 ± 6.31 en promedio), mientras que el 45% se ubican como medianos productores con entre 40 y 55 animales (49.60 ± 5.68 en promedio). En cuanto al total de ingresos generados por la venta de ganado bovino en el último año, el monto varía desde \$0 hasta \$105,000, con un promedio de $\$35,672.72 \pm 35,026.68$, lo que representa una gran diferencia en los ingresos entre los productores de un mismo grupo.

Manejo de las Unidades de Producción

En cuanto a la alimentación, todos los productores mantienen el ganado en pastoreo extensivo. Todos identifican a sus animales, el 73% los separa en lotes, el 27% recibe asesoría técnica y el 18% lleva registro de ingresos y egresos.

Manejo reproductivo

Todos los productores utilizan monta natural, no realizan palpación rectal para diagnóstico de gestación en sus vacas ni evalúan a sus sementales.

El grado de adopción de tecnologías es un elemento importante para la rentabilidad de las empresas agropecuarias y depende de factores como el tamaño de la unidad de producción, la edad, el interés y disposición del productor al cambio, la aversión al riesgo, la rentabilidad esperada, y los ingresos económicos (Salas González *et al.*, 2013). En el caso de los ganaderos del ejido Chacalapan, beneficiarios del Programa Crédito Ganadero a la Palabra 2019 (PCGP), las perspectivas de uso y adopción de la tecnología que proporciona el programa no son halagüeñas, ya que por un lado son personas de edad avanzada, tradicionalistas y renuentes al cambio, y por otro, los apoyos que el programa ofrece son escasos y de una duración limitada. Ello apunta a que es necesario reconfigurar las políticas públicas para que estas se establezcan de manera diferenciada, de acuerdo con las distintas características y necesidades sociales, económicas, productivas y tecnológicas de los beneficiarios que incrementen el uso de las innovaciones tecnológicas que aporten mayor eficiencia y productividad a cada sistema de producción particular de bovinos (Cuevas Reyes *et al.*, 2016).

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

Se observó una diferencia notable entre los 30 productores del ejido Chacalapan, beneficiarios del PCGP 2019, principalmente en los aspectos económicos, en el tamaño de la unidad de producción y en el tamaño del hato, de lo que se deduce que la selección del PCGP no consideró estos criterios para su otorgamiento, y que estas asimetrías es muy posible que impacten en el grado de aceptación y uso de la tecnología que el Programa ofrece a sus beneficiarios.

Los métodos de diagnóstico exploratorio como el que se empleó en este estudio sirven para obtener información de manera eficaz y aportan datos de relevancia para el futuro otorgamiento de apoyos a los pequeños productores. Esta caracterización de productores del ejido Chacalapan puede servir de base para el diseño e implementación de programas de apoyo agropecuario para productores en los que se consideren los rasgos, condiciones y situaciones similares a las que presenta este ejido.

RECONOCIMIENTOS

Se agradece a los 30 productores beneficiarios del Programa Crédito Ganadero a la Palabra 2019 del ejido Chacalapan, municipio de Hueyapan de Ocampo, Veracruz su disponibilidad para participar en este estudio y compartir su información.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta, F. (2010). La evaluación de la política social en México: Avances recientes, tareas pendientes y dilemas persistentes. *Papeles de Población*, 64, 16.

- Cogco Calderón, A.R., Rodríguez Vargas, M. & Pérez Cruz, J.A. (2010). Un análisis de la política social en México a través de los programas implementados por la Secretaría de Desarrollo Social y su relación con la descentralización de funciones: una mirada desde lo local. *Iberóforum*, 5(9), 1-35.
- CONEVAL. (2020). *Avances y retos del programa crédito ganadero a la palabra*. Comunicado No.16. Ciudad de México: Dirección de Información y Comunicación Social, Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. Disponible en: https://www.coneval.org.mx/SalaPrensa/Comunicadosprensa/Documents/2020/Comunicado_16_programa_credito_ganadero_a_la_palabra.pdf
- Cuevas-Reyes, V., & Rosales-Nieto, C. (2018). Caracterización del sistema bovino doble propósito en el noroeste de México: productores, recursos y problemática. *Revista MVZ Córdoba*, 23(1), 6448-6460.
- Cuevas Reyes, V., Loaiza Meza, A., Espinosa García, J. A., Vélez Izquierdo, A., & Montoya Flores, M. D. (2016). Tipología de las explotaciones ganaderas de bovinos doble propósito en Sinaloa, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 7(1), 69-83.
- Leos-Rodríguez, J. A., Serrano-Páez, A., Salas-González, J. M., Ramírez-Moreno, P. P., & Sagarnaga-Villegas, M. (2008). Caracterización de ganaderos y unidades de producción pecuaria beneficiarios del programa de estímulos a la productividad ganadera (PROGAN) en México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 5, 213-230.
- Méndez-Cortés, V., Mora-Flores, J. S., García-Salazar, J. A., Hernández-Mendo, O., García-Mata, R., & García-Sánchez, R. C. (2019). Tipología de productores de ganado bovino en la zona norte de Veracruz. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 22, 305-314.
- SADER. (2019). *ACUERDO por el que se emiten los Lineamientos de Operación del Programa Crédito Ganadero a la Palabra*. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 22 de febrero de 2019. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. México.
- Salas González, J.M., Leos Rodríguez, J.A., Sagarnaga Villegas, L.M., & Zavala-Pineda, M.J. (2013). Adopción de tecnologías por productores beneficiarios del programa de estímulos a la productividad ganadera (PROGAN) en México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 4, 243-254.
- Sagarnaga Villegas, L.M. (2018). Sucesión generacional e innovación en empresas agrícolas familiares. Estudio de caso Santiago Ixcuintla, estado de Nayarit, México. *Przedsiębiorczość i Zarządzanie (Emprendimiento y Geestión)*, 19(7), 87-99. <http://piz.san.edu.pl/docs/e-XIX-7-1.pdf>

Palabras clave: ganadería bovina, uso de tecnología, programas gubernamentales

LOS SISTEMAS AGROSILVOPASTORILES, UNA ALTERNATIVA PARA MEJORAR LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS DE LOS BOVINOS DEL TRÓPICO EN VERACRUZ.

AGROSILVOPASTORAL SYSTEMS, AN ALTERNATIVE TO IMPROVE THE CLIMATE CONDITIONS OF CATTLE IN THE TROPICS OF VERACRUZ.

Rodríguez AJR¹, Espejo BG¹, Cerdán CCR¹, Zarate GOE², Garrido HR¹ y Naranjo CF^{1*}

¹ Facultad de Ciencias Agrícolas, campus Xalapa, Universidad Veracruzana. Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán s/n, C.P. 91090, Zona Universitaria, Xalapa, Ver. ² Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana. Miguel Ángel de Quevedo s/n esq. Yáñez, Col. Unidad Veracruzana, C.P. 91710, Veracruz, Ver., México. Correo: fnaranjo@uv.mx

Introducción

En México, más del 50% del territorio es utilizada para la ganadería (carne y leche) mediante diferentes agroecosistemas y en donde el productor lleva a cabo la cría del ganado, bajo el nombre de unidades de producción pecuaria (UPP), y que además tienen una gran importancia económica para los pequeño y medianos productores, debido a los ingresos que genera (semanal, quincenal o mensual) (Bautista-Martínez *et al.*, 2019). Las UPP se basan en un sistema tradicional, mediante pastoreo extensivo (principalmente) con pastizales nativos o praderas establecidas (con gramíneas) bajo un monocultivo, provocando un deterioro ambiental por la deforestación, destrucción de paisajes, desertificación, degradaciones de los recursos naturales y pérdida de biodiversidad, además que se afectado el desarrollo vegetativo por las condiciones climáticas, en particular durante el periodo de sequía (Bacab *et al.*, 2013; Salvador *et al.*, 2016; Martínez *et al.*, 2018).

Una alternativa para las UPP tradicionales son los sistemas agrosilvopastoriles (SASP), que son un sistema de producción animal ganadero multifuncional, basado en la integración en un mismo espacio por plantas leñosas perennes (árboles o arbustos), leguminosas herbáceas, gramíneas (en diferentes arreglos y estratos para la alimentación animal) y usos complementarios como la producción de madera, frutas, sombra, regulación hídrica, hábitat para fauna silvestre, embellecimiento del paisaje y favoreciendo el bienestar animal, debido a que se crean agroecosistemas ganaderos resilientes al cambio climático lo que conlleva al incremento en la producción por unidad utilizada (Crespo, 2008; Murgueitio *et al.*, 2014; Figueroa y Galicia, 2021).

La inclusión de árboles en los SASP es una estrategia para proveer de sombra natural a las pasturas, al tiempo que se puede diversificar y mejorar la oferta de alimento, prestar servicios ambientales y generar diferentes microclimas sobre la pastura que los animales pueden consumir, lo que contribuye a mejorar las condiciones de vida de los bovinos en pastoreo, teniendo un efecto positivo al enfriar el ambiente como una alternativa eficaz para evitar o disminuir los efectos del estrés calóricos de los animales y mejorar las

condiciones ambientales como humedad relativa, temperatura ambiental, radiación solar, la producción y el bienestar animal en los bovinos.

Objetivo

Evaluar las condiciones climáticas de un sistema agrosilvopastoril y uno tradicional de una unidad de producción pecuaria de bovinos del trópico de Veracruz.

Materiales y métodos

El presente estudio se realizó en una UPP “Rancho Las Lomas” perteneciente a la Ing. Alejandra Espinoza Palma, que se encuentra ubicado en la comunidad de La Esperanza, perteneciente al municipio de Hueyapan de Ocampo, Veracruz. La UPP se encuentra en las siguientes coordenadas: 18° 16'41.62" de latitud Norte y 95° 08'46.20" longitud Oeste, con una altura de 165 msnm, una temperatura media anual de 34 °C y una precipitación pluvial de 1500 mm anual.

La UPP “Las Lomas” cuenta con una superficie de 45 hectáreas, de las cuales 20 están destinadas para la ganadería bovina, 20 hectáreas para un sistema forestal y 5 hectáreas se tiene como reserva, en donde se mantiene la vegetación nativa de la región. De las 20 hectáreas que está destinada para la ganadería, 10 se encuentran bajo un sistema tradicional de pastoreo rotacional en tres secciones, con praderas establecidas con pasto insurgente (*Urochloa brizantha*) y estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) (sin presencia de árboles en las praderas, solo en el área del bebedero de agua y saladero); en las 10 hectáreas restantes, se tiene un sistema agrosilvopastoril rotacional en dos secciones, en donde se tiene establecido como componente arbóreo árboles de cedro rojo (*Cedrela odorata*) (100 árboles por hectárea), que son utilizados para la obtención de madera así como de semillas para nuevas plantaciones, en el componente arbustivo o banco de proteína se tiene establecida guácima (*Guazuma ulmifolia*) y cocoite (*Gliricidia sepium*) (se tienen como cercas vivas y para forraje), que son aprovechadas por los animales al ramonear sus ramas que se mantienen en porte bajo, y como componente pasto, se tiene establecido el pasto insurgente (*Urochloa Brizantha*) así como otras hierbas nativas de la región, además que se cuenta con un bebedero de agua en cada una de las divisiones.

La UPP Las Lomas cuenta con un hato ganadero de 55 bovinos cruzados entre *Bos taurus* X *Bos indicus*, con un fin zootécnico para la producción de becerros para el abasto y leche para autoconsumo, así como para su venta local. Para el estudio se seleccionaron 30 hembras al azar con una edad promedio de 47.4±8.27 meses, con una condición corporal de 2.8±0.3 (de acuerdo a la escala del 1 al 5) (Houghton *et al.*, 1990); estas hembras fueron divididas en dos grupos: sistema agrosilvopastoril (SASP) (n=15) y sistema tradicional (ST) (n=15).

A cada una de las hembras de los dos grupos (SASP y ST) se les tomó la temperatura vía rectal con un termómetro digital de bolsillo (marca: Lanceta HG) durante 15 días consecutivos en la temporada de primavera y verano (cuando se registran las temperaturas más altas en la región), en un horario establecido de las 12:00 a las 14:00 horas (cuando el sol está en su punto máximo), también con una estación meteorológica portátil de la marca Kestrel® modelo 4000NV se registró durante el mismo periodo (15 días,

primavera-verano y en ambos sistemas) la temperatura ambiental y humedad relativa, para posteriormente obtener el índice de temperatura y humedad (ITH) utilizando la fórmula descrita por Valtorta *et al.* (2000): $ITH = (1.8 \times Ta) + 32 - (0.55 - 0.55 \times Hr / 100) (1.8 \times Ta - 26)$ (donde Ta= temperatura ambiental y Hr= Humedad relativa %). Para el análisis estadístico de los datos obtenidos de esta investigación, se utilizó un ANDEVA univariado para diferencia de medias, empleando el paquete estadístico STATISTICA V. 10.

Resultados y discusión

A cada una de las hembras se les tomo la temperatura rectal por 15 días consecutivos (en primavera y verano) obteniendo los siguientes resultados: para las hembras en el SASP fue de 38.7 ± 0.02 y 38.9 ± 0.02 °C para primavera y verano, para el ST fue de 38.7 ± 0.02 y 38.8 ± 0.02 °C para primavera y verano respectivamente, sin encontrarse diferencias estadísticas entre la temperatura rectal tanto para los tipos de sistemas como para la temporada ($p > 0.05$). La temperatura rectal en bovinos cruzados *Bos Taurus* x *Bos indicus* tiene un rango fisiológico que van de los 38 a 39.5 °C, estando nuestros resultados en el rango fisiológico reportado en otros estudios, tomando la temperatura rectal a bovinos cruzados en zonas tropicales (Dukes y Swenson, 1977; Vallejo *et al.*, 1988; Alzina-López *et al.*, 2001).

En cuanto a la temperatura ambiental registrada en los dos sistemas y en las dos temporadas fueron de: SASP 27.4 ± 0.5 y 28.5 ± 0.5 °C en primavera-verano y ST 33.1 ± 0.5 y 34.6 ± 0.5 °C en primavera-verano, encontrándose diferencias estadísticas entre los sistemas de producción y por temporada, observando menores temperaturas en un SASP (6 °C) tanto para primavera como para verano. Estos resultados concuerdan con otros estudios reportados, en donde se ha demostrado que los SASP reducen la temperatura del aire debido a que se genera un microclima debajo de las copas de los árboles y esta condición es aprovechada por los animales como una herramienta para regular el estrés calórico (Menezes *et al.*, 2002; Schütz *et al.*, 2008; Zúñiga López *et al.*, 2020).

En cuanto a la humedad relativa se obtuvieron los siguientes resultados: para el SASP 68.6 ± 2.8 y 66.9 ± 2.8 % tanto para primavera-verano y para el ST fue de 66.4 ± 2.8 y 71.5 ± 2.8 % para primavera-verano respectivamente. De acuerdo a estos datos observados, no se encontró diferencias estadísticas para la humedad relativa tanto los sistemas de producción (SASP-ST) como en la temporada (primavera-verano). En cuanto al ITH se obtuvieron los siguientes resultados: para el SASP fue de 81.1 ± 0.8 y 83.1 ± 0.8 para primavera y verano y para el ST fue de 91.9 ± 0.8 y 94.4 ± 0.8 para primavera-verano, respectivamente, encontrándose diferencias estadísticas en el ITH tanto para los sistemas de producción como por la temporada; sin embargo, los resultados obtenidos demuestran que, las vacas en el SASP se encontraron en una categoría de estrés calórico moderada (peligro) (valores obtenidos de ITH de 80 a 90) y para el caso del ST, las vacas estuvieron en estrés calórico severo (emergencia) (valores obtenidos de ITH > 90), esto de acuerdo a Valtorta *et al.* (2000) donde describen los valores del ITH así como el grado de confort térmico en que se encuentra los animales en el trópico (Dikmen y Hansen, 2009).

Aunque los resultados de esta investigación demuestran que los SASP son una alternativa para mejorar algunos de las condiciones climáticas, estos pueden funcionar como una alternativa para mejorar las condiciones de bienestar animal de los bovinos, en regiones donde las temperaturas son más altas y afecta

la tanto la producción, salud, reproducción y manejo de los animales, por lo que es importante seguir buscando alternativas que mejoren las condiciones de los animales de producción de los trópicos y buscar una producción más amigable con el medio ambiente.

Conclusiones e implicaciones

La temperatura rectal obtenida de las hembras bovinas en los dos sistemas de producción (SASP y ST) fueron similares al igual que por temporada (primavera-verano).

La temperatura ambiental en ambos sistemas de producción fue diferente, teniendo 6 °C menos en los SASP en las dos temporadas (primavera-verano) que en el ST, mejorando las condiciones climáticas de los bovinos.

La humedad relativa de los dos sistemas de producción fue similar al igual que por temporada.

Los valores obtenidos del ITH fueron diferentes entre los sistemas como en las temporadas, sin embargo, para ambos sistemas las vacas se encuentran en valores de peligro y emergencia, comprometiendo el confort térmico de los animales.

Realizar más estudios sobre las condiciones climáticas de otros sistemas agrosilvopastoriles con mayor densidad de árboles por hectárea.

Medir otras variables como la radiación solar, velocidad del aire, índice de calor, punto de rocío y temperatura corporal y relacionarla con la temperatura rectal.

Reconocimiento

A la Ingeniera Alejandra por la disponibilidad por realizar esta investigación y a los autores por las recomendaciones, observaciones y aportes al presente trabajo.

Bibliografía

- Alzina-López, A., Farfán-Escalante, J. C., Valencia-Heredia, E. R., & Yokoyama-Kano, J. (2001). Condición ambiental y su efecto en la temperatura rectal y frecuencia respiratoria en bovinos cruzados (Bos taurus x Bos indicus) del estado de Yucatán, México. *Revista Biomédica*, 12(2), 112-121.
- Bacab, H. M., Madera, N., Solorio, F. J., Vera, F., & Marrufo, D. (2013). Los sistemas silvopastoriles intensivos con *Leucaena leucocephala*: una opción para la ganadería tropical. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 17(3), 67-81.
- Bautista-Martínez, Y., Haro, J., García, J., Castañeda, F., Vaquera-Huerta, H., Morales, A., & Guzmán, G. (2019). Caracterización económico-productiva del sistema bovino doble propósito en tres regiones tropicales de México. *ITEA, Información Técnica Económica Agraria: revista de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario (AIDA)*, 115(2), 134-148.
- Crespo, G. (2008). Importancia de los sistemas silvopastoriles para mantener y restaurar la fertilidad del suelo en las regiones tropicales. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 42(4), 329-335.
- Dikmen, S., & Hansen, P. J. (2009). Is the temperature-humidity index the best indicator of heat stress in lactating dairy cows in a subtropical environment? *Journal of dairy science*, 92(1), 109-116.
- Dukes, H. H., & Swenson, M. J. (1977). Fisiología de los animales domésticos *Fisiología de los animales domésticos*: Aguilar.
- Figueroa, D., & Galicia, L. (2021). Ganadería bovina con menor costo ambiental: un desafío entre lo personal y lo político. *Sociedad y Ambiente*(24), 1-17.

- Houghton, P., Lemenager, R., Moss, G. E., & Hendrix, K. (1990). Prediction of postpartum beef cow body composition using weight to height ratio and visual body condition score. *Journal of animal science*, 68(5), 1428-1437. doi: <https://doi.org/10.2527/1990.6851428x>
- Martínez, A. G., López, I. E., Jiménez, S. E., Portillo, B. A., Angel, G. Y., & Amor, A. A. R. (2018). Evaluación productiva y económica de un sistema silvopastoril intensivo en bovinos doble propósito en Michoacán, México. *CIENCIA ergo-sum*, 25(3), 8.
- Menezes, R. S. C., Salcedo, I. H., & Elliott, E. T. (2002). Microclimate and nutrient dynamics in a silvopastoral system of semiarid northeastern Brazil. *Agroforestry systems*, 56(1), 27-38.
- Murgueitio, E., Chará, J., Barahona, R., Cuartas, C., & Naranjo, J. (2014). Los sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi), herramienta de mitigación y adaptación al cambio climático. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 17(3), 501-507.
- Salvador, L. I., Arriaga, J. C. M., Estrada, F. J. G., Vicente, M. F., García, M. A., & Albarrán, P. B. (2016). Molasses supplementation for dual-purpose cows during the dry season in subtropical Mexico. *Tropical animal health and production*, 48(3), 643-648. doi: 10.1007/s11250-016-1012-y
- Schütz, K. E., Cox, N. R., & Matthews, L. R. (2008). How important is shade to dairy cattle? Choice between shade or lying following different levels of lying deprivation. *Applied Animal Behaviour Science*, 114(3-4), 307-318.
- Valtorta, E., Escarpati, E., Leva, E., & Gallardo, R. (2000). *Summer environmental effects on milk production and composition in an argentine grazing system*. Paper presented at the Proceedings of the sixth International Symposium on Biometeorology and Urban Climatology at the Turn of the Millennium. WCASP-50, WMO/TD.
- Vallejo, O. O. D. D., López, A., Castellanos, C., & Santos, J. L. (1988). EL GANADO HOLSTEIN EN EL TROPICO HÚMEDO MEXICANO. IV.-EL EFECTO DE LA CARGA CALORICA EN LA TERMOREGULACION Y COMPORTAMIENTO COTIDIANO DE VACAS EN LECHE BAJO DIFERENTE TIPO DE SOMBREADO DURANTE LA EPOCA DE LLUVIAS. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 5(10).
- Zúñiga López, A., Rodríguez Serrano, A. C., Benavides Cruz, J. C., Medrano Galarza, C., & García Castro, F. E. (2020). Indicadores de bienestar animal en vacas lecheras en un sistema silvopastoril del trópico alto colombiano. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 31.

INDICADORES DE SALUD PARA EVALUAR BIENESTAR ANIMAL EN BOVINOS DE ENGORDA EN TRÓPICO HÚMEDO

HEALT INDICATORS TO ASSESS ANIMAL WELFARE IN FATTEINNG CATTLE IN THE HUMID TROPICS

Hernández CBC, Uscanga DJM* Carrasco GAA, Vega MVE, Hernández ZAZ.

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana

INTRODUCCIÓN

La intensificación en los sistemas de producción, las dietas inadecuadas y las condiciones adversas son factores que afectan el bienestar animal y por ende la producción. Debido a estas alteraciones existe un creciente interés por encontrar nuevas alternativas de manejo que permitan mejorar la salud de los animales (Rossner et al., 2021). La ganadería bovina en México representa una de las principales actividades del sector agropecuario y contribuye a las exportaciones de ganado en pie, en 2020 la oferta de carne en canal de bovinos fue de 2 079 362 toneladas a nivel Nacional y 268,282 toneladas para el estado de Veracruz, lo que habla de su importancia (SIAP, 2020). En la actualidad los sistemas de producción intensiva consideran la salud y el bienestar y se encuentran frente al desafío de intensificar los procesos para responder a la demanda mundial de proteínas de origen animal cuidando del bienestar animal durante la etapa de producción primaria (Munilla et al., 2019). El bienestar animal es el modo en que un animal afronta y se adapta, o no, a las condiciones en las que vive y es el estado en el que deben respetarse sus necesidades bajo el control del ser humano (OIE, 2010). Brindar bienestar a los animales es una responsabilidad humana que debe considerar diferentes aspectos como alojamiento adecuado, manejo, nutrición, prevención y tratamiento de enfermedades (Munilla et al., 2019). La engorda intensiva es un método importante de producción de carne para consumo humano y aunado al estudio científico del bienestar animal permiten implementar mejores prácticas de manejo, salud y prevención de enfermedades, por ende, una mejora del Bienestar (Alende, 2011; Muñoz, 2014). En este sentido, el tema de producción y calidad de la carne han tomado relevancia tanto en la investigación como en el sector productivo puesto que la calidad en la carne bovina es un argumento de valor en la ganadería mexicana. (Vilavoa et al, 2009). Desafortunadamente el manejo de los bovinos en los corrales de engorda, no siempre cumple con este aspecto, desarrollando enfermedades debido al estrés de los animales (*Battifora y Adama* 2000). Al respecto, el estrés crónico es aquel que se produce ante situaciones desafiantes que se mantienen en el tiempo y da lugar a una respuesta del animal al intentar contrarrestar el efecto estresor, el que se prolongará mientras perduren las circunstancias que lo producen.

En general las situaciones adversas que se mantienen en el tiempo, obligan al animal a una adaptación constante que tiene costos biológicos que se traducen, sobre todo, en mermas productivas y problemas

sanitarios. La evaluación de indicadores de BA para determinar el estado de una UPA, debe ser una medida rutinaria ya que indican el grado de estrés desarrollado por los animales; un animal estresado disminuye sus defensas inmunitarias y los agentes patógenos tienen más oportunidad de provocar enfermedades (Grandin, 2000, Hernández et al., 2016).

El proyecto europeo “WelfareQuality®” ha desarrollado protocolos científicos y estandarizados para medir el bienestar animal. Los protocolos consideran el BA como área de prioridad y la salud es uno de los principios medibles que se deben respetar para garantizarlo. Las medidas basadas en el animal, tales como condición corporal, estado de enfermedad y grados de lesiones dan una indicación del desempeño/resultado de las características del sistema de producción (WQ® 2009, Hernández, et al., 2019).

OBJETIVO

Evaluar mediante indicadores de salud, el bienestar en bovinos productores de carne aplicando los protocolos de salud WQ® para determinar el grado de Bienestar Animal durante el proceso de engorda.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en 18 corrales donde se evaluaron un promedio de 30 animales por corral, a los cuales se les hicieron 3 observaciones (monitoreos) al inicio, mitad y final de la engorda (120 días promedio), en tres periodos, dentro de una Unidad de Producción Animal (UPA) de la región del Sotavento, Veracruz. El rancho tiene una superficie de 56 Has y se ubica en el Km 76 de la carretera costera del Golfo, en el Municipio de Alvarado, Veracruz. Posee clima cálido-húmedo.

Características de la UPA

La UPA cuenta con un total de 200 corrales de engorda y tiene una capacidad instalada de 25,000 a 30,000 cabezas de ganado, con 3.2 ciclos por año. Los corrales se distribuyen de la siguiente manera: 150 corrales de 20m de frente por 40 de fondo y 150 corrales de 12m de frente por 30m de fondo. Se considera un espacio de 9m² por animal. En cuanto a las instalaciones los comederos cuentan con 22 cm por animal y tienen 20m de largo para cada corral. Además, cuenta con espacios de sombra a través de láminas de 2 a 2.5m por animal. El ganado fue alimentado exclusivamente con alimento comercial que contenía 12% de proteína cruda dos veces al día (5:00 a 7:00 y 11:00 a 13:00 horas).

Aplicación de Protocolos de Salud

Los datos se obtuvieron por medio de observación directa. El número de animales seleccionados fue determinado por las especificaciones del protocolo Welfare Quality®, referentes al tamaño de muestra requerido a partir del tamaño total del hato. Los cuales fueron: Cojeras, Lesiones en piel, Ectoparásitos, Tos, Descarga nasal, Descarga ocular (Welfare Quality®, 2004, Hernández, 2022).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados en relación a la presencia de estornudos mostraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre el inicio (0.44 ± 0.15) y final (0.16 ± 0.96) de la engorda, presentándose una media mayor para el monitoreo medio (0.83 ± 0.21), esto puede deberse al tipo de alimento en grano muy fino y las partículas que se esparcen al ser depositadas en los comederos por los tractores repartidores aunado al polvo producido en ocasiones por vientos fuertes o cambios climáticos repentinos que pueden irritar la mucosa nasal., Cuadro 1.

Cuadro 1. Resultados salud-monitoreo

Salud	Monitoreo 1(inicio) Media $\pm$ ES	Monitoreo 2(medio) Media $\pm$ ES	Monitoreo 3(final) Media $\pm$ ES
Estornudos 1 %	0.4444 ± 0.1571^a	0.83 ± 0.21^{ab}	0.16 ± 0.096^b
Tos 1 %	1 ± 0.23^a	7.33 ± 0.63^b	2.77 ± 0.39^c
Claudicaciones 1 %	4.55 ± 0.50^a	1.77 ± 0.31^b	7.55 ± 0.64^c
Ectoparasitos 1 N	2.11 ± 0.34^a	0.16 ± 0.096^b	0^c

a,b,c Literales diferentes, dentro de columna indican diferencia estadística ($P < 0.05$)

Es común que en la zona donde se realizó el estudio, se presenten los últimos vientos del norte de la temporada y el inicio de la época de suradas cálidas lo que causaría cambios que pueden provocar la presencia de algunas enfermedades de tipo respiratorio. Este resultado concuerda con Edwards (2010), quien menciona que, durante las condiciones secas al aire libre, los corrales de engorda pueden volverse polvorientos y eso puede ser perjudicial para la salud respiratoria provocando irritación nasal. En relación a la variable tos, las diferencias significativas se presentaron en los 3 monitoreos, siendo su media mayor en el monitoreo medio (7.33 ± 0.63^b), debido de igual manera a las condiciones anteriores (alimento y vientos del norte, con presencia de polvo). Estos resultados no concuerdan con Llonch (2011), quien en un estudio realizado utilizando protocolos similares, no encontró ningún animal afectado en relación al sistema respiratorio en todas las UPA ecológicas revisadas debido a que existe un programa de prevención de enfermedades exitoso. Holman et al. (2015) menciona que el tracto nasofaríngeo bovino juega un papel importante en la salud y el bienestar de los animales al actuar como un sitio para el transporte de patógenos que causan enfermedades respiratorias bovinas. Los resultados difieren de Landa, (2012), quien observó en una engorda intensiva que, aunque sí hubo corrales con algunos animales con tos y estornudos, el porcentaje se encontró dentro de lo permitido por que los animales estudiados estaban en bienestar debido al manejo sanitario correcto que tuvieron. Con respecto a la presencia de ectoparásitos, se encontró una media mayor en el monitoreo 1 (2.11 ± 0.34^a) y sin presencia al final (0^c). Al comienzo de la engorda es común que se presente mayor cantidad de ectoparásitos ya que los animales son recibidos de distintos puntos, donde no se asegura un control completo de los mismos. Los resultados concuerdan con Hernández, (2022) quien encontró una media mayor ($M \pm ES$ 9.11 ± 2.57) al inicio de la engorda, debido a

que las garrapatas en la zona es endémica y a pesar de los controles no se han logrado erradicar por completo. Los resultados difieren de lo encontrado por Trujillo, (2016) quien no encontró ectoparásitos debido a un excelente manejo sanitario. Probablemente el cambio de estación es un predisponente a la inmunosupresión de los animales.

Con relación a la presencia de claudicaciones, se encontraron diferencias entre los tres monitoreos, siendo la media mayor en el monitoreo final ($7.55 \pm 0.64^\circ$) probablemente debido al inicio de las lluvias como factor causal con la presencia de resbalones, ablandamiento de la pesuña a causa de la suciedad de los corrales, esto debido a que en esta UPA solo se limpian las instalaciones al final de la engorda, cuando se han retirado ya los animales. Los resultados concuerdan con Corrales quien encontró 3.33% de claudicaciones y se las atribuye a condición del suelo, de los corrales y a la cantidad de estiércol que estos abarcan.

CONCLUSION

En relación con las condiciones de salud, se encontraron diferencias en las variables de ectoparásitos, tos, estornudos y claudicaciones debidas probablemente a las características del alimento y el polvo provocado por vientos del mar y cambios bruscos de temperatura que pueden presentarse. El estrés en algunos casos ocasiona supresión del sistema inmunitario y la presencia de algunas enfermedades.

Las claudicaciones se encontraron aumentadas al final de la engorda, cuando el estiércol se ha acumulado y comienzan las lluvias de verano. Esto pudiera deberse a que los corrales no son aseados durante el proceso de engorda, sino hasta el final de esta.

IMPLICACIONES

Los resultados de este trabajo pueden ayudar a la mejora de procesos productivos en las UPAs para así incrementar la calidad de los productos y las ganancias, aplicando los estándares de BA y salud para llegar a ello.

PALABRAS CLAVE: **Producción Intensiva, WelfareQuality®, Bovinos de carne**

Bibliografía

Rossner M.V. ; Aguilar, N.M.; Koscinczuk, P.: Bienestar animal. *Rev. vet.* 21: 2, 151–156, 2010
Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP).2022. Avance de la producción pecuaria por producto. http://infosiap.siap.gob.mx/repoAvance_siap_gb/pecAvanceProd.jsp
OIE-Organización Mundial de Sanidad Animal, 2010. Código sanitario para los animales terrestres. Volumen 1. On line:<http://www.oie.int/doc/ged/D7599.PDF>

Munilla, M.E., Lado, M., Vittone, J.S., & Romera, S.A.. (2019). Bienestar animal durante el período de engorde de bovinos. *Revista veterinaria*, 30(2), 82-89. <https://dx.doi.org/10.30972/vet.3024138>

Alende M. 2011. *Bienestar Animal y reducción del estrés en el feedlot*.

https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-bienestar_animal_y_manejo_racional.

Muñoz-M R. Bienestar animal: un reto en la producción pecuaria. *Spei Domus*. 2014;10(20):31-40. doi: <http://dx.doi.org/10.16925/sp.v10i20.884>

Rossner M.V. ; Aguilar, N.M.; Koscinczuk, P.: Bienestar animal. *Rev. vet.* 21: 2, 151–156, 2010

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP).2022. Avance de la producción pecuaria por producto. http://infosiap.siap.gob.mx/repoAvance_siap_gb/pecAvanceProd.jsp

OIE-Organización Mundial de Sanidad Animal, 2010. Código sanitario para los animales terrestres. Volumen 1. On line:<http://www.oie.int/doc/ged/D7599.PDF>

Munilla, M.E., Lado, M., Vittone, J.S., & Romera, S.A.. (2019). Bienestar animal durante el período de engorde de bovinos. *Revista veterinaria*, 30(2), 82-89. <https://dx.doi.org/10.30972/vet.3024138>

Alende M. 2011. *Bienestar Animal y reducción del estrés en el feedlot*.

https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-bienestar_animal_y_manejo_racional.

Muñoz-M R. Bienestar animal: un reto en la producción pecuaria. *Spei Domus*. 2014;10(20):31-40. doi: <http://dx.doi.org/10.16925/sp.v10i20.884>

Vilaboa-Arroniz, J.; Díaz-Rivera, P.; Platas-Rosado, D.; Ruiz-Rosado, O.; González-Muñoz, S.; Juárez-Lagunes, F. (2009). Estructura de comercialización de bovinos destinados al abasto de carne en la región del Papaloapan, Veracruz, México. *Economía, Sociedad y Territorio*, Vol. IX, Núm. 31, septiembre-diciembre, 2009, pp.831-854El Colegio Mexiquense, A.C.México.

Battifora, L. y Adama, J. (2000). Análisis descriptivo del manejo del ganado bovino de carne desde su embarque en distintas provincias del Perú hasta su llegada y posterior proceso en centros de beneficio en Lima. **Estudio Auspiciado por la FAO y Humane Society Internacional con la coordinación de amigos de los animales.** http://www.hsi.org/assets/pdfs/manejo_ganado_peru.pdf Consultado: 10/07/2015

Grandin, T. (2000). Principios de Comportamiento Animal para el Manejo de Bovinos y Otros Herbívoros en Condiciones Extensivas. <http://www.grandin.com/spanish/principios.comportamiento.html>

Hernández C, B.C., Carrasco García, A. A., López de Buen, L., Ahuja Aguirre, C., Castillo Tlapa. R., Montiel Palacios, F., Canseco Sedano, R. 2016. Indicadores de salud para evaluar bienestar animal en Bovinos de engorda en trópico húmedo. Memoria de la XXIX Reunión Científica y Tecnológica, Forestal y Agropecuaria Veracruz 2016.

WQ®. (2009). Welfare Quality® assessment protocol for cattle. **Welfare Quality® Consortium, Lelystad, Netherlands. p. 14-32.**

Hernández, C. B. C., Carrasco. G. A. A., López de Buen, L., Ahuja Aguirre, C., Montiel Palacios, F., & Galindo Maldonado, F. (2019). Manual para la evaluación del bienestar de bovinos en engordas intensivas en el trópico húmedo en la zona de Veracruz.

Hernández, Z. A. (2022). Indicadores de salud y conductuales y efecto del cortisol previo a la matanza sobre la calidad de la carne de bovino. Tesis para obtener el título de Médico Veterinario Zootecnista. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Veracruzana.

Edwards, T. A. 2010. Control methods for bovine respiratory disease for feedlot cattle. Vet Clin North Am Food Anim Pract. 26(2):273-284.

Llonch, O. P. 2011. Evaluación del bienestar animal en granjas ecológicas de ganado vacuno mediante el protocolo Welfare Quality®. Proyecto final del máster en Agricultura Ecológica. Universidad de Barcelona.

Holman, D. B., E. Timsit, and T. W. Alexandera. 2015. The nasopharyngeal microbiota of feedlot cattle. Sci Rep. 5:1-9.

Landa, G. A. 2016. Evaluacion del bienestar animal en bovinos de carne en una unidad de produccion en la zona centro del estado de Veracruz. Tesis para obtener el título de Médico Veterinario Zootecnista. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Veracruzana.

Trujillo, R. J. D. (2016). Evaluación del Bienestar Animal Mediante Protocolos Welfare Quality en una Unidad de Producción de Bovinos de Carne en el Trópico Húmedo. Tesis para obtener el título de Médico Veterinario Zootecnista. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Veracruzana.

Gómez, C.M.F. (2016). Evaluación del bienestar animal mediante indicadores de conducta, de salud y fisiológicos en una engorda intensiva de bovinos en el trópico veracruzano. Tesis para obtener el título de Médico Veterinario Zootecnista. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Veracruzana.

CORRELACIONES ENTRE TEMPERATURA, pH Y CORTISOL SOBRE LA CALIDAD DE LA CANAL Y CARNE DE BOVINO

CORRELATIONS BETWEEN TEMPERATURE, PH AND CORTISOL ON THE QUALITY OF CANALS AND BEEF

Hernández ZAZ^{1*}, Hernández CBC¹, Carrasco GAA¹, Vega-Murillo VE¹, Ahuja AC¹.

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana¹.

INTRODUCCIÓN.

La carne de acuerdo con la NOM-009-ZOO-1994 se define como la estructura integrada por fibras musculares de tipo estriado, que suele acompañarse de tejido conjuntivo elástico, grasa, fibras nerviosas, vasos linfáticos e irrigación sanguínea, misma que debe proceder de animales previamente autorizados para el consumo humano, los cuales deben ser animales sanos sacrificados en condiciones higiénicas (León Banda, 2013). Existen una serie de cambios a los que deben someterse los músculos para ser transformados en carne, estos cambios se dividen en 3 tiempos, el primero pre-rigor (cuando el músculo aún se observa excitable), rigor (momento en el que se presenta una contracción muscular) y por último el tiempo post-rigor (momento en el que se hace presente una desorganización muscular) (Ortega Torres & Ariza Botero, 2012). Al morir el animal cesa completamente el aporte de oxígeno y nutrientes, exigiendo al organismo realizar metabolismo anaeróbico para poder hacer uso del glucógeno acumulado, de modo que se reduzca el ATP y se incrementen los niveles de ácido láctico en la musculatura, esto a su vez promueve la disminución en el pH de los músculos, al mismo tiempo se realiza una desnaturalización de proteínas las que merman su capacidad de retención de agua, de modo que la carne toma una apariencia exudativa (Juárez Culebro, 2009). La proteína de bovino forma parte importante de la dieta de la humanidad, esto gracias al gran aporte de nutrientes que se obtiene al consumirla, motivo por el cual actualmente se busca producirla en mayores cantidades de manera inocua y segura, con mínimas extensiones de terreno procurando no afectar el bienestar de los individuos, para lo cual se requiere realizar algunas modificaciones a las prácticas de producción pecuarias (Hernández, 2013). La tenencia de animales forma parte importante de las cadenas de producción de alimentos, de modo que se involucran aspectos sociales, culturales, morales y económicos, cuando se presentan mermas en las características que proporcionan calidad a la carne se obtendrá un impacto más integral y no solamente económico (Hernández Zorrilla, 2022)

Otro punto importante para considerar es el estrés al que son sometidos los animales en los momentos previos al sacrificio, como carga, transporte, descarga y estancia en corrales pre-sacrificio (donde se mezclan animales de distintos corrales, y sitios) teniendo como consecuencia pérdida de peso, golpes, mermas en calidad, motivo por el cual, en esta etapa es importante la reducción de estrés, lo que permite aumentar la productividad y mantener la calidad de las canales (León Banda, 2013). Para medir estrés un buen indicador es la hormona cortisol, glucocorticoide de mayor importancia producido por la corteza adrenal. El ganado que sufre estrés tiene menor ganancia de peso, la carne que se obtiene de estos animales tiene a ser más oscura (Grandin, 1998). Si el proceso de sacrificio de los animales se realiza de acuerdo con las normas de bienestar animal (BA) es posible reducir los niveles de cortisol y a su vez mejorar las peculiaridades de calidad de las canales.

Calidad resulta un término difícil de definir, pues una de las definiciones que se le otorgan es la capacidad de un producto o servicio para satisfacer las expectativas de los consumidores, esto sin importar el nivel de producción en el que se encuentren (Juárez Culebro, 2009). Algunas de las características que otorgan calidad a la carne son las nutritivas, organolépticas higiénico-sanitarias y tecnológicas, mismas que

presentan una estrecha relación con el estado del animal antes del sacrificio y el trato que se le provea a la canal, la importancia de que la carne cuente estrictamente con ciertas características va a depender del destino que está tenga (Juárez Culebro, 2009).

OBJETIVOS

Evaluar el impacto que tiene la temperatura, el pH y el cortisol previo a la matanza sobre las características que otorgan calidad a la canal y la carne de bovino, para identificar la presencia de carnes tipo pálida, Suabe y Exudativa (PSE) y Oscura, Firme y Seca (OFS).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el presente estudio se realizaron 3 monitoreos en los meses de abril, junio y agosto. Previo a la matanza fue recolectada la primera de las muestras, la cual consistió en obtener una muestra de heces en los corrales de descanso, de la cual se adquirieron los valores de cortisol, posteriormente, las muestras para evaluar las características de la canal fueron tomadas 24 horas posteriores al sacrificio dentro de la cámara fría del rastro Tipo Inspección Federal (TIF) No. 353, donde se tomaron muestras de pH, temperatura y grasa dorsal de la 13^a costilla de 180 canales de bovino, de los músculos *Longissimus dorsi*, las que permanecieron refrigeradas desde el final del proceso de matanza, posteriormente se obtuvo una muestra de aproximadamente una pulgada de grosor de la misma localización para ser trasladada al Laboratorio de Fisiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Veracruzana en donde se analizaron las variables de pérdida de agua por goteo (PAG), color y resistencia al corte (RC). La valoración del pH se realizó con un potenciómetro de inserción modelo H199163, el cual se calibró antes de realizar las evaluaciones, el método para el cual se requiere la inserción de la cuchilla del medidor en la localización antes mencionada, por un tiempo de 60 a 90 segundos, realizando una limpieza con solución salina fisiológica entre cada canal analizada. El análisis de la grasa dorsal se realizó con un vernier de 6" de capacidad PRETUL el cual midió la grasa encontrada en el dorso de media canal. Posteriormente de las muestras obtenidas en el rastro dentro del laboratorio se realizaron las pruebas para la PAG, estudio para el cual realizaron cortes de 5g que inmediatamente después fueron colocados sobre una rejilla de plástico y se introdujeron dentro de un vaso de plástico el cual fue cubierto con papel film, llevándolo a refrigeración durante 24 horas a 4°C y posteriormente las muestras fueron pesadas nuevamente para conocer la cantidad de la merma por PAG. Consecutivamente, para determinar el color de las muestras se realizó un análisis colocando la muestra en cajas de Petri, para este procedimiento se utilizó un espectrómetro Miniscan MSEZ-4500L con geometría 45/0 realizando 3 lecturas a cada muestra y a continuación los valores se determinaron con los promedios de los resultados obtenidos. Finalmente, para la textura se utilizó un sacabocado con la intención de obtener 3 cortes, cada uno de ellos midió 2.5 cm de diámetro y longitud, colocando cada uno sobre la cuchilla del texturómetro el cual es controlado por un software de manera automática, el cual ejecuta un proceso similar al de una muela al realizar una mordida.

Para el análisis estadístico se realizó una correlación de Pearson con PROC CORR de SAS (SAS 2013), para estimar las asociaciones fenotípicas entre las variables en estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al realizar un análisis de correlación de las variables se encontraron correlaciones positivas y negativas, ambas de medias a bajas, la variable de temperatura presento correlaciones negativas de -0.27 con luminosidad, lo que concuerda con (Barragán et al., 2021), ya que las altas temperaturas se encuentran relacionadas con las disminuciones rápidas de pH lo que favorece la presencia de carnes con mayor luminosidad, mientras que con la variable peso de la canal fue de -0.24, lo que concuerda con lo descrito por (Torrescano et al., 2010) quien atribuye a canales más pesadas, mayor cantidad de grasa y marmoleo. Al relacionarlo la temperatura con el Chroma, presento una correlación de -0.37 esto pudiera encontrarse relacionado con los resultados encontrados por (Alarcon Rojo et al., 2008). quien menciona que la reducción de temperatura influye pues cuando se reduce la temperatura mediante los baños pre-mortem mejoran las variables de pH, luminosidad y la PAG, esto en canales de cerdos, pero difiere de lo mencionado por (Asenjo & Ciria, 1998), quien menciona que, a mayor tiempo de enfriamiento, la coloración será más clara.

Para la variable de pH la correlación con luminosidad fue negativa con un -0.35, debido probablemente al efecto del pH y su relación con la presencia de estrés (Santini nd.) menciona que esta característica es de las que más presentan correlación, a niveles menores de pH se generan carnes más brillantes tal y como lo menciona (Asenjo & Ciria, 1998), quien menciona que cuando el pH es bajo el agua no presenta fuertes enlaces con las proteínas encontradas en el musculo, de modo que la luz no se pueda absorber proporcionando una coloración más clara. Por otro lado, la correlación entre pH y Ángulo Hue fue de -0.17 probablemente debido a... lo que difiere de lo encontrado por (Ramírez Sánchez, 2020) quien reporta que no se encuentra una correlación entre pH y las variables de color Hue y Chroma.

Finalmente, el cortisol previo al sacrificio presenta correlación positiva de 0.31 con la luminosidad y 0.27 al relacionarla con Chroma (saturación), lo que difiere de lo encontrado por (León Banda, 2013) quien reporta haber encontrado que los niveles de cortisol se relacionaron a valores de Luminosidad, Hue y Chroma que proponen carnes Oscura, Firme y Seca (OFS), lo que atribuye a un mal manejo previo al sacrificio, un periodo ineficiente de descanso.

Cuadro 1. Correlación de temperatura, pH y cortisol con variables de calidad de canal y carne de bovino

	Temperatura °C	pH	Luminosidad	RC	% PAG	Peso de la canal kg	Grosor de la chuleta cm	Cortisol en rastros	Ángulo Hue	Chroma (Saturación)
Temperatura °C	---	-0.04	-0.27*	0.02	-0.11	-0.24*	0.08	0.00	0.01	-0.37*
pH	-0.04	---	-0.35*	0.05	-0.12	-0.14	-0.10	-0.05	-0.17*	-0.02
Cortisol en rastros	0.00	-0.05	0.31*	-0.12	0.08	0.16	0.07	---	0.11	0.27*

P<0.05

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

El manejo que se le debe dar a las canales en momentos previos y posteriores al sacrificio suele ser un determinante para que las canales y la carne conserven una buena calidad.

Mejorando el manejo que se da a los animales previo a la matanza podemos mejorar características de la carne, de modo que sea más elegible para los consumidores.

Los cambios bruscos de temperatura en las canales presentan relación importante con la merma de peso de las canales y calidad de la carne.

El sacrificio de animales bajo estándares de bienestar nos permite mejorar la apariencia de los cortes de carne.

BIBLIOGRAFÍA

- Alarcon Rojo, A. D., Gamboa Alvarado, J. G., & Janacua Vidales, H. (2008). Factores que afectan la calidad de la carne de cerdo. *Nacameh*, 2, 63–77.
- Asenjo, M., & Ciria, J. C. (1998). Calidad de la carne de vacuno. *Mundo Ganadero*, 40–43.
- Barragán Hernández, Wilson Andrés, Mahecha Ledesma, L., Olivera Angel, M., & Angulo Arizala, J. (2021). *Calidad composicional y sensorial de la carne bovina y su determinación mediante infrarrojo cercano*. 32(3), 1000–1018. <https://doi.org/10.15517/am.v32i3.40607>
- Grandin, T. (1998). *LA REDUCCION DEL ESTRÉS DEL MANEJO MEJORA LA PRODUCTIVIDAD Y EL BIENESTAR ANIMAL*. <http://www.grandin.com/spanish/reduccion.estres.manejo.html>
- Hernández, B. (2013). Indicadores regionales de salud, conductuales, productivos y de estrés en bovinos productores de carne en unidades de producción intensiva en trópico húmedo. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 11(1), 2071–2079.
- Hernández Zorrilla, A. Z. (2022). *INDICADORES DE SALUD Y CONDUCTUALES Y EFECTO DEL CORTISOL PREVIO A LA MATANZA SOBRE LA CALIDAD DE LA CARNE DE BOVINO*.
- Juárez Culebro, O. P. (2009). *Análisis de algunos factores pre sacrificio, durante el sacrificio y post sacrificio que afectan el pH de canales de novillos para abasto*. Universidad Veracruzana.
- León Banda, G. G. (2013). *EFFECTO DEL ESTRÉS AL SACRIFICIO DE BOVINOS EN LAS PÉRDIDAS ECONÓMICAS POR LESIONES Y LA CALIDAD DE LA CARNE*.
- Ortega Torres, J., & Ariza Botero, M. F. (2012). El mecanismo de muerte celular programada y su importancia en el proceso de maduración de la carne bovina. *Revista de Medicina Veterinaria*, 23, 83. <https://doi.org/10.19052/mv.77>
- Ramírez Sánchez, M. L. (2020). *Evaluación de Indicadores de Bienestar Animal y su Relación con la Calidad de la Carne en el Rastro Tipo Inspección Federal* 672. <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/46427/QuirozCortesMCarmen.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- SAS. Statistical Analysis System. SAS User's guide. SAS/STAT R, Version 9.3. Cary, NC, USA; SAS Institute Inc., 2013
- Torrescano, G. R., Sánchez, A., Gustavo, M., & Palma, V. (2010). *Caracterización de canales y de carne de bovino de animales engordados en la zona centro de Sonora Characterization of bovine carcasses and meat from animals fattened in Central Sonora*. 1(2), 157–168.

MEJORAMIENTO GENETICO

DIVERSIDAD GENÉTICA DE SNPs ASOCIADOS A GENES CANDIDATOS PARA TOLERANCIA AL ESTRES CALORICO EN GANADO CRIOLLO DE NAYARIT Y BAJA CALIFORNIA SUR.

GENETIC DIVERSITY OF SNPs ASSOCIATED WITH CANDIDATE GENES FOR HEAT STRESS TOLERANCE IN NAYARIT AND BAJA CALIFORNIA SUR CATTLE.

Hernández-Alcántara F¹, Mansur-Dominguez JA^{1*}, Montaña-Bermúdez M², Ríos-Utrera A², Martínez-Velázquez G², Gudiño-Escandón RS¹ y Vega-Murillo VE¹.

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

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

vvega@uv.mx

INTRODUCCION

El ganado criollo mexicano es un gran recurso genético por su rusticidad y capacidad de reproducción en condiciones con escasa disponibilidad de alimento y difíciles condiciones climáticas.

El estrés térmico provoca una serie de respuestas complejas que son esenciales para preservar la supervivencia de las células. En los mamíferos la exposición a la hipotermia o la hipertermia se ha relacionado con alteraciones morfológicas y fisiológicas. Los efectos adversos de dicho fenómeno están ligados a características reproductivas, consumo de alimento, ganancia de peso y producción de leche. En la actualidad, las razas criollas de bovinos que se preservan son de Baja California Sur, localizada en las Costas de Sonora, Sinaloa y en la Península de Baja California; de Chihuahua o de Rodeo en el norte del país; del Golfo en los llanos de la Costa de Veracruz; de la Sierra Madre Occidental en los estados de Durango, Jalisco, Nayarit y Zacatecas; de la Mixteca o Poblana en Oaxaca, Guerrero y Puebla; de Chiapas en las sierras del estado del mismo nombre y de Nunkiní en la Península de Yucatán

MATERIALES Y MÉTODOS.

Se utilizaron muestras de sangre de 118 bovinos criollos provenientes de los estados de Baja California Sur (70) en 6 localidades y Nayarit (48) en 3 localidades. El número de animales por estado, localidad y sexo se presentan en el Cuadro 1. Las muestras sanguíneas se tomaron de la vena coccígea a nivel del espacio entre la sexta y séptima vertebra, posteriormente se colocarán gotas de sangre en tarjetas FTA Elute adquiridas de la compañía Neogen®. Las muestras se enviaron a temperatura ambiente al laboratorio de GENESEEK en Lincoln, Nebraska, para extracción de ADN y obtención de genotipos.

Genotipado. La identificación de los marcadores moleculares (SNP) se realizó mediante el panel Bovine HD Genotyping Beadchip que contiene 777,962 SNP (Geneseek® genomic profiler bovine™ 777K) utilizando la plataforma de tipificación de genotipos de Illumina.

Marcadores asociados a genes candidatos. Se utilizaron 34 polimorfismos de nucleótido único (SNP) que han sido identificados por análisis de asociación de genoma completo (GWAS) que se asociaron con las respuestas de diversos fenotipos al estrés térmico en ganado térmico en Holstein y Jersey (Hayes *et al.* 2009) y a la temperatura rectal durante el estrés térmico en Holstein (Dikmen *et al.* 2013) y Girolando (Otto *et al.* 2019). Para estos marcadores encontrados en la literatura se calcularon frecuencias alélicas y genotípicas.

CUADRO 1. NÚMERO DE ANIMALES POR ESTADO, LOCALIDAD Y SEXO.

Estado	Localidad	H	M	Total
Nayarit	C.E. El Verdineño	13	2	15
	Rancho Jazmines	16	-	16
	Rancho El Encino	17	-	17
	Sub Total	46	2	48
Baja California Sur	INIFAP	21	3	24
	La Paz	10	-	10
	Miraflores	4	-	4
	Mulege	21	-	21
	Todos Santos	11	-	11
	Sub Total	67	3	70
Total		113	5	118

Control de calidad.

El control de calidad en las muestras genotipadas con el HD-777K utilizando se realizaron con el software PLINK v1.07 (Purcell *et al.*, 2007). Las pruebas de control de calidad fueron las siguientes: Frecuencia del alelo menor (MAF): es la frecuencia del alelo menos común en un determinado locus dentro de la población. Tasa de llamado (Call Rate). es la proporción o el porcentaje de muestras en las que se puede realizar una llamada de genotipo segura. Equilibrio de Hardy-Weinberg (HWE). Se utilizará para detectar y eliminar marcadores cuya segregación no se ajusten de forma significativa.

Los marcadores SNP con una tasa de llamado <90%, una frecuencia alélica menor (MAF) <0,02 y un valor P para la prueba de equilibrio de Hardy-Weinberg <10⁻⁶ se descartaron. Sólo se utilizaron SNP autosómicos.

Análisis.

La estimación de las frecuencias alélicas y genotípicas, la heterocigocidad observada (Ho), esperada (He) y la desviación del equilibrio Hardy Weinberg (EHW) de los marcadores en toda la población calcularán directamente en los genotipos observados de los animales genotipados. La prueba de equilibrio Hardy Weinberg (HWE) se realiza rutinariamente en cada SNP porque una genotipificación de mala calidad puede hacer que los heterocigotos sean denominados homocigotos, generando más homocigotos de lo esperado. Para probar la diferencia entre poblaciones (Nayarit y Baja California Sur) y entre municipios dentro de cada una de las poblaciones se calculó el Índice de Fijación de Wright (F_{ST}) utilizando el método de Weir y Cockerham (1984). El F_{ST} de Wright se basa en la maximización de las diferencias de frecuencias alélicas entre poblaciones a través del componente de varianza y es una medida de la diferenciación de la población debido a la estructura genética. Los valores de F_{ST} pueden oscilar entre 0 y 1. Un F_{ST} alto implica un grado considerable de diferenciación entre poblaciones. Todos los análisis se realizaron mediante el software PLINK v1.07 (Purcell *et al.*, 2007).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Del total de animales y marcadores, 33 marcadores y 114 animales pasaron el control de calidad (67 criollos de Baja California Sur y 47 Criollos Coreños). Todos los SNP evaluados fueron

polimórficos. Las frecuencias del alelo mayor de polimorfismos de nucleótido único (SNP) asociados a estrés calórico en las poblaciones de bovinos criollos estudiadas se presentan en Figura 1. El marcador ARS-BFGL-NGS-89847 tuvo la mayor frecuencia alélica en ambas poblaciones, 0.87 y 0.96 para el alelo G en el ganado Criollo de Baja California Sur y el Coreño de Nayarit, respectivamente. Únicamente cinco marcadores tuvieron frecuencias alélicas mayores a 0.80 en ambas poblaciones (ARS-BFGL-NGS-89847, ARS-BFGL-NGS-23064, Hapmap58887-rs29013502, ARS-BFGL-NGS-458 y ARS-BFGL-BAC-38208).

Para el Índice de fijación de Wright, del total de marcadores, 33 tuvieron valores de F_{ST} válidos con valores mínimo, máximo y promedio de 0.00, 0.11 y 0.02 respectivamente. Los valores de F_{ST} para cada uno de los marcadores fueron en general bajos lo que implica poca diferenciación entre ambas poblaciones, para cada uno de los marcadores estudiados. Los marcadores con mayor diferenciación entre poblaciones ($F_{ST} > .10$) fueron ARS-BFGL-NGS-16848, BTB-01485274 y ARS-BFGL-NGS-10307. Esta falta de diferenciación entre poblaciones podría deberse a poca diversidad genética entre las poblaciones.

Cinco de los marcadores fueron significativos para EHW, todos ellos en la población de Criollo de baja California Sur (ARS-BFGL-NGS-10307, BTB-01485274, ARS-BFGL-NGS-29516, ARS-BFGL-NGS-100006 y ARS-BFGL-NGS-78729).

En la mayoría de los marcadores en ambas poblaciones los valores de H_o y H_e fueron similares, por lo tanto, la EHW fue no significativa ($p > .05$). En cinco de los marcadores (ARS-BFGL-NGS-10307, BTB-01485274, ARS-BFGL-NGS-29516, ARS-BFGL-NGS-100006 y ARS-BFGL-NGS-78729), de la población de ganado criollo de Baja California Sur, los valores de H_o y H_e fueron diferentes ($p < 0.05$).

La H_o en la población de criollo de Baja California Sur estuvo en el rango de 0.19 a 0.63, los marcadores que presentaron H_o mayores a 0.45 fueron: ARS-BFGL-NGS-100006, ARS-BFGL-NGS-29516, ARS-BFGL-NGS-71584, Hapmap47403-BTA-76048, BTB-01267080, ARS-BFGL-NGS-16848, ARS-BFGL-NGS-30169 y BTA-27496-no-rs.

Para la población de Criollo de Baja California Sur las frecuencias alélicas máximas, mínimas y promedio para el alelo mayor (p) entre los marcadores estudiados fue de 1.00, 0.35 y 0.72, respectivamente. La heterocigosis promedio fue de 0.50, la frecuencia de los marcadores ARS-BFGL-NGS-10248, ARS-BFGL-NGS-78729, ARS-BFGL-NGS-35716, Hapmap58887-rs29013502 y ARS-BFGL-NGS-16848 fue de 1.00 en los animales del Municipio de Miraflores. El coeficiente de fijación de Wright promedio de esta población fue de 0.5 con un mínimo de 0.00 y máximo de 0.20. Los marcadores donde se encontró más diferenciación fueron: ARS-BFGL-NGS-78729, ARS-BFGL-NGS-10248, BTA-41874-no-rs y BTB-01267042 con valores de F_{ST} de 0.20, 0.18, 0.13 y 0.13, respectivamente.

Para la población de Criollo Coreño de Nayarit, las frecuencias alélicas máximas, mínimas y promedio para el alelo mayor (p) entre los marcadores estudiados fue de 1.00, 0.34 y 0.74, respectivamente. La frecuencia de los marcadores Hapmap39941-BTA-70878, ARS-BFGL-NGS-89847, ARS-BFGL-NGS-139 y ARS-BFGL-NGS-23064 fue de 1.00 en los animales del Municipio de El Encino. El coeficiente de fijación de Wright promedio de esta población fue de 0.4 con un mínimo de 0.00 y máximo de 0.19. Los marcadores donde se encontró más diferenciación fueron ARS-BFGL-NGS-71584, ARS-BFGL-NGS-41140 y BTA-27496-no-rs con valores de F_{ST} de 0.14, 0.14 y 0.19, respectivamente.

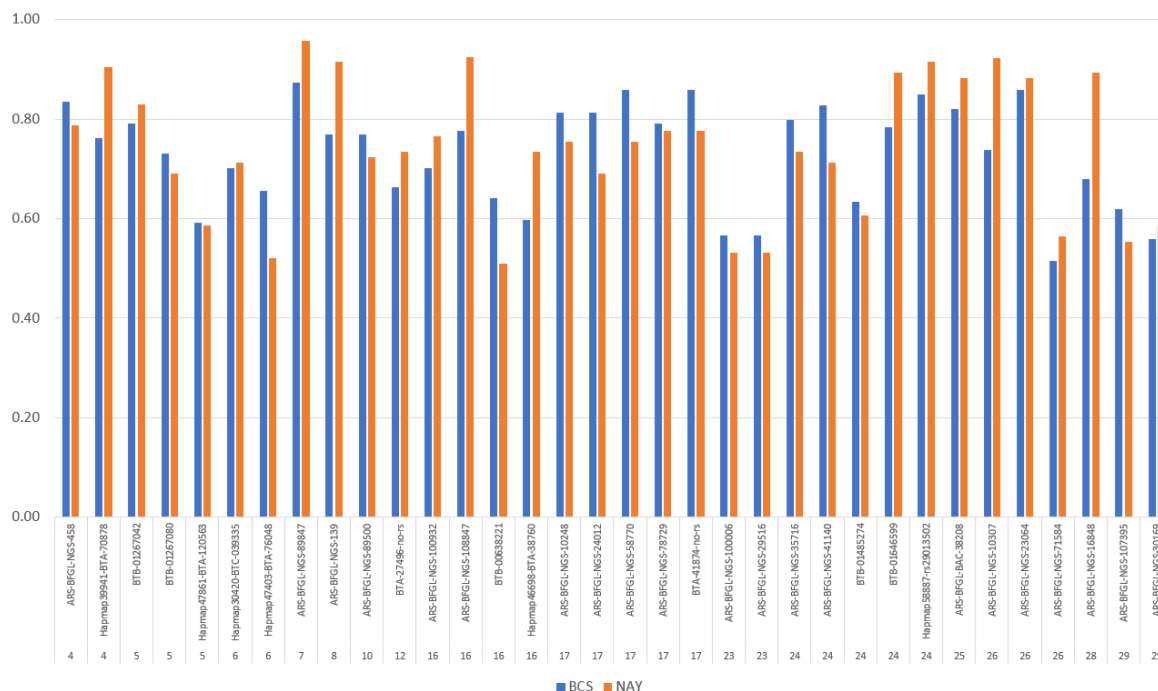


Figura 1. Frecuencia del alelo mayor en dos poblaciones de ganado criollo

CONCLUSIONES.

Las poblaciones de ganado criollo Coreño de Nayarit y Chinampo de Baja California Sur presentan frecuencias altas de algunos marcadores de interés asociados con el estrés calórico. Hay poca diversidad genética para la mayoría de los marcadores entre poblaciones s de acuerdo con el índice de fijación de Fisher.

El estudio realizado permite conocer la estructura genética para marcadores de tipo SNP que previamente han sido asociados a termorregulación en bovinos. Hay variabilidad genética dentro de las poblaciones de ganado Criollo Coreño de Nayarit y el Chinampo de Baja California Sur para los marcadores estudiados.

BIBLIOGRAFÍA.

- Dikmen S., Cole J.B., Null D.J., Hansen P.J. (2013) *Genome-wide association mapping for identification of quantitative trait loci for rectal temperature during heats tress in Holstein cattle*. PLoS One,8, e69202.
- Hayes BJ, Bowman PJ, Chamberlain AJ, Savin K, van Tassell CP, et al. (2009) *A Validated Genome Wide Association Study to Breed Cattle Adapted to an Environment Altered by Climate Change*. PLoS ONE 4(8): e6676. doi:10.1371/journal.pone.0006676.
- Otto, P., Guimarães, S., Verardo, L., Azevedo, A., Vandenplas, J., Sevillano, C., Marques, D., Pires, M., Freitas, C., Verneque, R., Fonseca, M., Panetto, J. Carvalho, W., Gobo, D., GB da Silva, M., Machado, M. (2019). *Genome-wide association studies for heat stress response in Bos taurus × Bos indicus crossbred cattle*. Journal of Dairy Science, Volume 102, Issue 9, Pages 8148-8158, ISSN 0022-0302, <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15305>.
- Purcell S., Neale B., Todd-Brown K., Thomas L., Ferreira MAR., Bender D., Maller J., Sklar P., de Bakker PW., Daly M. and Sham PC. (2007). *PLINK: A Tool Set for Whole-Genome*

Association and Population-Based Linkage Analyses. The American Journal of Human Genetics. 81:3. 559-575.

Weir, B., and Cockerham, C. (1984). *Estimating f-statistics for the analysis of population structure*. Department of Statistics, North Carolina State University, Raleigh, Evolution, 38(6), pp. 1358-1370 .NC 27695-8203.

EXPRESIÓN DE GENES DE CHOQUE TÉRMICO EN BOVINOS DE DOBLE PROPÓSITO EXPUESTOS A ESTRÉS CALÓRICO

HEAT SHOCK GEN EXPRESSION IN DOUBLE PURPOSE CATTLE EXPOSED TO HEAT STRESS

Torres-Heredia A*¹, Barradas-Piña FT², Zarate Martínez JP², Montero-Lagunes M², Valdovinos Terán M², Guzmán-Rodríguez LF³, Martínez-Velázquez G⁴, Ríos-Utrera A², Montaña-Bermúdez M⁵ y Vega-Murillo VE.¹

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana. ²Campo experimental La Posta, INIFAP. ³Centro Nacional de Recursos Zoogenéticos, ⁴Campo experimental El Verdineño, INIFAP, ⁵Centro Nacional de Investigación en Fisiología y Mejoramiento Genético, INIFAP

vvega@uv.mx

INTRODUCCIÓN

El cambio climático impacta nuestros ecosistemas llevando a los seres vivos a sobrevivir en condiciones cada vez más extremas. El incremento de la temperatura ambiental continúa su curso a pesar de las diferentes medidas que se han tomado para mitigar este problema, el cual afecta al sector ganadero, disminuyendo los índices productivos y reproductivos. La respuesta animal a este evento es intentar una aclimatación exitosa para evitar los estragos que el estrés calórico provoca en el organismo. Se han estado utilizando las proteínas de choque térmico (*hsp*, por sus siglas en inglés) como un indicador de adaptabilidad de los bovinos al estrés calórico, se ha demostrado que la expresión del gen *hsp70* está asociada con el desarrollo de la tolerancia a una variedad de tipos de estrés.

Con base en lo anterior, se realizó un estudio en el que se planteó que podrían existir diferencias en la expresión de los genes *hsp* en relación con la hora de la toma de muestra, el grupo racial, el porcentaje de genes *Bos taurus* y el estado fisiológico de vacas de doble propósito en clima tropical por lo que es necesario estimar los niveles de expresión de los genes *hsp60*, *hsp70* y *hsp90* en bovinos cruzados en un sistema de doble propósito del trópico mexicano.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se tomaron muestras de sangre de 33 hembras bovinas cruzadas Holstein x Cebú y Suizo Pardo x Cebú, en lactación y horras, pertenecientes a un hato de doble propósito del campo experimental La Posta del INIFAP. Se obtuvieron la temperatura ambiental (T) y la humedad relativa (HR) a través de una estación climatológica y con estos valores se determinó el índice de temperatura-humedad relativa (ITH) para tenerlo como referencia, ya que con un índice de 72 e incluso a veces menor los bovinos comienzan a presentar estrés calórico. El estudio se llevó a cabo en el mes de agosto, cuando la temperatura es más alta. Las muestras se colectaron en dos diferentes periodos del día, en la mañana, de 07:00 a 09:00 horas, y en la tarde, de 13:00 a 15:00 horas.

Se colectaron 5 ml de sangre de la vena coxígea en tubos con EDTA y se mantuvieron en cadena fría hasta su arribo al laboratorio. El mRNA se obtuvo mediante el método comercial SV Total

RNA Isolation System de la marca Promega. El análisis de la expresión se llevó a cabo en los genes *hsp60*, *hsp70* y *hsp90*, para lo que se utilizó el gen endógeno β -actina como gen constitutivo de referencia. Los genes se amplificaron por qPCR dúplex en un equipo StepOnePlus™ Real-Time System con iniciadores y sondas marcadas con fluorescencia. Las sondas de los genes *hsp* se marcaron con el fluoróforo FAM y el gen β -actina con el fluoróforo HEX. El silenciador empleado en todas las sondas fue TAMRA.

La mezcla de reacción se realizó en un volumen final de 15 μ L, con 1X de TaqMan® Fast Advanced Master Mix de la marca Thermo Fisher Scientific™, 400 nM de los iniciadores sentido y antisentido, 200 nM de sonda marcada y 200 ng de DNA. La expresión de los genes *hsp* se determinó con el método comparativo $\Delta\Delta C_t$ (método de cuantificación relativa), usando el gen β -actina de referencia, comparado contra un animal de referencia.

El análisis estadístico de la expresión de los genes *hsp60*, *hsp90* y *hsp70* se llevó a cabo con un modelo de mediciones repetidas, utilizando PROC MIXED de SAS, versión 9.3 (SAS Institute Inc, 2013). En el análisis estadístico se consideraron los animales a partir de los cuales se obtuvo amplificación del gen *hsp* y el gen de referencia β -actina, con valores C_t menores a 40; se descartaron aquellos que no cumplieron con estos criterios. Se determinó la estructura de covarianzas adecuada para el ajuste de los datos probando 8 diferentes estructuras de covarianzas: simple, simetría compuesta, autorregresiva de primer orden, Toeplitz, componentes de varianza, autorregresiva de primer orden heterogénea, simetría compuesta heterogénea y Toeplitz heterogénea. La selección de la mejor estructura de covarianzas se basó en los criterios de información de ajuste de Akaike, de segundo orden y bayesiano de Schwarz.

Los efectos incluidos en el modelo estadístico fueron hora del día, grupo racial, estatus productivo (en ordeña o horra), edad, porcentaje de genes *Bos taurus* y la interacción de los factores con la hora del día. Para obtener los modelos definitivos, se eliminaron las interacciones que no fueron significativas ($P > 0.05$) en los análisis preliminares, previa selección de la estructura de covarianzas que causó el mejor ajuste en el modelo. La comparación de medias se realizó con la prueba de comparaciones múltiples de t protegida de Fisher.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores promedio de la frecuencia respiratoria, la temperatura corporal y la expresión de los genes *hsp60*, *hsp70* y *hsp90* de los bovinos Holstein x Cebú y Suizo Pardo x Cebú, en lactación y horras.

Los valores mínimo, máximo y promedio para el ITH fueron 72.64, 77.24 y 74.81 para las mediciones realizadas en la mañana y 81.83, 91.03 y 86.58 para las mediciones realizadas durante las tardes, respectivamente. Los ITH observados en las mañanas se pueden considerar como moderados y los observados en las tardes como severos.

La estructura de covarianza que dio el mejor ajuste de los datos, basado en los criterios de información de ajuste de Akaike, de segundo orden y bayesiano de Schwarz, fue la autorregresiva de primer orden. El efecto de la hora del día (AM o PM) tuvo un impacto significativo en la expresión de los genes *hsp60* y *hsp70*, así como en la temperatura corporal y frecuencia respiratoria, ya que estas variables se encontraban elevadas en las muestras tomadas en la tarde, indicando que la hora de muestreo influye en la expresión de los genes *hsp*. Los genes *hsp60*, *hsp70* y *hsp90* tuvieron mayor expresión en los animales donde el porcentaje de genes *Bos taurus* fue mayor (0.75), sin embargo, esta diferencia fue estadísticamente significativa únicamente para

el gen *hsp70*. El efecto del estado fisiológico (en ordeña o horra) fue significativo únicamente para la expresión del gen *hsp90*. Las medias de cuadrados mínimos y sus errores estándar para las variables estudiadas se presentan en el Cuadro 1.

Los valores de expresión del gen *hsp70* obtenidos en el presente estudio son similares a los obtenidos en estudios realizados en distintas razas bovinas y búfalos que comparaban la expresión de los genes *hsp60*, *hsp70* y *hsp90* (Kumar *et al.*, 2015; Hu *et al.*, 2016; Hooper *et al.*, 2019; Shandilya *et al.*, 2020). También se ha demostrado una expresión mayor del gen *hsp60* en comparación con la expresión de los genes *hsp70* y *hsp90* (Hooper *et al.*, 2019).

Se han observado mutaciones en el gen *hsp70* que tienen influencia en características de importancia económica, como tolerancia al calor y producción de leche, que posteriormente pueden ser identificadas para su uso como marcadores genéticos para obtener características específicas. Estas mutaciones se han encontrado en ganado *Bos Taurus* (Angus), *Bos Indicus* (Brahman) y sus cruza, indicando que estas mutaciones pueden ser heredadas (Kumar *et al.*, 2019).

Los genes de proteínas de choque térmico y sus variaciones (polimorfismos) se han asociado con el descenso de la fertilidad. Se ha detectado la expresión de *hsp* en los gametos y en embriones, lo cual quiere decir que está relacionada con la supervivencia del embrión, para que éste llegue a término. Se ha sugerido que debido al tiempo en el que se desarrollan los gametos, están expuestos a condiciones adversas durante su maduración, lo cual puede resultar en un mal desarrollo y maduración del óvulo, lo cual podría afectar la reproducción (Rosenkrans *et al.*, 2010). Por otro lado, Paula-Lopes *et al.* (2003) demostraron que embriones de ganado Brahman tienen mejor índice de supervivencia ante la exposición a altas temperaturas que embriones de Angus y Holstein.

Cuadro 1. Medias de cuadrados mínimos y sus errores estándar para la expresión relativa normalizada de los genes *hsp60*, *hsp70* y *hsp90* y temperatura corporal y frecuencia respiratoria en vacas de doble propósito, por efecto incluido en el modelo estadístico.

Efecto		<i>hsp60</i>	<i>hsp70</i>	<i>hsp90</i>	Temperatura corporal	Frecuencia respiratoria
Hora del día	AM	1.61 ± 0.41 ^a	0.99 ± 0.23 ^a	0.36 ± 0.18 ^a	37.96 ± 0.16 ^a	23.13 ± 0.39 ^a
	PM	0.96 ± 0.41 ^b	0.45 ± 0.22 ^b	0.17 ± 0.06 ^a	39.45 ± 0.11 ^b	25.64 ± 0.43 ^b
Porcentaje de genes	0.63	0.95 ± 0.61 ^a	0.57 ± 0.32 ^a	0.37 ± 0.13 ^a	38.66 ± 0.13 ^a	24.31 ± 0.39 ^a
	0.75	1.63 ± 0.52 ^a	0.87 ± 0.26 ^b	0.16 ± 0.13 ^a	38.75 ± 0.12 ^a	25.64 ± 0.43 ^a
Grupo racial	Holstein x Cebú	0.45 ± 0.53 ^a	0.16 ± 0.27 ^a	0.27 ± 0.14 ^a	38.77 ± 0.12 ^a	24.44 ± 0.44 ^a
	Suizo Pardo x Cebú	2.13 ± 0.64 ^a	1.28 ± 0.32 ^b	0.26 ± 0.12 ^a	38.64 ± 0.14 ^a	24.26 ± 0.32 ^a
Estado fisiológico	Horra	1.15 ± 0.59 ^a	0.76 ± 0.30 ^a	0.09 ± 0.12 ^a	38.68 ± 0.14 ^a	23.99 ± 0.45 ^a
	Lactando	1.43 ± 0.55 ^a	0.68 ± 0.28 ^a	0.43 ± 0.13 ^b	38.74 ± 0.12 ^a	24.71 ± 0.32 ^a

^{a,b} Medias con distinta literal son diferentes (P<0.05).

CONCLUSIÓN

la expresión de los genes *hsp* son un buen indicador para identificar bovinos para termo-tolerancia lo cual tendría como consecuencia menos estragos por el aumento de las temperaturas y mayores índices de productividad en los hatos.

BIBLIOGRAFIA

- Hooper, H. B., Titto, C. G., Gonella-Diaza, A. M., Henrique, F. L., Pulido-Rodríguez, L. F., Longo, A. L. S., Leme-dos-Santos, T. M. da C., Geraldo, A. C. A. P. de M., Pereira, A. M. F., Binelli, M., Balieiro, J. C. de C., & Titto, E. A. L. (2019). Heat loss efficiency and HSPs gene expression of Nelore cows in tropical climate conditions. *International Journal of Biometeorology*, 63(11), 1475–1486. <https://doi.org/10.1007/s00484-018-1576-5>
- Hu, H., Zhang, Y., Zheng, N., Cheng, J., & Wang, J. (2016). The effect of heat stress on gene expression and synthesis of heat-shock and milk proteins in bovine mammary epithelial cells. *Animal Science Journal*, 87(1), 84–91. <https://doi.org/10.1111/asj.12375>
- Hyder, I., Pasumarti, M., Reddy, P. R., Prasad, C. S., Kumar, K. A., & Sejian, V. (2017). Thermotolerance in Domestic Ruminants: A HSP70 Perspective In: Asea A., Kaur P. (eds) *Heat Shock Proteins in Veterinary Medicine and Sciences*. Heat Shock Proteins, vol 12. Springer, Cham. (pp. 3–35). https://doi.org/10.1007/978-3-319-73377-7_1
- Kumar, A., Ashraf, S., Goud, T. S., Grewal, A., Singh, S. v., Yadav, B. R., & Upadhyay, R. C. (2015). Expression profiling of major heat shock protein genes during different seasons in cattle (*Bos indicus*) and buffalo (*Bubalus bubalis*) under tropical climatic condition. *Journal of Thermal Biology*, 51, 55–64. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2015.03.006>
- Kumar, B., Sahoo, A. K., Dayal, S., Das, A. K., Taraphder, S., Batabyal, S., Ray, P. K., & Kumari, R. (2019). Genetic profiling of Hsp70 gene in Murrah buffalo (*Bubalus bubalis*) under sub-tropical climate of India. *Cell Stress and Chaperones*, 24(6). <https://doi.org/10.1007/s12192-019-01042-7>
- Paula-Lopes, F. F., Chase, C. C., Jr, Al-Katanani, Y. M., Krininger, C. E., 3rd, Rivera, R. M., Tekin, S., Majewski, A. C., Ocon, O. M., Olson, T. A., & Hansen, P. J. (2003). Genetic divergence in cellular resistance to heat shock in cattle: differences between breeds developed in temperate versus hot climates in responses of preimplantation embryos, reproductive tract tissues and lymphocytes to increased culture temperatures. *Reproduction* (Cambridge, England), 125(2), 285–294. <https://doi.org/10.1530/rep.0.1250285>
- Rosenkrans, C., Banks, A., Reiter, S., & Looper, M. (2010). Calving traits of crossbred Brahman cows are associated with Heat Shock Protein 70 genetic polymorphisms. *Animal Reproduction Science*, 119(3–4), 178–182. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2010.02.005>
- SAS. Statistical Analysis System. SAS User's guide. SAS/STAT R, Version 9.3 Cary, NC, USA; SAS Institute Inc., 2011.
- Shandilya, U. K., Sharma, A., Sodhi, M., & Mukesh, M. (2020). Heat stress modulates differential response in skin fibroblast cells of native cattle (*Bos indicus*) and riverine buffaloes (*Bubalus bubalis*). *Bioscience Reports*, 40(2). <https://doi.org/10.1042/BSR20191544/866610/bsr-2019-1544-t.pdf>

Palabras clave: Proteínas de shock térmico, estrés calórico.

HEREDABILIDAD PARA CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL EN GANADO SIMMENTAL Y SIMBRAH EN MÉXICO

HERITABILITY FOR CARCASS TRAITS IN SIMMENTAL AND SIMBRAH CATTLE IN MEXICO

¹Upalía Orozco R*, ¹Vega-Murillo VE, ²Montaño-Bermúdez M, ³Medina-Chapa JM, ²Martínez-Velázquez G, ²Ríos-Utrera A, ¹Carrasco-García A, ¹Martínez Hernández JM, ¹Villagómez Cortes JA.

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

vvega@uv.mx

INTRODUCCIÓN

Para desarrollar programas de mejoramiento genético en bovinos de carne, es muy importante estimar parámetros genéticos como las heredabilidades y las correlaciones genéticas y fenotípicas que ocurren entre las características y que contribuyen a la eficiencia global del sistema de producción (Pires et al., 2017; BIF, 2018). Entre las características mencionadas se incluyen rasgos de la canal como el área del ojo de la costilla, que se relaciona con el rendimiento de la canal y la proporción de carne de cortes de mejor calidad (Magnabosco et al., 2006); la grasa dorsal medida en el *Longissimus dorsi*, que es importante porque actúa como aislante térmico durante el proceso de enfriamiento de la canal, evitando la pérdida de calidad de la carne (Guedes, 2005); y el rendimiento de la canal que, entre otras cosas, permite estimar los cortes de carne de la canal y el marmoleo. Considerando la importancia de los puntos anteriores el objetivo del presente trabajo fue estimar componentes de varianza, covarianza y heredabilidad para características de la canal en ganado Simmental y Simbrah de registro en México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó la información del pedigrí y de la canal de 706 animales Simmental (533) y Simbrah (173) de registro pertenecientes a la Asociación Mexicana Simmental-Simbrah-Simm-Angus de México A. C., nacidos entre 2011 y 2018. Las variables de respuesta utilizadas fueron grasa intramuscular ajustada (GI, %), área del ojo del lomo ajustada a 365 días (AOL; cm²), grasa dorsal ajustada (GD; cm), grasa de la cadera ajustada (GC; cm), grado de rendimiento, que estima la cantidad aproximada de los cortes de carne de una canal (R) y marmoleo (M). Todas las mediciones se realizaron en los ranchos de los criadores entre los 9 y 16 meses de edad, con un ultrasonido de tiempo real (Modo B; Aloka 210DX, Corometrics Medical Systems, Wallingford, CT). Las estimaciones de los componentes de (co)varianza se obtuvieron mediante el método de máxima verosimilitud restringida (REML), con un modelo animal univariado, utilizando el software MTDFREML (Multiple Trait Derivate Free Restricted Maximun Likelihood) de Boldman et al., (1991). El modelo animal general incluye los efectos del grupo contemporáneo y sexo como efectos fijos, porcentaje de genes Simmental, heterocigosis y pérdidas por recombinación como covariables y los efectos genéticos aditivos directos (para todas las características) y residual como aleatorios. La representación matricial del modelo mixto utilizado es: $y = Xb + Z_1a + e$. Donde y es el vector de observaciones; b , vector de efectos fijos, a es un vector de efectos genéticos aditivos directos y e es un vector de errores aleatorios asociados a las observaciones. X y Z_1 son las matrices de incidencia que relacionan a las observaciones con b y a , respectivamente (los efectos fijos y aleatorios) Se asumió la siguiente estructura matricial:

$$E = \begin{bmatrix} y \\ a \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x\beta \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}; \quad Var = \begin{bmatrix} a \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A\sigma_a^2 & 0 \\ 0 & I_N\sigma_e^2 \end{bmatrix}$$

Donde: σ_a es la matriz de (co)varianzas genéticas aditivas directas entre características, σ_e es la matriz de covarianza residual, A es una matriz de relación genéticas entre los individuos, I es una matriz de identidad, N es el número de animales con registros.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores estimados de los componentes de covarianza para las características evaluadas se presentan en el Cuadro 1.

Componentes de varianza

Los valores estimados para varianza aditiva y varianza fenotípica en este estudio muestran menor variación si los contrastamos con los reportados por Devitt et al., (2001) en toros de ganado cruzado de dos líneas (Línea de cruzamientos de Simmental, Charolais y Maine Anjou y otra línea de Angus, Salers y Hereford) que fueron medidos con ultrasonido para AOL σ_a^2 (29.6), σ_f^2 (61.5); GI σ_a^2 (0.111), σ_f^2 (0.483) y GD σ_a^2 (1.00), σ_f^2 (1.95). De manera similar Wolcott et al., (2009) observaron menor variación en ganado Brahman en comparación con ganado Tropical Compuesto (F1 *Bos Indicus* x *Bos Taurus*) para características de grasa. Los valores estimados para Brahman fueron: GI σ_a^2 (0.13), σ_f^2 (0.50) y M σ_a^2 (0.02), σ_f^2 (0.13) y para ganado Tropical Compuesto los valores fueron: GI σ_a^2 (0.62) σ_f^2 (0.97); M σ_a^2 (0.09), σ_f^2 (0.25). Los autores también mencionan que el ganado Brahman tuvo menor variación, pero una GI con un valor menos heredable ($h^2=0.26$) que en ganado Tropical Compuesto ($h^2=0.64$), situación que también se presenta en este estudio para AOL ($h^2=0.32 \pm 0.12$) en comparación con Devitt et al., (2001) quienes reportaron un estimador superior para AOL de (0.45 ± 0.04) pero con mayor variación.

En el Cuadro 2 se presentan los valores estimados de los componentes de varianza del -2 logaritmo de verosimilitud L y heredabilidad, para las características estudiadas.

Cuadro 1. Valores estimados de los componentes de varianza aditiva (σ_a^2), varianza del error (σ_e^2) y varianza fenotípica (σ_f^2), para área del ojo del lomo (AOL, cm²), grasa de la cadera (GC, cm), grasa dorsal (GD, cm), grasa intramuscular (GI, %), marmoleo (M) y rendimiento (R).

Estimador	AOL	GC	GD	GI	MAR	R
σ_a^2	0.636	0.002	0.001	0.022	0.061	0.008
σ_e^2	1.334	0.003	0.002	0.089	0.256	0.011
σ_f^2	1.971	0.005	0.003	0.11	0.318	0.02

Área del ojo del Lomo

Esta característica indicadora de la musculatura fue moderadamente heredable y los valores se encuentran en concordancia con la mayoría de los resultados encontrados en estudios similares como Reverter et al., (2003), MacNeil y Northcutt (2008), Jiménez et al., (2010), Caetano et al., (2013) y Su et al., (2017) con valores estimados de 0.33 , 0.33 ± 0.02 , 0.37 ± 0.11 , 0.34 ± 0.02 , 0.34 ± 0.03 respectivamente, los valores también son superiores a los reportados por Shanks et al. (2001), Reverter et al., (2003) y Wolcott et al., (2009) con estimadores de 0.24 ± 0.07 , 0.22 ,

0.26 ± 0.10 respectivamente, sin embargo los valores de heredabilidad más altos los presentan Devitt et al., (2001) con ganado *Bos Taurus* cruzado y Su et al., (2017) con ganado Simmental presentando estimadores de 0.45 ± 0.04 y 0.44 ± 0.03 respectivamente.

Grasa de la cadera

El grosor de la grasa de la cadera fue altamente heredable y su valor fue superior a los valores encontrados en la literatura como Reverter et al. (2003) (0.30 y 0.39), Jiménez et al., (2010) (0.11 ± 0.09) y Caetano et al., (2013) (0.31 ± 0.026 y 0.31 ± 0.03). El grosor de la grasa de la cadera tiene una correlación fenotípica positiva y fuerte con el grosor de grasa dorsal (Upalía et al., 2021) además de ser una de las dos características con menor variación aditiva y fenotípica junto con GD.

Cuadro 2. Valores estimados del -2 logaritmo de verosimilitud L ($\sigma^2_{-2 \log(L)}$), -2 logaritmo de verosimilitud L, para área del ojo del lomo (AOL, cm²), grasa de la cadera (GC, cm), grasa dorsal (GD, cm), grasa intramuscular (GI, %), marmoleo (M) y rendimiento (R).

(co)varianza	AOL	GC	GD	GI	M	R
$\sigma^2_{-2 \log(L)}$	8.33E-17	3.75E-16	2.15E-16	9.71E-16	9.99E-16	3.64E-17
-2 [log (L)]	1212.74	-2746.2	-3097.89	-680.67	1.73E+01	-1834.93

Grasa dorsal

Las mediciones de grasa dorsal también presentaron valores de heredabilidad muy altos en comparación con el promedio de las estimaciones encontradas en la literatura científica, los cuales fueron superiores con respecto a los reportados por Shanks et al., (2001) (0.10) en ganado con diferentes proporciones de Simmental, Jiménez et al., (2010) (0.29 ± 0.10) en ganado Brahman, Caetano et al., (2013) (0.34 ± 0.03 y 0.23 ± 0.02) en ganado Nellore y Su et al., (2017) (0.29 ± 0.04) (0.37 ± 0.03) en ganado Hereford y Simmental respectivamente, Devitt et al., (2001) (0.41 ± 0.05) con ganado Simmental puro, presentaron valores en concordancia con este estudio. Cabe recalcar que esta característica presentó la menor cantidad de variación aditiva en comparación con las demás características evaluadas y tiene una correlación fenotípica positiva y muy alta con el rendimiento de cortes en canal y el grosor de la grasa de la cadera las cuales fueron estimadas por Upalía et al., (2021).

Grasa intramuscular

Esta característica presentó valores bajos de heredabilidad en comparación con estudios similares los cuales estuvieron en concordancia con Wolcott et al. (2009) (0.26 ± 0.10) pero fueron inferiores a los reportados por Shanks et al., (2001) (0.34), Reverter et al. (2003) (0.38), y Su et al., (2017) (0.45 ± 0.04 y 0.42 ± 0.03). GI presenta también una correlación negativa y baja con AOL reportada en Upalía et al., (2021).

Cuadro 3. Valores estimados de los parámetros genéticos heredabilidad (h^2) y varianza residual (e^2) con error estándar para área del ojo del lomo (AOL, cm²), grasa de la cadera (GC, cm), grasa dorsal (GD, cm), grasa intramuscular (GI, %), marmoleo (M) y rendimiento (R).

Estimador	AOL	GC	GD	GI	M	R
h^2	0.32 ± 0.12	0.49 ± 0.12	0.44 ± 0.12	0.20 ± 0.11	0.19 ± 0.11	0.42 ± 0.12
e^2	0.68 ± 0.12	0.51 ± 0.13	0.56 ± 0.12	0.80 ± 0.11	0.81 ± 0.11	0.58 ± 0.12

Marmoleo

El estimador de heredabilidad obtenido para el grado de marmoleo también presento valores bajos en comparación con Devitt et al., (2001) (0.43 ± 0.08) quienes tomaron la medición del grado de marmoleo de la canal de novillos Simmental, Shanks et al., (2001) (0.36) en ganado con diferentes proporciones de Simmental y Su et al., (2017) en ganado Hereford y Simmental (0.48 ± 0.04 y 0.43 ± 0.04) respectivamente, los bajos niveles de heredabilidad para esta característica comparándola con la misma raza Simmental en otros estudios sugieren un cambio en los índices de selección para aumentar el nivel de marmoleo que permita proporcionar cortes de calidad y alto valor en el mercado.

Rendimiento

El estimador de heredabilidad obtenido para el grado de rendimiento presento valores moderadamente altos los cuales fueron mayores en comparación con Wolcott et al., (2009) (0.36 ± 0.27) en ganado Brahman, pero fueron inferiores comparados con Reverter et al., (2003) en razas templadas (Angus, Hereford, Murray Grey y Shorthorn) (0.57) y en razas adaptadas al trópico (Brahman, Belmont Red y Santa Gertrudis) (0.50), la correlación fenotípica positiva y fuerte de la presente característica con GD nos indica que estás tendrán una buena respuesta a la selección en conjunto con GC produciendo canales con una buena cantidad de musculatura apta para su consumo.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

Existen dos posibles rutas de selección que se podrían implementar con programas de mejoramiento genético, en la primera continuar con la selección para el área del ojo del lomo, grosor de la grasa dorsal, grasa de la cadera y rendimiento debería generar progreso genético en el ganado Simmental y Simbrah y por lo tanto maximizar el volumen de cortes de calidad que se pueden proporcionar en canal, la segunda ruta sería aumentar la calidad de estos cortes para darles un alto valor agregado con un buen nivel de marmoleo, la selección para el porcentaje de grasa intramuscular y grado de marmoleo debería ser posible sin sacrificar por completo la musculatura ya que las correlaciones fenotípicas para ambas características son negativas pero débiles con el área del ojo del lomo. Ultimadamente la decisión debe ser tomada por los productores dependiendo de las necesidades actuales del mercado. En general los estimadores de heredabilidad en este estudio no difieren mucho con los reportados en la literatura y las pequeñas diferencias pueden atribuirse a factores como las diversas razas, los cruzamientos, el manejo, el tamaño de muestra y el crucial efecto del ambiente. Sin embargo, no se encontraron estudios que reportaran estimadores de heredabilidad para características de la canal en ganado Simmental y Simbrah criado en México.

RECONOCIMIENTO

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

REFERENCIAS

- Beef Improvement Federation (BIF). 2018. Guidelines for Uniform Beef Improvement Programs. 9th Edition. North Carolina USA.
- Boldman, K.G. y Van Vleck, L.D. (1991). Derivative Free Restricted Maximum Likelihood Estimation in Animal Model with a Sparse Matrix Solver. J. Dairy Sci, v.74

- Caetano, S. L., Savegnago, R. P., Boligon, A. A., Ramos, S. B., Chud, T. C. S., Lôbo, R. B., & Munari, D. P. 2013. Estimates of genetic parameters for carcass, growth and reproductive traits in Nellore cattle. *Livestock Science*, 155(1), 1-7.
- Devitt, C. J. B., & Wilton, J. W. 2001. Genetic correlation estimates between ultrasound measurements on yearling bulls and carcass measurements on finished steers. *Journal of animal science*, 79(11), 2790-2797.
- Guedes, C.F., 2005. Desempenho produtivo e características de carcaça das progênes de touros representativos da raça Nelore e de diferentes grupos genéticos. M.Sc. Thesis. Universidade de São Paulo, Pirassununga.
- Jiménez, A., Manrique, C., & Martínez, C. A. 2010. Parámetros y valores genéticos para características de composición corporal, área de ojo del lomo y grasa dorsal medidos mediante ultrasonido en la raza Brahman. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 57(3), 159–167.
- MacNeil, M. D., & Northcutt, S. L. (2008). National cattle evaluation system for combined analysis of carcass characteristics and indicator traits recorded by using ultrasound in Angus cattle. *Journal of animal science*, 86(10), 2518-2524.
- Magnabosco, C.U., Sainz, R.D., Faria, C.U., Yokoo, M.J., Manicardi, F., Barbosa, V., Guedes, C., Leme, P.R., Pereira, A., Araújo, F.R.C., Sanches, A.C., Lôbo, R. B., 2006. Avaliação genética e critérios de seleção para características de carcaça em Zebuínos: Relevância econômica para mercados globalizados. En: Simpósio de Produção de Gado de Corte, vol. 5, Viçosa, Brazil.
- Pires C. P., Tholon P., Buzanskas M.E., Sbardella A.P., Oliveira R.J., Campos da Silva L.O., Almeida T.R.A., Prado M.D., Mello de Alencar M. 2017. Genetic analyses on bodyweight, reproductive, and carcass traits in composite beef cattle. *Animal Production Science*, 57:415–421.
- Reverter, A., Johnston, D. J., Ferguson, D. M., Perry, D., Goddard, M. E., Burrow, H. M., ... & Bindon, B. M. 2003. Genetic and phenotypic characterisation of animal, carcass, and meat quality traits from temperate and tropically adapted beef breeds. 4. Correlations among animal, carcass, and meat quality traits. *Australian Journal of Agricultural Research*, 54(2), 149-158.
- Shanks, B. C., Tess, M. W., Kress, D. D., & Cunningham, B. E. 2001. Genetic evaluation of carcass traits in Simmental-sired cattle at different slaughter end points. *Journal of animal science*, 79(3), 595-604.
- Su, H., Golden, B., Hyde, L., Sanders, S., & Garrick, D. 2017. Genetic parameters for carcass and ultrasound traits in Hereford and admixed Simmental beef cattle: accuracy of evaluating carcass traits. *Journal of Animal Science*, 95(11), 4718-4727.
- Upalía, R., Vega, V., Bermúdez, M., Medina, J.M., Martínez, G., Carrasco, A., Martínez J.M., & Villagómez, J.A. 2021. Evaluación de características de la canal en ganado Simmental y Simbrah en México. En: VI Congreso de la Asociación de Médicos Veterinarios Zootecnistas Especialistas en Bovinos del Estado de Veracruz. Veracruz, ver. México.
- Wolcott, M. L., Johnston, D. J., Barwick, S. A., Iker, C. L., Thompson, J. M., & Burrow, H. M. 2009. Genetics of meat quality and carcass traits and the impact of tenderstretching in two tropical beef genotypes. *Animal Production Science*, 49(6), 383-398.

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

FRECUENCIAS ALELICAS DE SNPs ASOCIADOS A GENES CANDIDATOS PARA CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS EN GANADO CRIOLLO DE NAYARIT Y BAJA CALIFORNIA SUR.

ALLELIC FREQUENCIES OF SNPs ASSOCIATED WITH CANDIDATE GENES FOR REPRODUCTIVE TRAITS IN CREOLE CATTLE OF NAYARIT AND BAJA CALIFORNIA SUR.

Luna-Azuara CG^{1*}, García-Bravo LA¹, Torres-Heredia A¹, Hernández Zorrilla AZ¹, Vega-Murillo VE¹,
²Montaño-Bermúdez M, ²Ríos-Utrera A, ²Martínez-Velázquez G.

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

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

vvega@uv.mx

Las características reproductivas son indicadores de la eficiencia productiva. Grandes pérdidas económicas ocurren si una vaca presenta intervalos entre partos muy largos, partos irregulares o bajo número de crías durante su vida productiva. Enfocarse en el mejoramiento genético de las características reproductivas ayudará a minimizar pérdidas económicas, al aumentar la eficiencia productiva del ganado. La diversidad genética permite conocer la estructura y variación (alelos y genotipos) de los diferentes genes, entre poblaciones y dentro de las mismas. El objetivo del siguiente estudio fue caracterizar 28 SNPs asociados a características reproductivas en genes candidatos en dos poblaciones de ganado criollo (Baja California Sur y Nayarit).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron muestras sanguíneas de 118 bovinos criollos provenientes de 5 localidades del estado de Baja California Sur (n=70) y 3 localidades de Nayarit (n=48). El número de animales por estado, localidad y sexo se presentan en el Cuadro 1.

Las muestras sanguíneas se tomaron de la vena coccígea a nivel del espacio entre la sexta y séptima vertebra, posteriormente se colocarán gotas de sangre en tarjetas FTA Elute adquiridas de la compañía Neogen®. Las muestras se enviaron a temperatura ambiente al laboratorio de GENESEEK en Lincoln, Nebraska, para extracción de ADN y obtención de genotipos.

Genotipado

Se utilizó el panel BovineHD Genotyping Beadchip que contiene 777,962 SNP (Geneseek® genomic profiler bovine™ 777K) utilizando la plataforma de tipificación de genotipos de Illumina. Todos los SNP evaluados fueron polimórficos.

Marcadores asociados a genes candidatos

Se utilizaron 28 marcadores moleculares (SNP) que han sido asociados mediante GWAS (cuadro 2) con características reproductivas como maduración de oocitos, producción de GnRH, señalización de esteroides, etc., y que se encuentran reportados en la literatura (Muhammad et al., 2021).

Cuadro 1. Número de animales por estado, localidad y sexo.

Estado	Localidad	H	M	Total
Nayarit	C.E. El Verdineño	13	2	15
	Rancho Jazmines	16	-	16
	Rancho El Encino	17	-	17

	Sub Total	46	2	48
	INIFAP	21	3	24
	La Paz	10	-	10
Baja California Sur	Miraflores	4	-	4
	Mulege	21	-	21
	Todos Santos	11	-	11
	Sub Total	67	3	70
Total		113	5	118

Cuadro 2. Polimorfismo de nucleótido único (SNP) asociados a características reproductivas utilizados en el estudio.

SNP	Gen	Característica	Referencia
BovineHD2700004441	MTNR1A	Receptor de melatonina	Muhammad <i>et al</i> 2021
BovineHD2100008703	CHRNA7	Sinapsis Colinérgica	Muhammad <i>et al</i> 2021
BovineHD1100029888, BovineHD1400007252, BovineHD2300013198	TTFI, TFAP2A, PLAG1	Regulación de la transcripción	Muhammad <i>et al</i> 2021
BovineHD2100009894, BovineHD0300002075	CYP11A, HSD17B7	Síntesis de esteroides	Muhammad <i>et al</i> 2021
BovineHD0700033604, BovineHD0400018696, BovineHD0600018878, BovineHD1800005855	PDE4A, CREB5, ADCY7, CNGA1	Señalización AMPc	Muhammad <i>et al</i> 2021
BovineHD2200006328, BovineHD1300000677	ITPR1, PLCB4	Señalización de calcio	Muhammad <i>et al</i> 2021
BovineHD0600018311, BovineHD0200007364, BovineHD0600018549	GABRG1, GABRA2, GAD1, GABRB1, GABRA4	Sinapsis GABAérgica	Muhammad <i>et al</i> 2021
BovineHD2200005404, BovineHD2500002242, BovineHD1700011908	GRM7, GRIN2A, GRIA2	Sinapsis de Glutamato	Muhammad <i>et al</i> 2021
BovineHD0900023775	GRM1	Señalización de Glutamato	Muhammad <i>et al</i> 2021
BovineHD1000021917	ESR2	Señalización de estrógenos	Muhammad <i>et al</i> 2021
BovineHD2500007459, BovineHD2200000211	MAPK3, EGFR	Señalización de GnRH	Muhammad <i>et al</i> 2021
BovineHD2200003516	AVCR2B	Señalización de TGF- β	Muhammad <i>et al</i> 2021
BovineHD2200014848, BovineHD1400007251	CDC25A, MOS	Maduración de oocitos	Muhammad <i>et al</i> 2021
BovineHD4100003128	LEP	Secreción de GnRH	Muhammad <i>et al</i> 2021
BovineHD1100009366	FSHR, LHCGR	Síntesis de esteroides	Muhammad <i>et al</i> 2021

Control de calidad

El control de calidad de los resultados de la genotipificación se realizó con PLINK v1.07 (Purcell *et al.*, 2007). Las pruebas fueron las siguientes: Frecuencia del alelo menor (MAF): es la frecuencia del alelo menos común en un determinado locus dentro de la población. Tasa de llamado (Call Rate): es la proporción o el porcentaje de muestras en las que se puede realizar una llamada de genotipo segura. Equilibrio de Hardy-Weinberg (HWE). Se utilizará para detectar y eliminar marcadores cuya segregación no se ajusten de forma significativa.

Los marcadores SNP con una tasa de llamado <90%, una frecuencia alélica menor (MAF) <0,02 y un valor P para la prueba de equilibrio de Hardy-Weinberg <10⁻⁶ se descartaron. Sólo se utilizaron SNP autosómicos.

Análisis

La estimación de las frecuencias alélicas y genotípicas, la heterocigocidad observada (Ho), esperada (He) y la desviación del equilibrio Hardy Weinberg (EHW) de los marcadores en toda la población se calcularon directamente en los genotipos observados de los animales genotipificados. La prueba de equilibrio Hardy Weinberg (HWE) se realiza rutinariamente en cada SNP para descartar que los heterocigotos sean denominados homocigotos, generando más homocigotos de lo esperado (debido a genotipificación de mala calidad). Para probar la diferencia entre poblaciones (Nayarit y Baja California Sur) y entre municipios dentro de cada una de las

poblaciones se calculó el Índice de Fijación de Wright (FST) utilizando el método de Weir y Cockerham (1984). Los valores de FST pueden oscilar entre 0 y 1. Un FST alto implica un grado considerable de diferenciación entre poblaciones. Todos los análisis se realizaron mediante el software PLINK v1.07 (Purcell *et al.*, 2007).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los 118 animales, solo 113 (67 criollos de Baca California Sur y 47 Criollos Coreños) pasaron el control de calidad. Y ningún marcador fue descartado.

Las frecuencias alélicas y genotípicas de polimorfismos de nucleótido único (SNP) asociados a características reproductivas en las poblaciones de bovinos criollos estudiadas se presentan en el Cuadro 3. El marcador BovineHD0700033604 tuvo la mayor frecuencia alélica, 0.92 y 0.94 para el alelo A en el ganado Criollo de Baja California Sur y el Coreño de Nayarit, respectivamente. Del total, nueve marcadores tuvieron frecuencias alélicas mayores a 0.80 en ambas poblaciones (BovineHD0700033604, BovineHD1000021917, BovineHD1100029888, BovineHD1400007251, BovineHD1400007252, BovineHD2100008703, BovineHD2100009894, BovineHD2200003516, BovineHD2500002242).

La Ho en la población de criollo de Baja California Sur estuvo en el rango de 0.1 a 0.63, los marcadores que presentaron Ho mayores a 0.45 fueron: BovineHD0200007364, BovineHD0400018696, BovineHD0600018311, BovineHD0600018878, BovineHD0900023775, BovineHD1100009366, BovineHD2200014848 y BovineHD2700004441. La Ho en la población de criollo de Nayarit estuvo en el rango de 0.0 a 0.57, los marcadores que presentaron Ho mayores a 0.45 fueron: BovineHD0200007364, BovineHD0400018696, BovineHD0600018549, BovineHD1100009366, BovineHD2200014848, BovineHD2500007459.

En cuanto al índice de fijación de Wright, los marcadores tuvieron valores de FST mínimo y máximo de -0.009 y 0.08 respectivamente. Los valores de FST para cada uno de los marcadores fueron en general bajos lo que implica poca diferenciación entre ambas poblaciones, para cada uno de los marcadores estudiados. Los marcadores con mayor diferenciación entre poblaciones fueron BovineHD0300002075 y BovineHD2200014848, con valores de FST de 0.08 y 0.07 respectivamente.

Cuadro 3. Frecuencias alélicas y genotípicas de polimorfismos de nucleótido simple (SNP) asociados a características reproductivas en dos poblaciones de bovinos criollos en México.

CHR	SNP	POBLACIÓN	A1	A2	MAF	NCHROBS	p	p2	2pq	q2	FST
7	BovineHD0700033604	BCS	A	G	0.07	140	0.93	0.86	0.13	0.01	-0.006
		NAYARIT	A	G	0.05208	96	0.94792	0.89855233	0.09873535	0.00271233	
10	BovineHD1000021917	BCS	T	C	0.06	140	0.94	0.89	0.11	0.00	0.037
		NAYARIT	-	C	0	96	1	1	0	0	
11	BovineHD1100029888	BCS	A	C	0.12	140	0.88	0.77	0.21	0.01	0.006
		NAYARIT	A	C	0.0625	96	0.9375	0.87890625	0.1171875	0.00390625	
14	BovineHD1400007251	BCS	T	C	0.13	140	0.87	0.76	0.22	0.02	-0.008
		NAYARIT	T	C	0.125	96	0.875	0.765625	0.21875	0.015625	
14	BovineHD1400007252	BCS	A	G	0.13	140	0.87	0.76	0.22	0.02	-0.008
		NAYARIT	A	G	0.125	96	0.875	0.765625	0.21875	0.015625	
21	BovineHD2100008703	BCS	A	G	0.15	140	0.85	0.72	0.26	0.02	0.059
		NAYARIT	A	G	0.04167	96	0.95833	0.91839639	0.07986722	0.00173639	
21	BovineHD2100009894	BCS	A	G	0.12	138	0.88	0.77	0.22	0.02	0.007
		NAYARIT	A	G	0.07292	96	0.92708	0.85947733	0.13520535	0.00531733	
22	BovineHD2200003516	BCS	T	C	0.09	140	0.91	0.82	0.17	0.01	0.009
		NAYARIT	T	C	0.04167	96	0.95833	0.91839639	0.07986722	0.00173639	
25	BovineHD2500002242	BCS	G	A	0.17	136	0.83	0.69	0.28	0.03	0.016
		NAYARIT	G	A	0.09375	96	0.90625	0.82128906	0.16992188	0.00878906	

Esta falta de diferenciación entre poblaciones podría deberse a poca diversidad genética entre las poblaciones. El marcador BovineHD0600018878 reveló 6 animales homocigóticos para el alelo A, 42 animales heterocigóticos para el alelo AG y 18 homocigóticos para el alelo G. por el ganado Criollo de Baja California Sur. Para la población de Nayarit el marcador BovineHD1300000677 reveló 3 animales homocigotos para el alelo A, 4 animales heterocigotos para el alelo AC y 1940 homocigóticos para el alelo C.

Dos de los marcadores fueron significativos para EHW, BovineHD0600018878 en BCS y BovineHD1300000677 en Nayarit, los valores de H_o y H_e fueron diferentes ($p < 0.05$). En la mayoría de los marcadores en ambas poblaciones los valores de H_o y H_e fueron similares, por lo tanto, la EHW fue no significativa ($p > .05$).

Se estimaron las frecuencias alélicas de los marcadores SNP para determinar la diversidad genética entre el ganado criollo de Nayarit y Baja California. La diferenciación entre poblaciones basada en las 28 frecuencias alélicas de los SNP analizados mediante medidas F_{st} .

El marcador BovineHD0700033604 tuvo la mayor frecuencia alélica para el alelo A en ambas poblaciones de ganado criollo; Muhammad *et al.* (2021), reporta que dicho marcador se encuentra relacionado con la señalización AMPc, involucrado en el mecanismo de secreción de GnRH en el hipotálamo. Otro marcador que influye en la secreción de GnRH es el BovineHD2100008703, asociado al gen CHRNA7, y que su expresión está ligada a receptores de acetilcolina actuando como un canal permeable que permite la entrada de calcio extracelular en las neuronas del hipotálamo estimulando la secreción de GnRH (Arai *et al.*, 2017). Mohammadi *et al.* (2020) reportaron por primera vez la asociación del gen GRIN2A con características reproductivas en ganado Holstein. Dicho gen está asociado al marcador BovineHD2500002242 de la sinapsis de Glutamato. Mientras que los marcadores BovineHD2100009894 y BovineHD1000021917, el primero asociado al gen CPY11A (para la diferenciación y desarrollo de las gónadas; Liang *et al.* 2018). Y el segundo marcador está asociado al gen ESR2, que tiene un gran efecto en la señalización de receptores de unión a estrógenos (Abrahám *et al.* 2003).

Para el SNP BovineHD1400007251 asociado al gen MOS, Chakravarthi *et al.*, (2021) afirman que el gen está directamente relacionado con la maduración de oocitos, ya que su expresión actúa sobre la activación de la proteína quinasa necesaria para la maduración de oocitos. Los marcadores que influyen al proceso de regulación de la transcripción fueron BovineHD1100029888 y BovineHD1400007252, los cuales están asociados a los genes TTF1 y PLAG1, respectivamente. De acuerdo con Matagne *et al.*, (2012) el gen TTF1 juega un papel importante en la producción de GnRH, ya que regula la expresión de los factores de transcripción de la GnRH en ratas. Karim *et al.* (2011) definió que el gen PLAG1 tiene efecto en la precocidad reproductiva y que animales con niveles altos de PLAG1 comienzan la pubertad a una edad temprana.

CONCLUSIONES

Las poblaciones de ganado criollo de Nayarit y Baja California Sur presentan frecuencias altas de algunos marcadores de interés asociados con características reproductivas. De acuerdo con el índice de fijación de Wright, las frecuencias entre las poblaciones muestran poca diversidad genética para la mayoría de los marcadores.

BIBLIOGRAFÍA

Abrahám, I. M. A., Han, S. K., Todman, M. G., Korach, K. S., & Herbison, A. E. (2003). Behavioral/Systems/Cognitive Estrogen Receptor Mediates Rapid Estrogen Actions on Gonadotropin-Releasing Hormone Neurons *In Vivo*.

Arai, Y., Ishii, H., Kobayashi, M., & Ozawa, H. (2017). Subunit profiling and functional characteristics of acetylcholine receptors in GT1-7 cells. *Journal of Physiological Sciences*, 67(2), 313–323. <https://doi.org/10.1007/s12576-016-0464-1>

Chakravarthi, V. P., Ghosh, S., Housami, S. M., Wang, H., Roby, K. F., Wolfe, M. W., Kinsey, W. H., & Rumi, M. A. K. (2021). ER β regulated ovarian kisspeptin plays an important role in oocyte maturation. *Molecular and Cellular Endocrinology*, 527. <https://doi.org/10.1016/j.mce.2021.111208>

Karim, L., Takeda, H., Lin, L., Druet, T., Arias, J. A. C., Baurain, D., Cambisano, N., Davis, S. R., Farnir, F., Grisart, B., Harris, B. L., Keehan, M. D., Littlejohn, M. D., Spelman, R. J., Georges, M., & Coppieters, W. (2011). Variants modulating the expression of a chromosome domain encompassing PLAG1 influence bovine stature. *Nature Genetics*, 43(5), 405–415. <https://doi.org/10.1038/ng.814>

Liang, D., Fan, Z., Zou, Y., Tan, X., Wu, Z., Jiao, S., Li, J., Zhang, P., & You, F. (2018). Characteristics of Cyp11a during gonad differentiation of the olive flounder *Paralichthys olivaceus*. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(9). <https://doi.org/10.3390/ijms19092641>

Matagne, V., Kim, J. G., Ryu, B. J., Hur, M. K., Kim, M. S., Kim, K., Park, B. S., Damante, G., Smiley, G., Lee, B. J., & Ojeda, S. R. (2012). Thyroid Transcription Factor 1, a Homeodomain Containing Transcription Factor, Contributes to Regulating Periodic Oscillations in GnRH Gene Expression. *Journal of Neuroendocrinology*, 24(6), 916–929. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2826.2012.02302.x>

Mohammadi, A., Alijani, S., Rafat, S. A., & Abdollahi-Arpanahi, R. (2020). Genome-Wide Association Study and Pathway Analysis for Female Fertility Traits in Iranian Holstein Cattle. *Annals of Animal Science*, 20(3), 825–851. <https://doi.org/10.2478/aoas-2020-0031>

EFFECTOS NO GENETICOS DEL CRECIMIENTO Y PROPORCIONES DE KLEIBER DEL GANADO ROMAGNOLA DE REGISTRO EN MÉXICO.

NON-GENETIC EFFECTS OF GROWTH AND KLEIBER RATIOS OF REGISTERED ROMAGNOLA CATTLE IN MEXICO

¹Toxqui-García VS*, ¹Vega-Murillo VE, ²Montaño-Bermúdez M, ²Martínez-Velázquez G, ²Ríos-Utrera A.
¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana. ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

vvega@uv.mx

INTRODUCCIÓN

La raza Romagnola tiene orígenes antiguos, que se derivan de la especie “*Bos taurus macroceros*”, ganado procedente de las estepas de Europa Central y del Este. (Giménez Ramírez, 2016). Es una raza típica de ganado de Romagna que hoy en día se cría exclusivamente para la producción de carne (Bissanti, 2020).

Gracias a las características morfológicas y funcionales de la raza especializada para la producción de carne, junto con el pasado dinámico y de trabajo que garantiza una gran robustez, la Romagnola ha sido notada por numerosos criadores extranjeros (Bissanti, 2020). Tiene escasa presencia en México, pero es posible conseguir animales vía asociación de criadores de razas italianas (Gobierno de Tamaulipas, 2019).

Entre las propuestas para evaluar la eficiencia alimenticia de los animales, el consumo de alimento y el consumo de alimento residual, se han utilizado diversos indicadores. Una desventaja de la mayoría de los índices de eficiencia alimenticia es que requieren medir el consumo de alimento individualmente, a excepción del Índice de Kleiber, lo que aumenta los costos para identificar animales superiores para estos rasgos (Matos *et al.*, 2019).

Es importante determinar la magnitud de los efectos que afectan las características de crecimiento para poder ajustarlos previo a la realización de evaluaciones genéticas y estimación de parámetros y correlaciones genéticas para el aumento de peso diario promedio, el índice de Kleiber y los rasgos de peso para una comprensión más amplia de las posibles respuestas a la selección de esos rasgos (Matos *et al.*, 2019). Dado que el potencial productivo de los animales tiene una base genética que es transmisible a su descendencia, puede aprovecharse para mejorar los niveles de comportamiento animal y la productividad del sistema de producción de carne. Sin embargo, antes de estimar parámetros genéticos y predecir valores genéticos confiables, los registros de comportamiento se deben corregir por los efectos ambientales, ya que éstos pueden disminuir la precisión de las evaluaciones genéticas y con ello la selección de reproductores puede ser errónea (Chin Colli, Magaña Monforte, & Núñez Domínguez, 2012).

Existe poco conocimiento general sobre la raza en México, por lo que, dar a conocer el comportamiento productivo, principalmente de las características de crecimiento, enfocándose en los pesos que alcanzan los ejemplares, puede involucrar a la raza en la toma de decisiones de selección en los hatos de bovinos carne y doble propósito, introduciendo Romagnola a sus Unidades Pecuarias. Por lo anterior el objetivo del presente trabajo es caracterizar el comportamiento del nacimiento al año de edad y proporciones de Kleiber en ganado Romagnola de registro en México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizará la información de los registros ganaderos de la raza Romagnola, proporcionados por la Asociación Mexicana de Criadores de Razas Italianas. Los animales utilizados para el análisis nacieron de 1963 a 2017 en los diferentes hatos registrados por la Asociación, teniendo un total de 4278 registros.

Debido a que, para el análisis, se necesita realizar los cálculos correspondientes para obtener el Peso al Destete ajustado a los 205 días, y Peso al Año ajustado a los 365 días, se procedió a realizar la selección de los ejemplares que cumplieran con los requisitos establecidos por la BIF (Beef Improvement Federation Guidelines, 2018).

El peso ajustado al destete de 205 días se calculó sobre la base de la ganancia diaria promedio desde el nacimiento hasta el destete, utilizando la fórmula:

$$\text{Peso al destete ajustado a los 205 días} = \frac{\text{Peso al destete} - \text{Peso al año}}{\text{Edad al destete}} \times 205 + \text{Peso al año}$$

Los pesos ajustados al destete deben calcularse para becerros dentro de un rango de edad de 160 a 250 días de edad (BIF, 2002). Para el caso de este análisis, los animales que no contaron con el registro de la fecha en la que se realizó el pesaje, sus valores salían del rango de edad indicado, o no contaron con el registro de alguno de los pesos, fueron descartados.

El peso al año ajustado a los 365 días es un rasgo importante, ya que tiene una alta heredabilidad y una asociación genética con la eficiencia de ganancia y rendimiento al mercado (BIF, 2002).

$$\text{Peso al año ajustado a los 365 días} = \frac{\text{Peso final} - \text{Peso al destete}}{\text{Días transcurridos entre los pesajes}} \times 160 + \text{Peso al destete ajustado a los 205 días}$$

El período entre el peso al destete y el peso final debe ser de al menos 160 días. El rango de edad recomendado para el peso al año ajustado de 365 días es de 320 a 410 días, con una edad promedio para cada grupo de manejo de sexo, de al menos, 365 días (BIF, 2002). Se utilizó un rango de días transcurridos entre el pesaje al destete y el pesaje final, de 115 a 205 días, quedando así, el registro de 283 ejemplares, los cuales, fueron utilizados para los análisis estadísticos. Se siguieron los mismos criterios de descarte utilizados para Peso Ajustado a los 205 días. El índice de Kleiber se calculó dividiendo la ganancia de peso diaria promedio (GPD) por el peso metabólico vivo (0.75) (Matos *et al.*, 2019), obteniendo el índice de Kleiber para peso ajustado a los 205 días y peso ajustado a los 365 días. Para el análisis de estas características, se utilizó un modelo lineal general con PROC GLM (SAS, 2013) que incluyó los efectos fijos de sexo, año y época de nacimiento y el efecto del hato. El modelo utilizado fue:

$$y = X\beta + e$$

Donde y es la variable de respuesta (peso al nacimiento, peso al destete, peso al destete ajustado a 205 días, peso al año, peso al año ajustado a 365 días y las proporciones de Kleiber al destete y al año). X es una matriz de diseño que asocia a los elementos de β y que incluirá los efectos fijos de sexo, año y época de nacimiento y el efecto de hato. β Es un vector $p \times 1$ de efectos fijos, respectivamente y e es un vector de errores aleatorio. Las soluciones para los efectos fijos ($\hat{\beta}$) se realizarán por el método de cuadrados mínimos. Las comparaciones entre medias de los efectos fijos considerados en el modelo se realizarán con base en la diferencia mínima significativa protegida de Fisher. Para estimar la tendencia fenotípica entre las variables en

estudio se realizó una regresión lineal simple de las medias de cuadrados mínimos obtenidas en cada análisis sobre el año de nacimiento de la vaca con el procedimiento GLM de SAS (SAS 2013).

RESULTADOS

Los resultados obtenidos muestran que, tanto el sexo como el año y hato de nacimiento, fueron significativos ($p < .0001$) para el peso al nacimiento y peso al destete sin ajustar. No existió una diferencia significativa entre la media de los pesos registrados en las diferentes épocas de nacimiento. Los machos (34.53 ± 0.36) fueron un 9% más pesados que las hembras (31.59 ± 0.24) al momento del nacimiento y un 8% más pesados al destete. Los animales destetados de marzo a mayo, fueron un 1.4% más ligeros (199.36 ± 1.75) que los animales destetados de junio a agosto (202.24 ± 1.85). La edad al destete fue significativa ($p = 0.0003$). Todas las covariables, exceptuando la edad al año ($p = 0.8801$), fueron significativas para peso al año sin ajustar. Los machos alcanzaron una media de 326.79 ± 3.50 kg al año, por su parte, las hembras, alcanzaron 286.24 ± 2.29 kg. Las medias de cuadrados mínimos y errores estándar para peso al nacimiento, destete y al año de edad se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro.1. Medias de cuadrados mínimos y errores estándar para peso al nacimiento, destete y al año de edad por sexo y época.

Efecto		Peso al Nacimiento, kg.	Peso al Destete, kg.	Peso al año, kg.
Sexo	Hembra	31.59 ± 0.24^a	193.06 ± 1.36^a	286.24 ± 2.29^a
	Macho	34.53 ± 0.36^b	209.24 ± 1.98^b	326.79 ± 3.50^b
Época	Dic-feb	32.74 ± 0.32^a	201.21 ± 1.80^a	302.71 ± 3.14^a
	Mar-may	33.16 ± 0.31^a	199.36 ± 1.75^b	308.59 ± 2.97^b
	Jun-ago	33.37 ± 0.33^a	202.24 ± 1.85^a	313.33 ± 3.17^c
	Sep-nov	32.98 ± 0.30^a	201.77 ± 1.74^a	301.43 ± 2.92^a

^{a, b, c} Medias con diferente literal son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$)

Tanto el sexo, como el año de nacimiento, fueron significativos ($p < .0001$) en el peso ajustado a los 205 días; todas las covariables demostraron influir en el peso ajustado a los 365 días, siendo que los animales que alcanzaron el año de edad en la época 1 y 4, es decir, entre los meses de septiembre a febrero, fueron, estadísticamente similares, con pesos de 301.56 ± 3.55 y 301.78 ± 3.30 kg respectivamente. En ambos ajustes, los machos fueron 5 % y 12 % más pesados que las hembras (Cuadro 2).

Cuadro 2. Medias de cuadrados mínimos y errores estándar para peso ajustado a 205 y 365 días de edad, por sexo y época.

Efecto		Peso Ajustado a 205, kg	Peso Ajustado a 365, kg
Sexo	Hembra	193.01 ± 1.66 ^a	288.10 ± 2.59 ^a
	Macho	204.40 ± 2.43 ^b	324.28 ± 3.95 ^b
Época	Dic-feb	201.04 ± 2.20 ^a	301.56 ± 3.55 ^a
	Mar-may	197.38 ± 2.15 ^b	311.61 ± 3.36 ^b
	Jun-ago	197.99 ± 2.26 ^b	309.81 ± 3.58 ^c
	Sep-nov	198.4 ± 2.13 ^b	301.78 ± 3.3 ^a

^{a, b, c} Medias con diferente literal son estadísticamente diferentes (p<0.05)

La ganancia diaria de peso del nacimiento al destete se vio influenciada por el sexo (p < .0001), el año de destete (p < .0001) y el hato (p = 0.0469) al que pertenecía el animal, mientras que, para la GDP del destete al año de edad, fueron significativas todas las covariables involucradas en el análisis, así como el efecto de época.

Cuadro.3. Medias de cuadrados mínimos y errores estándar para ganancia de peso al destete y al año de edad, por sexo y época.

Efecto		Ganancia diaria de peso al destete, kg	Ganancia diaria de peso al año, kg
Sexo	Hembra	0.79 ± 0.01 ^a	0.60 ± 0.02 ^a
	Macho	0.83 ± 0.01 ^b	0.75 ± 0.03 ^b
Época	Dic-feb	0.82 ± 0.01 ^a	0.64 ± 0.02 ^a
	Mar-may	0.80 ± 0.01 ^b	0.73 ± 0.02 ^b
	Jun-ago	0.80 ± 0.01 ^b	0.71 ± 0.02 ^c
	Sep-nov	0.81 ± 0.01 ^c	0.63 ± 0.02 ^d

^{a, b, c} Medias con diferente literal son estadísticamente diferentes (p<0.05)

El año al destete, la época de destete y el hato, fueron significativos para el Índice de Kleiber al destete, a comparación del Índice de Kleiber al año, en el que, todas las covariables fueron significativas, siendo las hembras, un 11 % más eficientes que los machos.

Cuadro.4. Medias de cuadrados mínimos y errores estándar para la proporción de Kleiber al destete y al año de edad, por sexo y época.

Efecto		Proporción de Kleiber al destete, kg	Proporción de Kleiber al año, kg
Sexo	Hembra	15.15 ± 0.09 ^a	8.60 ± 0.2 ^a
	Macho	15.06 ± 0.14 ^a	9.58 ± 0.3 ^b
Época	Dic-feb	15.33 ± 0.13 ^a	8.63 ± 0.27 ^a
	Mar-may	15.06 ± 0.12 ^b	9.74 ± 0.26 ^b
	Jun-ago	14.96 ± 0.13 ^c	9.36 ± 0.27 ^c
	Sep-nov	15.08 ± 0.12 ^b	8.62 ± 0.25 ^a

^{a, b, c} Medias con diferente literal son estadísticamente diferentes (p<0.05)

CONCLUSIONES

Valores altos del Índice de Kleiber al destete (KI205) y valores bajos en la vida adulta son indicadores de menores demandas de mantenimiento, es decir, mayor crecimiento corporal de los animales estudiados al destete sin aumentar los requerimientos energéticos para el mantenimiento (Matos *et al.*, 2019), lo cual, ocurre en el caso de los animales caracterizados en este análisis. Los efectos ambientales juegan un papel importante en la variación de las características de crecimiento por lo que al evaluarlas genéticamente deben ser ajustadas y los efectos considerados en los modelos de evaluación

BIBLIOGRAFÍA

- Bissanti, G. (17 de 06 de 2020). Romagnola. Obtenido de Ecosostenible: <https://antropocene.it/es/2020/06/17/romagnola/>
- Bowman, B., Golden, B., Gould, L., Hough, R., Ponder, K., & Williams, R. (2002). Animal Evaluation. En BIF, Guidelines for Uniform Beef Improvement Programs (págs. 12 - 44). Georgia: University of Georgia.
- Chin Colli, R. C., Magaña Monforte, J. G., & Núñez Domínguez, R. (2012). Factores ambientales y proporción racial que influyen en el peso al nacimiento, al destete y edad al primer parto en bovinos suizo pardo en México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 15(1), 55 - 60.
- Giménez Ramírez, J. C. (2016). Raza bovina Romagnola. Pregón Agropecuario. Obtenido de Sitio Argentino de Producción Animal.
- Gobierno de Tamaulipas. (09 de 2019). Romagnola. Obtenido de Gobierno de Tamaulipas: <https://www.tamaulipas.gob.mx/campo/wp-content/uploads/sites/40/2019/09/romagnola.pdf>
- Matos, M., Cavani, L., Millen Domingues, D., Andrighetto, C., Lupatini, G. C., & da Fonseca, R. (2019). Estimation of genetic parameters for weight traits and Kleiber Index in a Brahman cattle population. *Scientia Agricola*, 459 - 462.

EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA ANTE UNA OLA DE CALOR EN DOS GRUPOS GENÉTICOS: LOCAL Y SINTÉTICO

EVALUATION OF THE RESPONSE TO A HEAT WAVE IN TWO GENETIC GROUPS: LOCAL AND SYNTHETIC

Romero RLA*¹, Domínguez MB¹, Cervantes AP¹, Hernández BA¹

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana (UV), Veracruz, México.

beldominguez@uv.mx

INTRODUCCIÓN

En el sector ganadero, el estrés por calor es uno de los determinantes asociados con la reducción en la productividad y bienestar animal (Singh et al., 2018). En los últimos años, se ha registrado un incremento en la temperatura ambiental, lo que provoca una mayor frecuencia y severidad de olas de calor, que se define al período de tres a cinco días sucesivos donde se alcance temperaturas máximas por encima o al menos 32 °C al día (Lees et al., 2019). Esto genera una preocupación constante debido a los efectos negativos sobre todo en los sistemas de producción intensiva en las regiones tropicales, donde las altas temperaturas y porcentaje de humedad en los meses de verano reducen aún más la capacidad de los animales para disipar el calor, provocando un mecanismo de respuestas fisiológicas (incremento en la frecuencia respiratoria y temperatura corporal), conductuales (disminución del consumo de alimento e incremento de la ingesta de agua) y neuroendocrinas (activación y liberación de hormonas), con la finalidad de alcanzar su homeostasis térmica (Oke et al., 2021). Así mismo, el nivel de respuesta del ganado ante estas condiciones se basa en la interacción de factores que incluye además del medio ambiente, el manejo y susceptibilidad individual. Ésta última, se encuentra influenciada por el sexo, temperamento, estado de salud, etapa reproductiva, condición corporal, color de pelo y adaptabilidad (Brown-Brandl, 2018), lo que provoca diferencias entre el ganado tolerante y sensible ante estos eventos de calor, principalmente en los índices de frecuencia respiratoria, ya que el animal intenta aumentar la transferencia de calor y flujo de aire a través del sistema respiratorio, por lo que se ha considera la variable fisiológica más sensible para evaluar la termotolerancia y que además es precursora de cambios en otras variables como la temperatura corporal, sudoración y frecuencia cardíaca (Islam et al., 2021). El conocimiento de las respuestas de los diferentes grupos genéticos bovinos ante diversas condiciones de carga de calor permite mejorar y generar alternativas, además de seleccionar animales con mayor grado de adaptabilidad, y de esta manera obtener resultados favorables en los parámetros productivos y salud de los animales (Pires et al., 2019).

OBJETIVO

El objetivo de esta investigación fue comparar las respuestas fisiológicas de dos grupos genéticos en un sistema de engorda intensiva durante la presentación de olas de calor en la región tropical del centro de Veracruz.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluaron 20 bovinos de ambos sexos de dos grupos genéticos: Criollos del Golfo (BCG) y 20 Brangus (BB), con un peso promedio de 300 kg de peso y 18 meses de edad, en una ocasión en el mes de mayo y septiembre. Los animales se encontraban bajo las mismas condiciones de

alojamiento y manejo en un sistema de engorda intensiva, ubicado en el municipio de Veracruz, Veracruz, contando con un clima cálido tropical subhúmedo (Aw) (INEGI, 2010).

De manera individual, en horario de 12:00 a 2:00 p.m. en estado de reposo, se obtuvo la frecuencia respiratoria (respiraciones/minuto) (FR) a partir de la observación de los movimientos en la región del flanco del animal durante un minuto. La temperatura de capa (TC) ($^{\circ}\text{C}$) se midió con el empleo de un termómetro digital infrarrojo Steren® colocándolo en la parte frontal de la cabeza.

Así mismo, se registró la temperatura ambiental y el porcentaje de humedad durante tres días antes y al momento del estudio, empleando termohigrómetro digital AcuRite® colocados *in situ*, para determinar el Índice de Temperatura y Humedad (ITH) por medio de la fórmula propuesta por Valtorta y Gallardo (2004): $(1.8 \times \text{temperatura}) + 32 - (0.55 - 0.55 \times \text{humedad relativa} / 100) \times (1.8 \times \text{temperatura} - 26)$ y de esta manera definir la presentación de una ola de calor, que son períodos de tres o más días consecutivos con temperaturas ambientales máximas de 32°C o ITH mayor a 82 (Lees et al., 2019).

Por medio del software STATISTICA V7, se analizaron los datos de FR y TC a través del análisis de varianza (ANOVA) para encontrar la diferencia entre las respuestas fisiológicas de los dos grupos genéticos y para encontrar la correlación con el grupo genético, género e ITH/mes se realizó una regresión lineal múltiple y una Prueba de correlación de Pearson.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los registros de temperatura ambiental y humedad, durante los días previos y al momento del estudio, arrojaron diversos valores de ITH, obteniendo un valor promedio de 88 y 85 en el mes de mayo y septiembre respectivamente, que de acuerdo con lo documentado por Nienaber y Hanh (2007), indica que los bovinos se encontraban en un estado de emergencia por estrés calórico en ambos períodos (Figura 1).

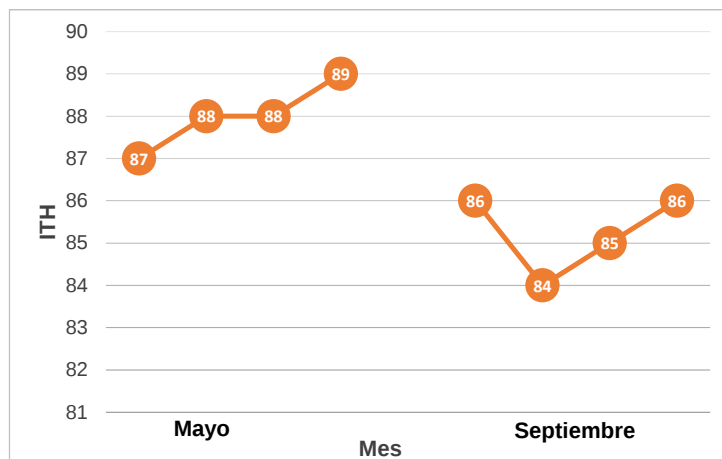


FIGURA 1. ITH DURANTE LOS PERÍODOS DE EVALUACIÓN DE DOS GRUPOS GENÉTICOS: LOCAL Y SINTÉTICO.

La FR en los dos grupos: BCG y BB mostraron diferencia estadística ($p < 0.05$); en el mes de mayo los BCG presentaron un promedio menor con 85 ($\text{DE} \pm 0.72$) respiraciones/minuto, mientras que los BB registraron una FR de 94 ($\text{DE} \pm 0.62$) respiraciones/minuto. De igual manera, en el mes de septiembre los BB obtuvieron una FR mayor que los BCG (86 ± 0.66 vs 74 ± 0.72) (Figura 2).

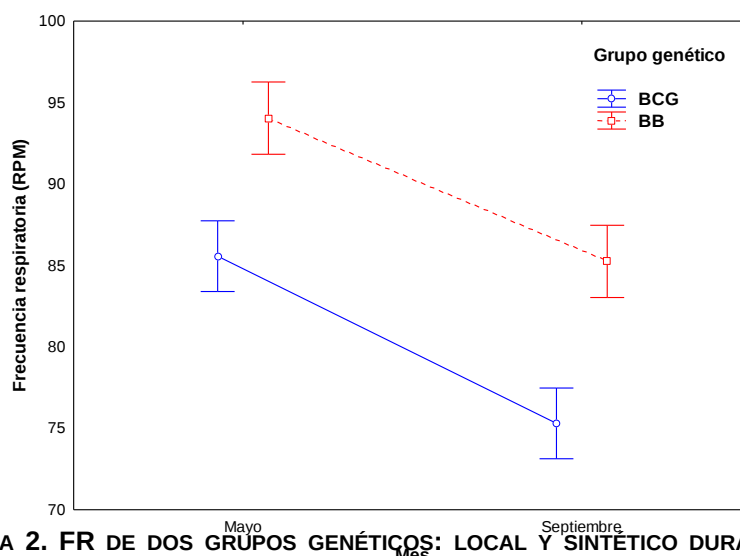


FIGURA 2. FR DE DOS GRUPOS GENÉTICOS: LOCAL Y SINTÉTICO DURANTE LA PRESENTACIÓN DE UNA OLA DE CALOR EN DOS DIFERENTES MESES.

Por su parte, la TC también mostró diferencia estadística ($p < 0.05$) entre el grupo genético BCG y BB, presentando mayor promedio los BB en las dos presentaciones de olas de calor, con temperaturas promedio de 40.4 ± 0.07 y 38.2 ± 0.47 °C en el mes de mayo y septiembre (Figura 3).

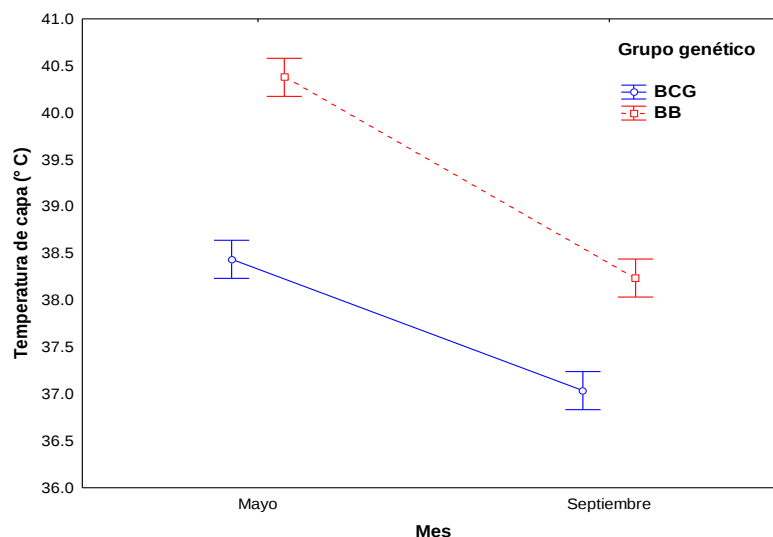


FIGURA 3. TC DE DOS GRUPOS GENÉTICOS: LOCAL Y SINTÉTICO DURANTE LA PRESENTACIÓN DE UNA OLA DE CALOR EN DOS DIFERENTES MESES.

Los valores estimados de las correlaciones del grupo genético y las variables bajo estudio se presentan en la Tabla 1. Las correlaciones de G con las demás características no fueron significativas ($p < 0.05$), mientras que la FR tuvo correlaciones significativas y altas con TC

(positiva), GG (positiva) y M (negativa). Por su parte, TC tuvo correlaciones altas con GG (positiva) y M (negativa).

En correspondencia con estos resultados, en Brasil, un estudio realizado con grupos genéticos

Variable	FR	TC	GG	M
G	-0.01	0.03	0.00	0.00
FR		0.86**	0.68**	-0.60**
TC			0.63**	-0.70**
GG				-0.00

Tabla 1. Valores estimados de las correlaciones entre el Género (G), Frecuencia Respiratoria (FR), Temperatura de Capa (TC), Grupo Genético (GG) y Mes/ITH (M). ** ($p < 0.05$).

bovinos localmente adaptados encontró que el ITH tiene una influencia positiva sobre la frecuencia respiratoria, (Vieira et al., 2022), lo que confirma que esta es una respuesta primaria, debido a que es la principal fuente de pérdida de calor a medida que la temperatura ambiental aumenta, ya sea en el mismo día o días consecutivos, mayor es la influencia sobre la frecuencia respiratoria, así mismo, concluyen que la temperatura corporal es una respuesta secundaria, debido a la poca variación entre los grupos evaluados (Habibu et al., 2019).

Por su parte, un estudio realizado con cámaras ambientales controladas con la finalidad de simular la presentación de olas de calor en bovinos de engorda, concluyó que la tasa de respiración se vio afectada principalmente por la temperatura ambiente, así como el consumo de alimento y la producción de calor, sin embargo, al sólo contemplar la temperatura ambiente, carece de la interacción de otros factores influyentes sobre la presentación de las olas de calor, como la humedad, radiación solar y velocidad del viento (Brown-Brandl et al., 2005).

La adaptación de grupos genéticos bovinos a las regiones de clima tropical es fundamental debido al alto índice de temperatura y humedad ambiental que puede limitar su sustentabilidad productiva (Naranjo-Gómez et al., 2021). Rojas-Downing et al., (2017), mencionan que las razas de ganado autóctonas presentan una mejor capacidad de adaptabilidad, lo que les aporta mayor resistencia que les permite hacer frente y tener una eficiencia productiva en entornos críticos, debido a las características de adaptación genética y fisiológica; a pesar de que su potencial de producción es inferior, el nivel de producción se mantiene relativamente estable en comparación con razas europeas o sus cruces con *Bos indicus*.

CONCLUSIONES

En las regiones tropicales, las condiciones climáticas comprometen la productividad y bienestar de los animales, por lo que el conocer las diferentes respuestas fisiológicas de los diversos grupos genéticos que se tienen en la región, permite buscar y establecer estrategias de mitigación durante los períodos de carga de calor prolongados. Con este estudio, se observó que en las dos ocasiones de evaluación en durante meses diferentes, se presentaron olas de calor con altos índices de ITH, lo que influye en el bienestar de los bovinos, donde el grupo genético sintético Brangus, manifestó un mayor esfuerzo para la disipación de calor, observando un incremento en la frecuencia respiratoria y temperatura de capa, en comparación con los bovinos Criollos del Golfo, que se establece como un grupo genético local adaptado, atribuyéndole un alto grado de adaptabilidad y rusticidad en climas tropicales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brown-Brandl, T. M. (2018). Understanding heat stress in beef cattle. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 47.
- Brown-Brandl, T. M., Eigenberg, R. A., Hahn, G. L., Nienaber, J. A., Mader, T. L., Spiers, D. E., & Parkhurst, A. M. (2005). Analyses of thermoregulatory responses of feeder cattle exposed to simulated heat waves. *International Journal of Biometeorology*, 49(5), 285-296.
- Islam, M. A., Lomax, S., Doughty, A. K., Islam, M. R., Thomson, P. C., & Clark, C. E. F. (2021). Revealing the diversity in cattle behavioural response to high environmental heat using accelerometer-based ear tag sensors. *Computers and Electronics in Agriculture*, 191, 106511. <https://doi.org/10.1016/J.COMPAG.2021.106511>
- Lees, A. M., Sejian, V., Wallage, A. L., Steel, C. C., Mader, T. L., Lees, J. C., & Gaughan, J. B. (n.d.). *The Impact of Heat Load on Cattle*. <https://doi.org/10.3390/ani9060322>
- Pires, B. v., Stafuzza, N. B., Lima, S. B. G. P. N. P., Negrão, J. A., & Paz, C. C. P. (2019). Differential expression of heat shock protein genes associated with heat stress in Nelore and Caracu beef cattle. *Livestock Science*, 230, 103839. <https://doi.org/10.1016/J.LIVSCI.2019.103839>
- Rojas-Downing, M. M., Nejadhashemi, A. P., Harrigan, T., & Woznicki, S. A. (2017). Climate change and livestock: Impacts, adaptation, and mitigation. *Climate Risk Management*, 16, 145–163. <https://doi.org/10.1016/J.CRM.2017.02.001>
- Vieira, R., Louvandini, H., Barcellos, J., Martins, C. F., & McManus, C. (2022). Path and logistic analysis for heat tolerance in adapted breeds of cattle in Brazil. *Livestock Science*, 258, 104888. <https://doi.org/10.1016/J.LIVSCI.2022.104888>

Palabras claves: adaptación, termotolerancia, razas criollas.

NUTRICION

USO DEL RAQUIS DE PLÁTANO (MUSA SPP) COMBINADO CON PASTOS DE ALTO VALOR PROTEICO COMO SUPLEMENTO EN LA ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES

USE OF PLANTAIN RACHIS (MUSA SPP) COMBINED WITH HIGH-PROTEIN GRASSES AS A SUPPLEMENT IN THE FEEDING OF RUMINANTS

Ramírez REO*, Sánchez GAA, Rivera-Alegría FM y Gómez VA
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. División Académica de Ciencias Agropecuarias

harryvaldo@live.com.mx, flor.rivera@ujat.mx

INTRODUCCIÓN

Los rumiantes cuentan con pre-estómagos (rumen, retículo, omaso), así como un estómago verdadero (abomaso) y es en este lugar donde se secretan enzimas digestivas. El rumen es el primer estómago y el más grande, aquí se encuentra la mayor cantidad de microorganismos, los cuales son los encargados de descomponer y fermentar los alimentos que fueron digeridos por el animal, esto tiene como resultado la producción de ácidos grasos volátiles, los cuales serán absorbidos por los animales, ya que es una fuente importante de energía. (INATEC, 2016)

Dependiendo del tipo de alimento que se les suministre a estos animales (concentrado o forrajes) va a variar en su producción de ácidos volátiles. Si la cantidad de concentrado que se le da al animal es mayor que el forraje, la proporción del ácido propiónico es mayor que el acético, lo cual incrementa la producción de leche, pero hay una disminución en la grasa de la misma, en caso contrario, si le proporcionamos una mayor cantidad de forraje, existe un incremento en la producción de ácido acético, esto a su vez tiene como consecuencia una disminución en la producción de leche, pero aumenta la grasa que existe en la misma. (INATEC, 2016)

La relación nutritiva es aquella que existe entre la proteína digestible y la energía total o del resto de los principios nutritivos en la dieta del animal. La relación nutritiva óptima varía de acuerdo a la edad y a la actividad que el animal realice (producción de leche, lactancia, gestación, engorde, etc.), puede ser peligroso el hecho de variar bruscamente, sobre todo en el momento del destete. (INATEC, 2016)

Los principales nutrientes requeridos por los animales son elementos como las proteínas, las grasas, los carbohidratos, vitaminas y minerales. La proteína es un compuesto que contiene nitrógeno, el cual es el componente principal del músculo y la sangre, los cuales son las sustancias más importantes para el organismo. Este nutriente presenta una vulnerabilidad particular a la fermentación que se realiza en el rumen del animal, los microorganismos que ahí se encuentran son capaces de sintetizar todos los aminoácidos, incluyendo aquellos que son esenciales para el hospedero, por tal motivo, los rumiantes son mayormente independientes de la calidad de las proteínas ingeridas. Además, dichos microorganismos pueden utilizar fuentes de nitrógeno no proteico (NNP), como sustrato para poder sintetizar los aminoácidos. Aquellas proteínas y NNP que entran en el rumen son sintetizadas por las enzimas microbianas, realizando

de este modo la formación de péptidos, los cuales son degradados a aminoácidos y utilizados para la formación de proteínas microbianas. (INATEC, 2016)

Los carbohidratos son sustancias importantes que se consumen como energía, se encuentran en los músculos en forma de glucógeno. En el tracto digestivo de estos animales los microorganismos funcionan en la descomposición y digestión de los alimentos. La grasa es el nutriente que tiene 2.25 veces más energía que las proteínas y los carbohidratos, esta sustancia juega un papel importante en la absorción de vitaminas solubles en grasa. (INATEC, 2016)

Los recursos naturales se agotan por lo tanto se recurre a las alternativas. El plátano (*Musa spp*) y sus subproductos, son fuente importante de fibra dietética, vitaminas B6, C, A y minerales (potasio, magnesio, calcio) se puede cultivar en regiones que presente clima cálido-húmedo, su consumo es mundial debido a su disponibilidad, valor nutritivo y bajo costo. Es rico en vitaminas B6, C y A, es bajo en sodio, no contiene grasas ni colesterol. (Chávez *et al.* 2017)

El plátano es un fruto altamente consumido en todo el mundo por sus características nutricionales, rentabilidad y fácil manejo. En México anualmente se cultivan diversas variedades en una superficie de 70.000 hectáreas con una producción superior a 2 millones de toneladas de producto fresco. (Chávez *et al.* 2017)

Las producciones plataneras originan una gran cantidad de desechos orgánicos y frutos de rechazo, que pueden ser aprovechados como subproductos en alimentación animal. El raquis principalmente, por sus características de fibra y beneficio en la fermentación, acompañados de pastos mejorados ayudan en la nutrición de los animales, generan bajos costos de alimentación animal para los pequeños y medianos productores.

Este desecho al no ser aprovechado podría tener diversas formas para ser reutilizado, como lo es en el caso de este trabajo de investigación, el cuál propone utilizar el raquis para ser mezclado con otros forrajes de calidad, que están siendo utilizados como alimentos para el ganado, de esta forma al mezclarlos se pretende crear una combinación alternativa de alimento para el ganado.

OBJETIVOS

Objetivo general: Evaluar el efecto del pellet, de una combinación entre el raquis de banano (*Musa spp*) con pastos de alto valor proteico (King Grass, Camerún, OM22 y Maralfalfa) para beneficiar las dietas balanceadas de rumiantes.

Objetivos específicos:

- Evaluar la calidad nutritiva del raquis de banano (*Musa spp*).
- Evaluar la calidad nutritiva de los pastos (King Grass, Camerún, OM22 y Maralfalfa)
- Evaluar la calidad nutritiva del Pellet de las diferentes combinaciones entre los diversos pastos (King Grass, Camerún, OM22 y Maralfalfa) y el raquis de banano.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Rancho el Rodeo, localizado en el municipio de Jalapa, Tabasco en donde se sembraron los pastos del estudio. El raquis de banano se obtuvo de las plataneras del municipio de Teapa, Tabasco. Los estudios de laboratorio se efectuaron en el laboratorio de alimentos de la División Académica de Ciencias Agropecuarias de la UJAT.

Se sembraron 4 tipos de pastos en el mes de octubre del 2021 (King Grass, Camerún, OM22 y Maralfalfa). El terreno fue arado con tractor, rastrado y surcado con azadón. Los surcos se distanciaron 70 centímetros. Se sembraron tallos de entre 90 y 120 días de edad acostados dentro del surco, distribuyendo de forma traslapada.

A los 7 meses se tomaron muestras de materia verde de una superficie de 1X9 metros por cada pasto, a una altura de corte de 30cm, se pesaron y se determinó el rendimiento por hectárea.

Se tomó una muestra de 1 kg de materia verde de cada pasto y 1 kg de materia verde del raquis de banano (se cortaron de tal forma que encajaran en las bandejas) los cuales se sometieron a un proceso de deshidratación en la estufa de secado a una temperatura de 70 °C por un periodo de 72 horas. Posteriormente se procedió a triturar las muestras.

La evaluación del nivel proteico de cada muestra se efectuó mediante el método macro kjeldahl.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento de materia verde por hectárea fue el siguiente: OM22 10.36T, Maralfalfa 5.77T, Camerún 10.17T, King Grass 7.52T., por corte.

Los niveles de proteína obtenidos de los pastos a través del método macro kjeldahl en el laboratorio de la DACA-UJAT, fueron los siguientes: Maralfalfa 15.31%, King Grass 12.25% y para OM22 y Camerún fueron 11.81%. Se analizaron además por el método micro kjeldahl en las instalaciones del Instituto Politécnico donde se arrojaron los siguientes datos: Maralfalfa 24.79%, King Grass 25.67%, OM22 23.48%, y 17.83 para Camerún.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

El rendimiento de materia verde por corte, pudiese ser aumentado a 4 cortes al año (cortes cada 90 días-3 meses), sin embargo de igual forma son índices relativamente bajos de producción en comparación a estudios de Cerdas y Vallejos en 2010 con rendimiento de 27-44T sin aporte de nitrógeno, posiblemente estos niveles deficientes se deban al efecto de la temporada de sequía que atravesaba la región, aunado a las carentes agrupaciones de tallos crecientes a lo largo de algunas secciones de los surcos.

En cuanto al contenido proteico de los pastos, los resultados de los exámenes mostraron de igual forma una diferencia un tanto significativa en los niveles de proteína de los pastos analizados en las dos diferentes instituciones, aunque las muestras se obtuvieron de la misma parcela. Esto sugiere alteraciones, posiblemente a que los análisis de cada institución fueron realizados en distintos tiempos por lo cual la calidad del forraje disminuyó, o posiblemente a errores cometidos con el método macro Kjeldahl.

Hasta la fecha se ha evaluado únicamente el nivel proteico y rendimiento de materia verde de los 4 pastos en estudio, y a la espera de los resultados para el raquis de plátano así como de los pellets de la combinación del raquis con los pastos.

RECONOCIMIENTOS

A nuestra alma mater la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco y a nuestra División Académica de Ciencias Agropecuarias, al Rancho el Rodeo por permitirnos usar sus praderas e instalaciones, a nuestra directora de tesis la profesora Flor de María Rivera Alegría y a nuestro codirector de tesis el profesor Armando Gómez Vázquez por su guía en este proceso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Chávez EV, Valencia OA, Córdova NC, Flores EN, Jarillo RJ, Noa CJ (2017) Lixiviados de Raquis de Plátano: Obtención y Usos Potenciales. Cuadernos de Biodiversidad, 1-8.

INATEC (2016) Manual del protagonista. Nutrición animal. 1-140. Recuperado de <https://www.biopasos.com/documentos/087.pdf>.

Cerdas R, Vallejos E (2010) Productividad del pasto Camerún (*Pennisetum purpureum*) con varias dosis de nitrógeno y frecuencias de corte en la zona seca de Costa Rica. 1-18. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/666/66620589009.pdf>.

Palabras clave: raquis, pellet, pastos.

CINÉTICA DE CRECIMIENTO Y VALOR NUTRITIVO DE DOS ESPECIES DEL GÉNERO LEMNA COMO ALTERNATIVA EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL.

GROWTH KINETICS AND NUTRITIONAL VALUE OF TWO SPECIES OF THE LEMNA GENUS AS AN
ALTERNATIVE IN ANIMAL FEEDING.

Aguilar ALS*, Rivera AFM y Sánchez HR

Instituto Tecnológico de la Zona Olmeca. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. División Académica
de Ciencias Agropecuarias.

solauaguilararias@gmail.com, flor.rivera@ujat.mx

INTRODUCCIÓN

En el mundo se han cosechado diferentes plantas acuáticas, especialmente en Asia, con propósitos de fitorremediación como alternativa sustentable en agua residuales (Leng, R. A. (1999), otras características que poseen es la capacidad de absorber gran cantidad de nutrientes presentes en el agua principalmente nitrógeno y fosforo, así como metales pesados (Leng, R. A. (1999.) entre las que destacan lechuga de agua (*Pistia*), Jacinto de agua (*Eichhcornia crassipes*), lenteja de agua (*Lemna*) y helecho de agua (*azolla*). En la actualidad en México y Venezuela, la lenteja de agua es utilizada para alimentar cerdas gestantes y lechones, como alternativa, remplazando parte de la proteína proveniente de pasta de soya en un 80% o en conjunto de harina de pescado, con efectos positivos en producción. (Tavares, et al., 2008).

El uso de materias primas alternativas en la alimentación animal, ofrece oportunidades para reducir las importaciones y conservar los costos para la alimentación humana y animal. Actualmente es un reto para pequeños, medianos y grandes productores en la búsqueda de soluciones para producciones avícolas, porcinas y cunícolas ecológicamente sostenibles y eficientes (Lon Wo 1995, González et al. 1999 y Nieves et al. 2001).

En las zonas tropicales existe disponibilidad y amplia variedad de recursos factibles de ser utilizados en la alimentación animal. Debido a la escasez de los recursos naturales y el aumento de la sobrepoblación los costos de los insumos se elevan, para la elaboración de alimentos balanceados, por ello existe la necesidad de evaluar el potencial de alimentos no convencionales, entre los que se encuentran las macrófitas acuáticas, resaltando dentro de este amplio grupo por sus características nutritivas la lemna y con el fin de contribuir al desarrollo de sistemas acuícolas de bajo costo.

Según Rodríguez (1994) menciono que para incluir cualquier materia prima alternativa en la práctica productiva es necesario conocer las características bromatológicas del producto, su repercusión en la fisiología digestiva del animal mediante técnicas adecuadas para evaluar el óptimo aprovechamiento en su totalidad del producto. Las principales fuentes de proteína no convencionales que se han utilizado son a base de semillas, hojas, subproductos agrícolas y alimentos orgánicos para tilapias (Rivas-Vega et al., 2012), pero la acuicultura orgánica difiere de lo convencional, ya que emplea prácticas que se asemejan a las condiciones naturales (Bermúdez et al., 2012). Sin embargo, la mayoría de los alimentos utilizados en alimentación animal, ha sido de manera errónea dando como resultado dietas que afectan la rentabilidad del cultivo (Castelló-Orvay, 2000).

La lenteja de agua alcanza niveles de proteína hasta un 38% de su biomasa (Chará 1998). Este aporte proteico y su facilidad de cultivo, permite ensayos en aves a temprana edad de producción, obteniendo resultados en aumento de peso y producción de huevos comparables al suplemento proteínico usual (Bui, et al., 2002) con la ventaja de presentar una disminución del 25% en los costos de alimentación en países asiáticos. (Bui, et al., 2002). Es importante generar la búsqueda de nuevos ingredientes no convencionales con el fin de elevar el rendimiento, calidad y rentabilidad (Casas et al., 2006), pero uno de los factores limitantes es que cumplan con todos los requerimientos nutricionales para la especie de cultivo y que estos resulten rentables (Parashuramulu et al., 2013). Por ello el presente trabajo tiene como objetivo identificar nivel proteico y digestibilidad en harina de las lentejas de agua (***Lemna minor*** y ***lemna major***) y ser utilizada en alimentación animal.

OBJETIVOS

Objetivo general: Comparar cinética de crecimiento y valor nutritivo de dos especies del género *Lemna* como alternativa de ingrediente en la alimentación animal.

Objetivos específicos:

- Evaluar la producción de biomasa por metro cuadrado de dos especies del género ***Lemna***, a los días 15, 30, 45 y 60 respectivamente, conociendo así la cantidad de materia verde disponible como ingrediente animal.
- Comparar edad optima de dos especies del género ***Lemna*** a los días 15, 30, 45 y 60 donde se intensifican sus propiedades proteicas para el uso correcto como ingrediente en dietas balanceadas de origen animal.
- Determinar digestibilidad del género ***Lemna*** para evaluar la fracción adsorbida del alimento consumido, y conocer la importancia de la disponibilidad de nutrientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el Rancho El Rodeo, ubicado en la carretera a Víctor Fernández Manero 1ra Sección; se localiza a 15.0 kilómetros en dirección sur de la localidad de Jalapa, Tabasco. Se ocupó dos variedades de lenteja de agua (***Lemna minor*** y ***Lemna major***) se dividieron en dos grupos considerando sus variedades, se clasificaron en 4 tratamiento. Se ocuparon 1,200 g por especie, para su posterior evaluación de cinética de crecimiento considerando (peso final menos peso inicial), y determinar nivel proteico (Kjeldahl) y digestibilidad (*in vitro*) con respecto al tiempo considerando los días 0, 15, 30, 45, y 60. Se seleccionaron 10m² de ***Lemna minor*** y ***Lemna major*** donde se procedió a determinar kg/m² en un jaguey con capacidad de 5000m² se procedió a secar en una estufa a 65° durante una semana con tres replicas, para la variedad ***minor*** y ***major*** se tomaron 8 m². Se elaboraron 12 m² de PVC dividido por metro cuadrado para dos tratamientos considerando factor A las especies de ***Lemna minor*** y ***Lemna major***, como factor B se consideró el tiempo (0, 15, 30, 45 y 60) se sembró 100g de las dos especies de ***Lemna*** y, se monitoreó el crecimiento con respecto al tiempo. La evaluación del nivel proteico de cada muestra se efectuó mediante el método macro kjeldahl.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Por cada metro cuadrado se obtuvo 25 kg de biomasa en base húmeda de la especie **Lemna**, que al someterla al proceso de secado se obtuvo 2.5 kg, esto quiere decir que un 90 % del peso real de las **Lemnass** es agua, estos datos se pueden comparar con los obtenidos por (Reyes et al., 2011) quienes mencionan que el 78% de la **Lemna** es agua y el porcentaje restante están incluidas las proteínas, fibras y materia seca. Los niveles de proteínas obtenidos de las dos especies de **Lemnass** a través del método macro kjeldahl realizadas en las instalaciones del Instituto Politécnico fueron los siguientes **Lemna minor** en el día 0 de 12.78% así hasta llegar al día 35 con un 21.29%, **Lemna major** en el día 0 de 15.44% así hasta llegar al día 60 con un 44.1%. La **Lemna minor** fue comparada con la **Lemna major** mostrando esta una digestibilidad en el día 0 de 70.9%, así hasta llegar al día 60 con un 77.4% de digestibilidad esto nos dice que en el caso de la mayor presenta una mayor digestibilidad en comparación al tiempo. Este alto contenido de fibra, representa una excelente opción en la inclusión en la alimentación animal.

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN

Se pudo observar que las dos especies del género **Lemna** no se adaptan de la misma forma a los cambios ambientales, de temperatura y a los mantos acuáticos. Presentando mejor resistencia y adaptación la especie **Major**, otros factores mencionados en este trabajo, es que la variedad **Major** durante su cinética de crecimiento mostró mejores valores proteicos, fibra y materia seca.

Es por ello que se recomienda su uso como ingrediente en alimento de origen animal como alternativa, en sus etapas de mayor concentración de proteínas y digestibilidad durante su cinética de crecimiento de la lenteja de agua **Lemna major**.

RECONOCIMIENTOS

A nuestra alma mater Instituto Tecnológico de la Zona Olmeca a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Agropecuarias, al Rancho el Rodeo por permitirnos usar sus instalaciones, a la profesora Flor de María Rivera Alegría y al profesor Rufo Sánchez Hernández asesores de este proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bermúdez, A. M. R. A., Muñoz-Ramírez, A. P., & Wills, G. A. (2012). Evaluación de un sistema de alimentación orgánico sobre el desempeño productivo de la tilapia nilótica (*Oreochromis Niloticus*) cultivada en estanques de tierra. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 59(3), 165-175.

Bui, x.m., b. ogle and J.E. Lindberg. 2002. Use of duckweed as a protein supplement for breeding ducks. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*. 15 (6): 866-871.

Casas-Valdez, M., Portillo-Clark, G., Águila-Ramírez, N., Rodríguez-Astudillo, S., Sánchez-Rodríguez, I., & Carrillo-Domínguez, S. (2006). Efecto del alga marina *Sargassum* spp. sobre las variables productivas y la concentración de colesterol en el camarón café, *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes, 1900). *Revista de biología marina y oceanografía*, 41(1), 97-105.

Castelló-Orvay, F. (1998). Alimentos y estrategias de alimentación para reproductores y juveniles de peces marinos. *Avances en Nutrición Acuícola*.

Chará, J. 1998. El potencial de las excretas porcinas para uso múltiple y los sistemas de descontaminación productiva. CIPAV. Disponible en: www.cipav.org.co/cipav/confr/chara1.html

Leng, R. A. (1999). Duckweed: A tiny aquatic plant with enormous potential for agriculture and environment.

Lon Wo, E. (1995). Alimentación no convencional para las aves en el trópico. XIV Congreso Latinoamericano de Avicultura. *Memorias. Santiago, Chile*, 73.

Parashuramulu, S., Swain, P. S., & Nagalakshmi, D. (2013). Fraccionamiento proteico y digestibilidad in vitro de Azolla en rumiantes. *Revista en línea de investigación de animales y piensos*, 3(3), 129-132.

Reyes Sánchez, N., & Mendieta Araica, B. (2000). Determinación del valor nutritivo de los alimentos.

Rivas-Vega, M. E., López-Pereira, J. L., Miranda-Baeza, A., & Sandoval-Muy, M. I. (2012). Sustitución parcial de harina de sardina con *Moringa oleifera* en alimentos balanceados para juveniles de tilapia (*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*) cultivada en agua de mar. *Biotechnia*, 14(2), 3-10.

Rodríguez, J. (1994). Preevaluación rápida de nuevos alimentos para las aves. II Encuentro regional de Nutrición de Monogástricas. *Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba*, 14.

Tavares, F. de A.; Roudrigues, J. S. R. ; Fracalossi, D.M. ; Esquivel, J. ; Roubach, R., 2008. La lenteja de agua seca y el alimento comercial promueven el rendimiento de crecimiento adecuado de los alevines de tilapia. *Biotemas*, 21 (3): 91-97

Palabras claves: lenteja de agua, alimento, animal.

REPRODUCCION

INYECCIÓN INTRACITOPLASMÁTICA DE ESPERMATOZOIDES PROVENIENTES DE TEJIDO TESTICULAR CONGELADO EN OVOCITOS BOVINOS FRESCOS UTILIZANDO TRES DESESTABILIZADORES DE MEMBRANA

INTRACITOPLASMATIC SPERM INJECTION WITH FROZEN TESTICULAR TISSUE SPERMATOZOA INTO FRESH BOVINE OOCYTES USING THREE MEMBRANE DESTABILIZERS

Lepe AIE* ^a, Zárate GOE ^a, Violeta PVT^a, Rosendo PA^b, Cruz RA^a, Domínguez MB^a, Vega-Murillo VE ^a, Canseco SR^a.

^aFacultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana.

^bColegio de Postgraduados Campus Veracruz.

*ilepe@uv.mx

INTRODUCCIÓN

La disminución en la fertilidad del ganado es un problema reconocido de manera global que representa una importante pérdida animal y económica¹. Además, el 22% de las razas de ganado del mundo está en peligro de extinción o en trance de desaparición². Una estrategia para conservar especies productivas o las que se encuentran en peligro de extinción, es la creación de bancos de germoplasma, ya sea conservando gametos o tejido gonadal para ser utilizados en técnicas de reproducción asistida. La fertilización *in vitro* (FIV) tiene algunas variantes si se combina con técnicas como la inyección intracitoplasmática de espermatozoides (ICSI). Los procesos de colecta de ovocitos y su maduración suelen ser iguales para FIV e ICSI; sin embargo, esta técnica suele tener una eficiencia menor en bovinos comparada con otras especies y aún se desconoce si las deficiencias en esta técnica se deben a la activación de ovocitos defectuosos y/o a la descondensación de la cabeza del espermatozoide lo que limita el éxito de esta técnica cuando es aplicada en bovinos³.

OBJETIVO

El objetivo fue determinar la diferencia en la tasa de fertilización y desarrollo embrionario de ovocitos bovinos madurados *in vitro* frescos, al ser fertilizados por espermatozoides descongelados (ED) o ICSI de espermatozoides descongelados o provenientes de tejido testicular fresco (TTF) o congelado (TTC).

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó empleando ovocitos frescos: Tratamiento (TRT) -1 FIV con (ED), TRT-2 ICSI con ED, TRT-3 ICSI con TTF, TRT-4 ICSI con TTC. Los espermatozoides utilizados fueron desestabilizados por 3 métodos: Triton X-100 (TX-100), Lisolectina (LL) y Heparina glutatión (Hep-GSH). Los ovocitos fueron madurados *in vitro* y aquellos en MII se destinaron a ICSI y fueron inyectados con espermatozoides morfológicamente normales. De ahí fueron tratados de forma idéntica que los ovocitos de FIV convencional. Se determinó el porcentaje de presuntos cigotos que alcanzaron el estadio de blastocisto de calidad 1 y 2 (excelente y bueno)⁴. Las variables de respuesta se analizaron con un modelo lineal generalizado utilizando PROC GLIMMIX (SAS, 2014). Las comparaciones entre medias de los efectos en el modelo se realizaron con base en la diferencia mínima significativa de Fisher.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El porcentaje de desarrollo a las 48 h de embriones producidos por ICSI con ED fue similar al control, pero superior a los otros TRT de ICSI (F/T 57 ± 5 , FIV 61 ± 6 FTT 43 ± 5 y CTT 41 ± 5 ; $p < 0.05$), sin embargo, para el D8 no hubo diferencia en desarrollo embrionario entre los tres TRT de ICSI (FIV 23 ± 5 , F/T 13 ± 3 , FTT 6 ± 3 y CTT 6 ± 3 $p > 0.05$). Esto puede ser atribuido al hecho de que los espermatozoides testiculares no han alcanzado la madurez total y por lo tanto se ve afectado su potencial de soportar el desarrollo a blastocisto. Por otra parte, el desestabilizador Hep-GSH tuvo menor porcentaje de división a las 48 h que los LL y Tx-100 (35 ± 5 , vs 50 ± 5 y 56 ± 5 $p < 0.05$), sin embargo, esta diferencia no se detectó al D8 ya que tuvieron un porcentaje similar de desarrollo a blastocisto los tres desestabilizadores. El efecto de la interacción entre fuente de espermatozoides y desestabilizador afectó el desarrollo embrionario. La división a las 48 h fue mejor para el tratamiento ICSI con F/T con LL, mientras que para D8, el mejor porcentaje a blastocisto se obtuvo con los TRT de TX-100 sin importar la fuente de obtención de los espermatozoides y no fueron diferentes al grupo control de FIV.

CONCLUSIONES

La fertilización a través de ICSI con espermatozoides provenientes de una dosis de semen congelado, o de tejido testicular fresco o congelado, tiene la habilidad de promover el desarrollo a blastocisto en bovinos. Es necesario investigar más esta área para mejorar los porcentajes de desarrollo con espermatozoides provenientes de tejido testicular.

REFERENCIAS

1. Khatib, H., Huang, W., Wang, X-, Trana, H., Bindrim, a B., Schutzkus. V., Monson, R.L. & Yandell, B.S. (2009). Single gene and gene interaction effects on fertilization and embryonic survival rates in cattle. *Journal of Dairy Science* 92:2238-2247.
2. Food and Agriculture Organization (FAO). (2012). Departamento de Agricultura y Protección al Consumidor. Producción y Sanidad Animal.
3. Águila, L., Felmer, R., Arias, M. E., Navarrete, F., Martin-Hidalgo, D., Lee, H. C., & Fissore, R. (2017). Defective sperm head decondensation undermines the success of ICSI in the bovine. *Reproduction*, 154(3), 307-318.
4. International Embryo Technology Society (IETS). (2000). Manual de la Sociedad Internacional de Transferencia de Embriones. Tercera Edición. Pp. 109 -123.

Palabras clave: tejido testicular, ovocitos, bovino

Cuadro 1. Efectos de la fuente del espermatozoide sobre el desarrollo embrionario (%+EE) a las 48 h y D8 después de la ICSI.

<i>Tratamiento</i>	<i>Ovocitos inyectados N</i>	<i>División 48 h (n) %</i>	<i>División D8 (n) %</i>
FIV (Control)	64x	(39) 61 ± 6 ^a	(15) 23 ± 5 ^a
ICSI Semen	113	(65) 57 ± 5 ^a	(15) 13 ± 3 ^b
ICSI TTC	92	(40) 42 ± 5 ^b	(7) 6 ± 3 ^b
ICSI TTF	96	(40) 43 ± 5 ^b	(6) 6 ± 3 ^b

^{a,b} porcentajes con diferencias referidas en superíndices(P<0.05).

Cuadro 2. Efectos del tipo de desestabilizador sobre el desarrollo embrionario (%+SE) a las 48 h y D8 después de la ICSI.

<i>Tratamiento</i>	<i>Ovocitos inyectados N</i>	<i>División 48 h (n) %</i>	<i>División D8 (n) %</i>
Hep-GSH	95	(34) 36± 5 ^b	(6) 6 ± 2 ^b
Lisolecitina	101	(52) 51± 5 ^a	(7) 7 ± 3 ^b
Tritón X-100	105	(59) 56± 5 ^a	(15) 14 ± 3 ^b

^{a,b} porcentajes con diferencias referidas en superíndices(P<0.05).

Cuadro 3. Efecto de la interacción entre el tipo de espermatozoide y el desestabilizador de membrana en el desarrollo embrionario (%+EE) a 48 h y D8 posterior a la ICSI.

<i>Origen del espermatozoide</i>	<i>Desestabilizador de membrana</i>	<i>Ovocito (n)</i>	<i>División 48 h</i>	<i>Desarrollo D8</i>
Semen	Hep-GSH	34	47 ± 9 ^{a,b,c}	12 ± 6 ^{a,b}
Semen	LL	38	63 ± 8 ^a	11 ± 5 ^a
Semen	Tx-100	41	61 ± 8 ^a	17 ± 6 ^{a,b}
TTF	Hep-GSH	30	27 ± 8 ^b	3 ± 3 ^a
TTF	LL	32	56 ± 9 ^{a,c}	6 ± 4 ^a
TTF	Tx-100	30	47 ± 9 ^{a,b,c}	10 ± 5 ^{a,b}
TTC	Hep-GSH	31	32 ± 8 ^{b,c}	3 ± 3 ^a
TTC	LL	31	32 ± 8 ^{b,c}	3 ± 3 ^a
TTC	Tx-100	34	59 ± 8 ^a	15 ± 6 ^{a,b}
FIV		64	61 ± 6 ^a	23 ± 3 ^b

^{a,b,c} Existen diferencias significativas entre los porcentajes con diferente superíndice (P<0.05) .

EFFECTO DE LA PROSTAGLANDINA F2a EN UNA DOSIS APLICADA EN DOS TIEMPOS SOBRE LA TASA DE PREÑEZ EN VACAS BRAHMAN

EFFECT OF PROSTAGLANDIN F2a IN A DOSE APPLIED IN TWO TIMES ON THE PREGNANCY RATE IN BRAHAMAN COWS

Guillen- HLG*, Cansino-Arroyo R, Rivera-Alegría FM,
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Agropecuarias,

septumhik@outlook.com

INTRODUCCIÓN

La ganadería bovina y los sistemas de producción estabulados, semi estabulados y extensivos en México ocupan aproximadamente 110 millones de hectáreas. Los estados que presentan importancia en este rubro en los últimos años han sido Veracruz con un 14.7%, Chiapas con 10.8 % y Guadalajara con 6.2 % (SIAP 2018, AMEG, 2018). Las actividades ganaderas en el estado de Tabasco destinan cerca de un millón 617 mil hectáreas y se estima que en ellas pastorean aproximadamente 1 millón 727 mil unidades animales, apenas un poco más de un animal por hectárea, lo que se traduce en un aporte a la producción de carne nacional y de exportación del 1.2%. (López et al., 2015).

Esta práctica pecuaria juega un papel importante para satisfacer la demanda de producción de alimentos de origen animal, como solución a la problemática de sobrepoblación pronosticado para el año 2050 (FAO 2009, Comecarne, 2019). Se ha notado que la producción mediante el método tradicional como es la monta natural se queda rezagado ante la demanda creciente nacional y de exportación. Sin embargo, se buscan alternativa que cumplan las expectativas de demandas de cantidades suficientes y calidad en el producto final, mejoramiento genético, producción y nutrición animal (Müller- Cruz., 2016).

La creciente demanda de carne bovina obliga a los productores ganaderos a innovar los métodos de producción para ser más eficiente, una fortaleza en los últimos tiempos es la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) que consiste en un conjunto de estrategias donde se ocupan diversos tratamientos hormonales y de manejo para sincronizar un gran número de vacas a tiempo determinado. Mediante esta técnica se da la oportunidad de manipular los tiempos de fertilidad, con el fin de obtener el máximo potencial de producción, previniendo la pérdida de tiempo que se daría en un ciclo reproductivo normal de la vaca, ha sido empleada en otras especies de ganado como los porcinos y ovinos, en animales de compañía como los perros y los gatos e incluso se aplica en los equinos, demostrando así su impacto como técnica innovadora en los sistemas productivos. La IATF garantiza un mejoramiento genético y una mayor tasa de preñez en animales destinados al consumo humano (M. L. 1978) y suple las demandas de las diferentes cadenas de comercialización nacionales.

OBJETIVOS

Objetivo general: Evaluar la respuesta reproductiva de hembras bovinas de la raza Brahman al suministrar una dosis de PGF2a en dos tiempos.

Objetivos específicos

- Evaluar la tasa de preñez en hembras Brahman, tratadas con PGF2a administrada en dos tiempos.
- Identificar el efecto de la aplicación PGF2a con respecto al tiempo con un intervalo de 6 y 8 horas, en la respuesta reproductiva en hembras bovinas de la raza Brahmana.

MATERIALES Y MÉTODOS

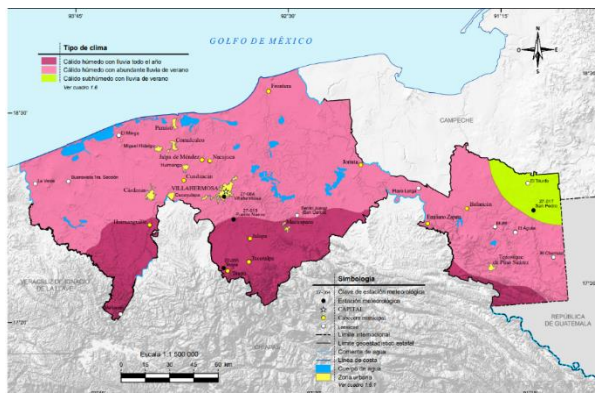
Ubicación: El estudio se realizó en el rancho San Valentín localizado en la R/a Alvarado Santa Irene 2da. Sección, en el municipio de centro, con clima trópico-húmedo y temperaturas que oscilan entre 15 °C a 44 °C siendo el promedio 26° Tabasco, México.



Rancho San Valentín. google maps, 17 de septiembre, 17°47'05.3"N 92°58'37.9"W

Condiciones climatológicas

El 95.5% de la superficie del estado es de clima cálido húmedo y el 4.5% restante es de clima cálido subhúmedo en la parte oriental del estado. La entidad tiene una temperatura media anual de 27°C, con una temperatura máxima media de 36°C, ocurriendo en mayo, y una temperatura mínima media de 18,5°C, ocurriendo en enero. La pluviometría media del estado es de 2.550 mm anuales, con precipitaciones durante todo el año, siendo estas más intensas durante los meses de junio a octubre. (Aspectos geográficos de Tabasco, INEGI. 2021)



Fuente: INEGI. Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta de Climas Escala 1:1 000 000, serie I.

Animales y métodos

Las vacas seleccionadas para los tratamientos fueron escogidas con los siguientes criterios de inclusión: hembras de raza Brahman con un peso > 400 kg con una condición corporal entre 3 a 3.5, manejadas en un sistema semi intensivo con pasto MG5 y suplementadas con alimento balanceado. Las vacas contaban con desparasitación (ivomec gold) y vacunación (triple, brucella y rabia). Todas las vacas eran adultas que ya habían demostrado tener aptitud reproductiva

Se utilizaron 56 vacas de la raza Brahman, divididas en 2 grupos para garantizar resultados significativos. Los animales fueron seleccionados de forma al azar y divididos en dos subgrupos. Obtenidos de la producción de rancho antes mencionado. A cada subgrupo se le aplicó el protocolo IATF convencional, que consta de 27 días divididos en 5 bloques; del día 0 al 7 se realizó la revisión del animal con su respectiva historia clínica, colocación del dispositivo con progesterona e inyección de 2 mL de Benzoato de estradiol. Del día 7 al 8 se retiraron los dispositivos y se colocaron 2 mL de PGF2a. Del día 8 al 9 se aplicó 1 mg de benzoato de estradiol.

Del día 9 al 27 se llevó a cabo la inseminación artificial entre las 52 y 53 horas después del retiro de los dispositivos.

Al segundo subgrupo de vacas se le retiró el dispositivo de progesterona y se le inyectó la dosis experimental de 2 mL de PGF2a en dos tiempos. Es decir, 1 mL en el primer tiempo (hora 0), después el grupo experimental se permanecieron en corrales de espera durante un lapso de 6 horas para colocar el segundo mL de PGF2a. Al finalizar el protocolo se comprobó la tasa de preñez entre los dos grupos que componen el trabajo experimental.

Método que se utilizó en animales con periodo de 6 horas.

Se dividieron a los animales en dos lotes a los cuales se aplicó el método convencional a IFT, y el experimental, el primer lote de animales, fueron con 27 vacas que fueron divididas al azar en dos grupos, para el segundo lote se trabajó con 29 vacas, se dividieron en dos grupos, aplicando los métodos antes mencionados.

Análisis de datos

Se utilizó un análisis estadístico completamente al azar con un arreglo factorial 3 X 2, dónde se considera el suministro de hormonas en dos tiempos 6 y 8 horas, así como un tratamiento control, sin hormonal. El análisis estadístico se realizará mediante análisis de varianza y prueba comparativa de medias de tukey, para ello se utilizará el software estadístico SAS para Windows versión 9.12.

RESULTADOS

Los datos obtenidos mostraron que, aplicando los tiempos de segregación endógena natural de la hormona como describe Méndez et al., (2004), existe una respuesta positiva a la hora de prolongar el tiempo de la hormona PGF2a como se muestra (Figura 1).

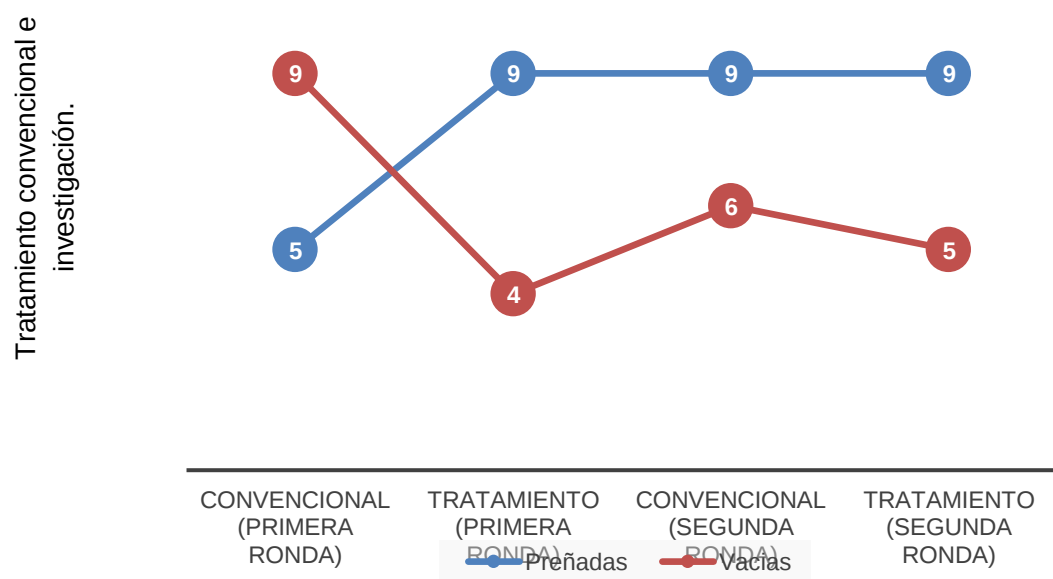


Figura 1. Respuesta reproductiva utilizando el método convencional y el experimental.

Se observó que al dividir en dos tiempos la aplicación de la PGF2 aumenta la tasa de preñez, los datos encontrados son similar a los obtenidos por Prada T. et al., (2013). Con esta información se espera que las investigaciones de este tratamiento sirvan como una nueva alternativa que se aplique en el área de reproducción animal, (Müller et al., 2016) menciona que técnicas nuevas e innovadoras en el área animal se requieren para suplir las necesidades alimentarias y los retos actuales de los mercados nacionales e internacionales.

AGRADECIMIENTOS

A la División Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), Al rancho “San Valentín” y a sus dueños Ing. Manuel Fuentes Esperón y Efraín Fuentes Estrada. A mis directores de tesis el Dr. Gerardo Rogelio Cansino Arroyo y la Dra. Flor de María Rivera Alegría, por su apoyo incondicional e inspiración para seguir adelante en mi formación.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Prada Torres, J. A., Castro Cruz, J. A., Ardila Silva, A., & Chacón Jaramillo, L. (2013). Evaluación de un protocolo de inseminación artificial a tiempo fijo con variaciones en los días de aplicada la dosis de prostaglandina en novillas Brahman puras y cruzadas. *Revista Ciencia Animal*, 1(6), 161-175.

Méndez, J. V., Cerón, J. H., Quintero, L. A. Z., & Kindahl, H. (2004). Desarrollo folicular, concentraciones de FSH, estradiol y MPGF α asociado con persistencia lútea inducida por la administración de líquido folicular equino libre de esteroides en la oveja. *Veterinaria México OA*, 35(001).

Müller, A., & Cruz, J. (2016). La importancia de la ganadería para la agroecología y los sistemas de alimentación sostenibles. *revista colombiana de zootecnia*, 2(4).

Palabras Clave: tasa de preñez, manipulación, fertilidad.

EFFECTO DE LA BIPARTICIÓN DE EMBRIONES BOVINOS PRODUCIDOS IN VITRO VITRIFICADOS SOBRE LA TASA DE GESTACIÓN Y PÉRDIDA GESTACIONAL TEMPRANA

EFFECT OF IN VITRO PRODUCED BOVINE EMBRYO BIPARTITIONING ON GESTATION RATE AND
EARLY GESTATIONAL LOSS

Romero MA^{*2}, Canseco SR^{1,2,3}, Pinos RJM¹, Zárate GOE^{1,2,3}, Lepe AIE^{1,2}, Contreras GH¹, Vega-Murillo
VE¹, Domínguez MB¹.

1Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Universidad Veracruzana, 2 Genética bovina de México, 3
CEDIGINE fertilización in vitro.

alejandro_rm_95@outlook.com

INTRODUCCION.

La producción de embriones bovinos mediante fertilización *in vitro* (FIV) ofrece algunas ventajas en comparación con el método convencional, entre las más importantes puede mencionarse, la obtención de descendencia a partir de hembras gestantes (Pontes et al., 2011), no se necesitan protocolos de superovulación y puede aprovecharse mejor cada dosis de semen (sexado o convencional) al utilizar una sola pajilla en dos o tres sesiones de FIV (Herradón et al., 2007). Sin embargo, algunas donadoras solo son capaces de producir uno o dos embriones transferibles por sesión (Watanabe et al., 2017), siendo esta una de las mayores limitantes de dicha biotecnología. Aunado a esto, los embriones producidos mediante FIV son más susceptibles a la apoptosis debido a la fragmentación de ADN y acumulación excesiva de lípidos (Gjorret et al., 2003), esta última característica disminuye su criotolerancia y está altamente asociada con la pérdida gestacional temprana debido al daño que sufren al ser crio preservados para transferencia directa, también denominada curva lenta.

Ante estas desventajas, la técnica de bipartición puede ser utilizada para aumentar las oportunidades de que un embrión logre una gestación, dando como posible resultado un aumento en el número de preñeces (Heyman et al., 1998; Velásquez et al., 2014). Mientras que la técnica de vitrificación se ha desarrollado como alternativa a la congelación lenta (Caamaño et al., 2015), probando ser un método efectivo para crio preservar embriones bovinos producidos *in vitro* sin dañarlos (Martínez y Valcárcel 2008).

OBJETIVO. Determinar el efecto de la bipartición sobre la tasa de gestación en vacas transferidas con embriones producidos *in vitro* vitrificados.

MATERIALES Y MÉTODOS. Se utilizaron 60 blastocistos bovinos calidad 1, los cuales fueron distribuidos de manera al azar en dos tratamientos. Tratamiento 1 (T1): embriones enteros vitrificados (n: 30); tratamiento 2 (T2): embriones bipartidos vitrificados (n: 30). La bipartición solo se aplicó a los embriones del tratamiento 2 (n=30). Se realizó modificando la técnica usada por Lopes et al. (2001), que consiste en colocar al embrión en una caja de Petri desechable con medio de micro manipulación (PBS sin proteínas). La bipartición llevó a cabo con una microcuchilla adaptada a un micro manipulador (Narishige, EUA) el cual fue colocado en un microscopio invertido (Olympus CK2, Japón). Una vez partidos, se añadió PBS suplementado con alcohol polivinílico (PVA; Vigro, EUA) con el fin de que los hemi embriones se despegaran; posteriormente se procedió a la vitrificación empleando el dispositivo Cryotop® (Kitazato, Japón) basándose en la técnica descrita por Kuwayama (2007), en la cual se utilizan dos soluciones, denominadas solución de equilibrio (ES), compuesta por solución buffer fosfato (PBS) al 20%

de sustituto de suero sintético (SSS), 7.5% de etilenglicol (EG) y 7.5% de dimetilsulfóxido (DMSO), y solución de vitrificación (VS) compuesta por PBS al 20% de SSS, 15% de EG, 15% DMSO y 0.5 M de sacarosa. Los embriones vitrificados fueron almacenados hasta su posterior calentamiento y transferencia.

Como receptoras se utilizaron 60 hembras bovinas de encaste *bos taurus/bos indicus* en distintas proporciones, con edades de entre 4 a 7 años, condición corporal de 2.5 a 3, clínicamente sanas, sin historial de partos distócicos, metritis o abortos, sin anomalías en el tracto reproductivo, además haber presentar un cuerpo lúteo en alguno de los ovarios el día de la selección el cual se evaluó mediante ultrasonografía (Kaixin® modelo XK5000). Fueron vacunadas contra Rinotraqueitis Infecciosa Bovina (IBR), Parainfluenza Tipo 3 (PI3), Virus Respiratorio Sincitial bovino (BRSV), Diarrea Viral Bovina (BVD) y leptospita spp. (Cattle Master®4+L5, Zoetis, Mexico), además se realizó desparasitación interna (Valbazen 10%, Zoetis, México) y externa (Effipro® Bovis, Virbac, México) un mes antes de iniciar el protocolo de sincronización. Fueron alimentadas mediante pastoreo rotacional en potreros a base de *Brachicaria Brizantha* y sal mineral a libre acceso.

Las receptoras previamente seleccionadas y sometidas a un tratamiento convencional de sincronización de la ovulación (Bó et al., 2002) fueron divididas aleatoriamente en dos grupos dependiendo el tratamiento. Las transferencias se llevaron a cabo de manera no quirúrgica- trans cervical (Hafez y Hafez 2002) en aquellas hembras que presentaron un cuerpo lúteo de al menos 20 mm de diámetro. Se aplicó anestesia vía epidural (100 mg; Lidocaína®, Lab. Intervet, México) a las receptoras, 5 min antes para facilitar el manejo del aparato reproductor y así depositar el o los hemi embriones en el cuerno ipsilateral al cuerpo lúteo.

Los diagnósticos de gestación se llevaron cabo mediante ecografía transrectal a los 30 y 60 días posteriores a la transferencia, se evaluó la presencia de vesícula amniótica (30 días) y latido cardíaco (60 días).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO. Los resultados fueron analizados con estadística no paramétrica. Las diferencias entre medias fueron determinadas mediante una tabla de contingencia 2 x 2 utilizando la prueba de Chi 2 (STATISTICA V.10).

RESULTADOS.

Cuadro 1. Tasa de gestación por embrión al día 30 y 60 pos-transferencia y porcentajes (Media $\pm$ EE).

Tratamiento	n	Gestaciones día 30 (Media $\pm$ EE)	Gestaciones día 60 (Media $\pm$ EE)
1	30	6 (20 $\pm$ 7.30) ^a	5 (16.6 $\pm$ 2.53) ^a
2	30	11 (36.6 $\pm$ 8.79) ^a	10 (33.3 $\pm$ 4.05) ^a

n= Número de transferencias de embriones individuales y hemi embriones en pares.

a= literales iguales en la misma columna no indican diferencia significativa (P<0.05).

Cuadro 2. Pérdida gestacional entre el día 30 y 60 pos-transferencia (Media $\pm$ EE).

Tratamiento	n	Pérdida gestacional día 60
		(Media $\pm$ EE')
1	6	1 (16.6 $\pm$ 15.21) ^a
2	11	1 (9 $\pm$ 8.66) ^a

n= Número de gestaciones al día 30.

a= literales iguales en la misma columna no indican diferencia significativa (P<0.05).

DISCUSIÓN: En referencia al porcentaje de gestación al transferir hemi embriones producidos *in vitro*, Zolini et al. (2019) llevaron a cabo transferencias individuales, el resultado en el porcentaje de preñez fue 30% al día 30 pos transferencia, mientras que en el presente estudio fue de 36% al transferir hemi embriones en pares a la misma receptora, aun cuando la diferencia no es importante puede ser a debida a la transferencia en pares, ya que la cantidad de células del trofoectodermo no se ven disminuidas a la mitad como ocurre al transferir un hemi embrión individualmente, esto puede causar la disminución en la cantidad de interferón tau (producido en las células de trofoectodermo) el cual está asociado con el mantenimiento del cuerpo lúteo y así mismo con la preñez temprana, de igual manera se evidenció que la técnica de vitrificación utilizada tiene la capacidad de mantener la viabilidad de los hemi embriones producidos *in vitro*.

Por otra parte, la técnica de vitrificación ha sido aplicada a hemi embriones producidos *in vitro* anteriormente por Oback et al. (2016), obteniendo 46% de preñez a los 65 días pos transferencia, mientras que en el presente estudio fue del 33% a los 60 días, la diferencia en el porcentaje de gestaciones puede atribuirse a que los embriones fueron bipartidos después de ser vitrificados además de cultivarse 2 horas posteriormente a su bipartición, esto probablemente pudo beneficiar la expansión antes de la transferencia mejorando su viabilidad. Cabe destacar que, aunque los porcentajes de gestación fueron menores en este estudio, la bipartición de los embriones se llevó a cabo antes de ser vitrificados lo cual pudo haber provocado una mayor exposición a los crioprotectores ya que al ser hemi embriones no cuentan con una zona pelúcida completa que los cubra, el hecho de realizar la bipartición antes de la vitrificación se justifica debido a que de esta manera se elimina la necesidad de llevar a campo un microscopio invertido para realizar la bipartición posterior al calentamiento de los embriones.

Con respecto a los porcentajes de preñez obtenidos al día 30 (20%) y 60 (16%) pos transferencia de embriones PIV enteros vitrificados, se consideran bajos en comparación con otros autores (Block et al; 2010; Caamaño et al., 2014; Do et., 2018) quienes han obtenido tasas de preñez más altas pero muy variables (27 hasta 41%). La variación en los porcentajes de preñez está relacionada con la alta variabilidad en la expresión de genes, ya que estos pueden alterar el metabolismo de lípidos a nivel mitocondrial, aumentando la cantidad de gotas lipídicas en su citoplasma, dando como resultado una disminución en la viabilidad (Almiñana y Cuello, 2015); se ha evidenciado que aun cuando los embriones PIV son considerados de la misma calidad puede presentarse variación en la expresión génica, causando fallas en el desarrollo del producto y las membranas fetales provocando pérdidas gestacionales (Gjorret et al., 2011), siendo este uno de los mayores problemas en la obtención de porcentajes de preñez consistentes. Aunado a lo anterior, Se ha evidenciado que la pérdida gestacional temprana es uno de los problemas con mayor repercusión en el resultado final de las transferencias, estimándose entre 3.1 y 14% (Pereira et al., 2018; Block et al., 2010) al transferir embriones producidos *in vitro* frescos, mientras

que en embriones criopreservados por vitrificados se ha estimado en 8.9 % (Do et al., 2018), en el presente estudio se estimó un 16 y 9% de pérdida gestacional temprana entre el día 30 y 60 pos transferencia para los embriones enteros vitrificados y hemi embriones vitrificados respectivamente, evidenciando que la pérdida gestacional de los embriones PIV no se ve aumentada por la bipartición y vitrificación.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES. Los resultados de este estudio demuestran que la aplicación en conjunto de las técnicas de bipartición y vitrificación a embriones bovinos producidos *in vitro* no mejora la tasa de preñez en comparación con los embriones enteros vitrificados, sin embargo, se evidencia que los embriones PIV tienen la capacidad de sobrevivir y desarrollarse aun después de la bipartición y posteriormente ser criopreservados mediante vitrificación. Sería importante evaluar distintos tiempos de exposición y concentraciones de los componentes en los medios de vitrificación-calentamiento, utilizados para embriones bipartidos ya que no cuentan con zona pelúcida a diferencia de los embriones enteros.

En cuanto a la pérdida gestacional temprana, la bipartición no tuvo un efecto negativo, el porcentaje evidenciado en este trabajo se encuentra entre los parámetros anteriormente al transferir embriones *in vitro* enteros.

RECONOCIMIENTOS:

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Veracruzana región Veracruz por facilitar mi formación profesional y culminar un posgrado de manera satisfactoria.

A Procesos y Empacados de Veracruz TIF, por su apoyo al proporcionar las muestras biológicas para este proyecto.

Al Centro de Diagnóstico Ginecológico Fertilización *in vitro* (CEDIGINE), por abrirme las puertas de su laboratorio para llevar a cabo este proyecto de investigación.

A Genética Bovina de México, por su apoyo en el trabajo de campo y aportación de material para este estudio.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca otorgada.

REFERENCIAS:

1. Almiñana, C., & Cuello, C. (2018). What is new in the cryopreservation of embryos? *Animal Reproduction* (12), 418-427.
2. Do, V. H., Walton, S., Cat, S., y Taylor-Robinson, A. W. (2018). A comparative analysis of the efficacy of three cryopreservation protocols on the survival of *in vitro*-derived cattle embryos at pronuclear and blastocyst stages. *Cryobiology*, (77), 58-63.
3. Gjørret, J.O., Knijn, H.M., Dieleman, S.J., Avery, A., Larsson, L., & Maddox-Hyttel, P. (2003) Chronology of apoptosis in bovine embryos produced *in vivo* and *in vitro*. *Biology of reproduction*, 69, 1193-1200.
4. Kuwayama, M. (2007). Highly efficient vitrification for cryopreservation of human oocytes and embryos: the cryotop method. *Theriogenology*, 67(1), 73-80.
5. Pontes, J. H. F., Melo Sterza, F. A., Basso, A. C., Ferreira, C. R., Sanches, B. V., Rubin, K. C. P., & Seneda, M. M. (2011). Ovum pick up, *in vitro* embryo production, and pregnancy rates from a large-scale commercial program using Nelore cattle (*Bos indicus*) donors. *Theriogenology*, 75(9): 1640–1646.

6. Watanabe, Y. F., de Souza, A.H., Mingoti RD, Fereira, R.M., Batista, E.O.S., Dayan, A., Watanabe, O., Meirelles, F.V., Nogueira, M.F.G., Ferraz, J.B.S., Baruselli, P.S., (2018). Number of oocytes retrieved per donor during OPU and its relationship with in vitro embryo production and field fertility following embryo transfer. *Animal reproduction*, 14, 635-644.
7. Zolini, A. M., Block, J., Rabaglino, M. B., Tribulo, P., Hoelker, M., Rincon, G., Bromfield, J. J., y Hansen, P. J. (2019). Molecular fingerprint of female bovine embryos produced in vitro with high competence to establish and maintain pregnancy. *Biology of Reproduction*, 102, 292-305.

Palabras clave: Bipartición, Criopreservación, transferencia de embriones

SALUD ANIMAL

GARRAPATAS QUE AFECTAN A LOS BOVINOS EN EL ESTADO DE VERACRUZ, MÉXICO.

TICKS THAT AFFECT CATTLE IN THE STATE OF VERACRUZ, MEXICO.

Pérez MMB^{*1}, Aguilar DM¹, Betancur HOJ², Romero SD¹, Cruz RA¹, Ibarra PN¹.

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana, Veracruz 91697, México.

²AgroWala S.A.S. Industria Pecuaria. Bogotá, Colombia.

INTRODUCCION.

En México, el estado de Veracruz ocupa el primer lugar en producción de ganado bovino con 4,549,067 cabezas (SIAP, 2021). La industria ganadera tiene un papel de gran relevancia en el país como componente económico y alimenticio; de ahí la importancia del estudio de los factores que afectan la ganadería (Herrera *et al.*, 2018; Alva *et al.*, 2018). Entre los factores que tienen impacto negativo en las unidades de producción, se encuentran los parásitos que afectan tanto la salud animal como la pública.

Las garrapatas son ectoparásitos que afectan de manera directa a la ganadería provocando pérdidas económicas de hasta US\$ 573,608,076 al año en México, mientras que de manera indirecta son vectores de diversos patógenos como protozoarios, espiroquetas y virus que además provocan enfermedades zoonóticas (Aydin *et al.*, 2007; Molina-Hoyos *et al.*, 2017; Rodríguez-Vivas *et al.*, 2017). Estos ectoparásitos han mostrado gran capacidad de resistencia y adaptación al aumentar las áreas en que se encuentran presentes, su distribución y sobrevivencia está relacionada con factores bióticos como la disponibilidad de hospederos; y, factores abióticos, siendo la temperatura, precipitación y humedad factores determinantes para su establecimiento (Jongejan *et al.*, 2004; De la Fuente *et al.*, 2018; Do Nascimento *et al.*, 2019).

En el mundo existen 680 especies de garrapatas de la familia *Ixodidae* (garrapatas duras), 183 de la *Argasidae* (garrapatas blandas) y únicamente una especie de la familia *Nuttalliellidae*; sin embargo, el número de especies que afectan a los animales domésticos y al ser humano es limitado, pues muchas prefieren hospederos de fauna silvestre (Barros *et al.*, 2006). En el estado de Veracruz se han observado con más frecuencia afectando al ganado las del género *Rhipicephalus* spp. y *Amblyomma* spp. pertenecientes a la familia *Ixodidae* (Estrada *et al.*, 2014). El género *Amblyomma* (de tres hospederos) afecta una gran cantidad de animales y es el más agresivo para el ser humano, las aves juegan un papel importante en su expansión ya que son infestadas por estadios inmaduros de este género y las dispersan durante sus trayectos; esto conlleva a que esté presente en 30 de los 32 estados de la República Mexicana y se caracteriza por tener un escudo "ornamentado" (Hasle *et al.*, 2009; Ogrzewalska *et al.*, 2011; Guglielmone *et al.*, 2014). Mientras que el género *Rhipicephalus* (de un hospedero) posee las especies más adaptadas a gran diversidad de hospederos que van desde anfibios hasta mamíferos y la fauna silvestre contribuye en gran medida a su dispersión; las garrapatas de este género están bajo campaña de control en el país (Acuerdo por el que se establece la Campaña Nacional para el control de la garrapata *Boophilus* spp.) ya que en la industria ganadera causan un daño directo considerable (Bush *et al.*, 2014; Valério *et al.*, 2019).

El análisis de la distribución de las garrapatas ayuda a predecir posibles puntos de aparición de brotes de enfermedades transmitidas por vectores, las cuales están influenciadas por la dinámica estacional de estos ectoparásitos; sobre todo en áreas poco estudiadas en donde el ser humano mantiene contacto estrecho con el ganado, por lo cual el objetivo del presente trabajo es

identificar morfológicamente las garrapatas recolectadas en las diferentes regiones naturales de Veracruz, México, para la determinación de los géneros presentes en el estado (Benavides *et al.*, 2016).

MATERIAL Y MÉTODOS

El área de estudio fueron unidades de producción bovina bajo sistema de pastoreo en el estado de Veracruz. Este estado tiene un área total de 71,820 km², ubicándose al borde del Golfo de México; tiene alturas que van desde los 0 hasta los 5,610 msnm (metros sobre el nivel del mar). La temperatura anual va de los 13 a 32°C y las lluvias se presentan en verano (junio- octubre) en la mayor parte del estado puesto que en la región del sur se presentan todo el año; siendo la precipitación media estatal de 1,500 mm anuales (INEGI, 2021). Los climas que predominan en el estado son cálido subhúmedo y húmedo, y en mejor proporción se presentan los climas templado, seco y frío.

Tabla1. Total de sitios a muestrear en Veracruz de acuerdo con el número de municipios de cada región (WinEpi©2006).		
Región del estado	Municipios de la región	Total de sitios a muestrear
Norte	49	12
Centro	112	17
Sur	51	14
Total	212	43

Se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, lo que resulto con un total de 43 municipios muestreados en las regiones norte, centro y sur del estado de Veracruz (Tabla1). Se colectaron garrapatas adultas directamente de la superficie corporal de bovinos con ayuda de pinzas entomológicas (Biológica®); seleccionando los animales al azar en cada sitio, el muestreo se llevó a cabo durante los meses de febrero a agosto de 2022.

Las garrapatas fueron retiradas cuidadosamente del cuerpo de los animales utilizando la técnica descrita por los Centros para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC, 2018). Se tomó las coordenadas (Google-Maps ©) de cada sitio de muestreo, registrando latitud y longitud (Figura1). Posterior a la recolección, se colocaron individualmente en viales Eppendorf® de 2 ml con etanol al 70% y etiquetadas por lote de colecta para ser transportadas al laboratorio de parasitología del Rancho Torreón del Molino de la FMVZ-UV; para su identificación mediante claves taxonómicas utilizando un estereomicroscopio (Velab®, VE-S5C) (Guzman *et al.*, 2010; Tiki *et al.*, 2011; Nava *et al.*, 2019; Salomon *et al.*, 2020).

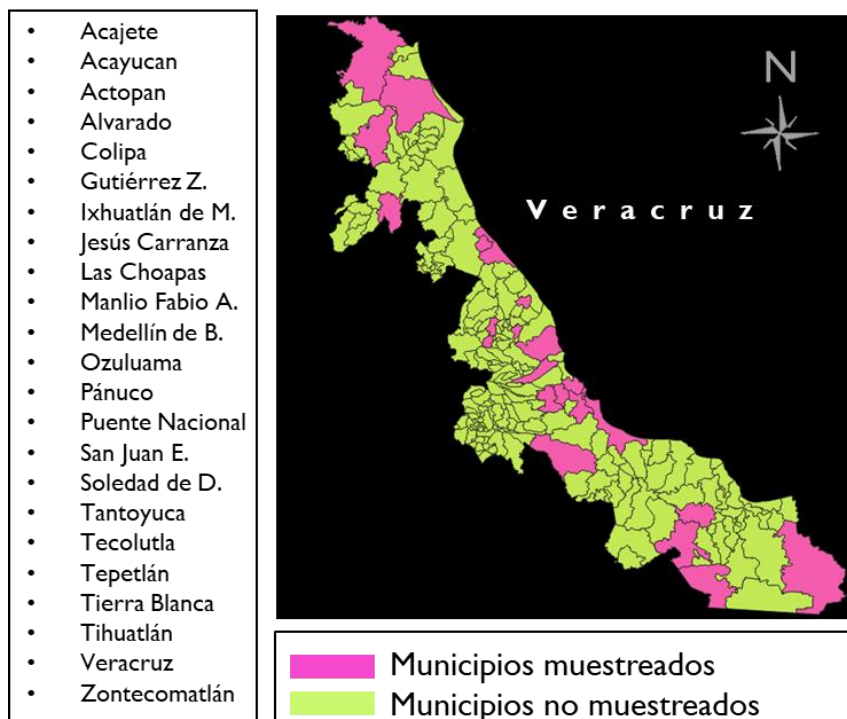


Figura1. Municipios muestreados en Veracruz.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron un total de 3,227 garrapatas adultas en las tres regiones de Veracruz, se identificaron dos especies ya reportadas en el estado: *Rhipicephalus microplus* (♀82%/♂18%) y *Amblyomma mixtum* (♀60%/♂40%) (Tabla2). Se asume que las proporciones son tan desiguales debido al ciclo biológico de cada parásito, pues *A. mixtum* tiene un ciclo de tres hospedadores y puede mantenerse de una amplia gama de especies animales; mientras que *R. microplus*, conocida como la garrapata del ganado, tiene predilección por los bovinos; y su ciclo biológico comprende un solo hospedador por lo cual es razonable el hecho de haber encontrado esta especie en mayor proporción (Valério *et al.*, 2019; Aguilar *et al.*, 2021).

Tabla2. Total de garrapatas recolectadas por región.					
Zona	<i>Rhipicephalus microplus</i>		<i>Amblyomma mixtum</i>		Total
	♀	♂	♀	♂	
Norte	298	89	43	27	457
Centro	408	52	57	50	567
Sur	1,670	395	90	48	2,203
Total	2,376	536	190	125	3,227

Estas dos especies son reportadas como las más comunes en bovinos en el país, sin embargo, resulta interesante la ausencia de otros géneros, tales como *Amblyomma tenellum*, anteriormente llamada *Amblyomma imitator* (Chong *et al.*, 2021) que se han encontrado en el sureste de México

y América Central parasitando bovinos y equinos (Guglielmone *et al.*, 2021). Se confirma, además, que a pesar de que se ha reportado *R. annulatus* en el ganado al norte de México; esta garrapata se limita a poblar las zonas áridas y semiáridas del país, por lo que no presenta riesgo para el ganado del trópico veracruzano (Alonso & Fernández, 2021). Llama la atención, que el Acuerdo por el que se establece la Campaña Nacional para el control de la garrapata está dirigida únicamente a *R. microplus*; sin embargo, es relevante mencionar que hacen falta estudios para conocer la resistencia de *R. annulatus* y *A. mixtum* para el control de éstas, pues si bien *R. microplus* es la que causa mayores pérdidas económicas es importante tomar en cuenta que las otras especies siguen presentes, provocando también pérdidas económicas y transmitiendo enfermedades que afectan a los animales y humanos; (Alonso & Fernández, 2021; SENASICA, 2021). Por lo tanto, esto es un nicho de estudio potencial y abre un panorama a nuevas investigaciones del vector y las enfermedades que transmite, ya que con el cambio climático las garrapatas pueden aumentar el área geográfica que ocupan (Benavides *et al.*, 2016).

CONCLUSIONES

Se encontraron dos especies de garrapatas afectando a los bovinos en el estado de Veracruz; sabemos que estos vectores coexisten en el trópico, sin embargo, las proporciones en que se encuentran varían mucho debido al ciclo de vida de cada vector. Aunque en este estudio no se hayan encontrado otras especies, cabe mencionar que en otros estados si hay reportes de otras garrapatas afectando a los bovinos, por lo que se sugiere ampliar la visión y divulgación para el control de estos ectoparásitos; y así también dar pie a más investigación para conocer la resistencia que presentan a los ixodicidas que han sido diseñados enfocados solo en un género específico. Ya que se han reportado estados libres de la garrapata del ganado, pero quedan otros géneros que también causan afectaciones a la salud humana y animal.

Palabras clave: Garrapatas, Veracruz, vectores.

REFERENCIAS

- Aguilar-Domínguez M., Romero-Salas D., Sánchez-Montes S., Serna-Lagunes R., Rosas-Saito G., Cruz-Romero A., Pérez de León A., (2021). Morphometrics of *Amblyomma mixtum* in the State of Veracruz, Mexico. *Pathogens*, 2021, 10, 533. DOI: 10.3390/pathogens10050533.
- Alva TM, Estrada CA, Muñoz MS, Canales RM, Lopez GA, Galvan LR. Seroprevalence of equine piroplasmiasis in three regions in the State of Veracruz, Mexico. *Agrociencia*, 2018; 52: 47-53.
- Aydin L, Bakirci S. Geographical distribution of ticks in Turkey. *Parasitol Res*. 2007. doi: 10.1007/s00436-007-0694-5
- Barros-Battesi DM, Márcia A y Henrique G. Carrapatos de importância médico-veterinária da região neotropical: um guia ilustrado para identificação de espécies. Available from: <https://repositorio.butantan.gov.br/handle/butantan/3153>.
- Benavides E, Romero, P. y Villamil J. C. Las garrapatas del Ganado bovino y los agentes de enfermedad que transmiten en escenarios epidemiológicos de cambio climático: *Guía para el manejo de garrapatas y adaptación al cambio climático*, 2016. IICA- Costa Rica.
- Busch, D. J., Stone, E. N., Nottingham, R., Araya-Anchetta, A., Lewis, J., Hochhalter, C., Giles, R. J., *et al.* (2014). Widespread movement of invasive cattle fever ticks (*Rhipicephalus microplus*) in southern Texas leads to shared local infestations on cattle and deer. *Parasites & Vectors*, 7:188.
- Chong, G. L., Aguilar, D. M., Romero, S. D., Alonso, D. M., Sánchez, M. S., López, H. K. y Cruz, R. A. (2021). Identificación molecular de especies patógenas de *Leptospira* y *Borrelia* en

- garrapatas colectada en Veracruz, México. Documento de tesis, disponible en: <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/1944/50965/ChongGuzmanLaura.pdf?sequence=1>
- Do Nascimento RV, da Silva RV, Plovezan U, Juan SM. Microhabitat determines uneven distribution of *Amblyomma parvum* but not of *Amblyomma sculptum* ticks within forest patches in the Brazilian Pantanal. *Parasitology*, 2019. doi: 10.1007/s10493-019-00445-6
- De la Fuente J. Controlling ticks and tick-borne diseases...looking forward. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 2018. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2018.04.001
- Estrada PA, Carreon D, Almazán C, de la Fuente. Modeling the impact of climate and landscape on the efficacy of white tailed deer vaccination for cattle tick control in northeastern Mexico. *Plos One*, 2014. DOI: 10.1371/journal.pone.0102905
- Guglielmone, A. A., Nava, S. y Robbins, G. R. (2021) Neotropical hard ticks (Acari: Ixodidae: Ixodidae). A critical Analysis of their taxonomy, distribution, and host relationships. *Springer*, 187-188. DOI: 10.1007/978-3-030-72353-8
- Guzman CC y Robbins GR. The genus *Ixodes* (Acari:Ixodidae) in Mexico:adult identification keys, diagnoses, hosts and distribution. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 2010. 81:289-298.
- Hasle, G., Bjune, G., Edvardsen, E., Jakobsen, C., Linnehol, B., Røer, J. E., ... Leinaas, H. P. (2009). Transport of Ticks by Migratory Passerine Birds to Norway. *Journal of Parasitology*, 95(6), 1342–1351. DOI:10.1645/ge-2146.1
- Herrera CJ, Chay CA, Casanova LF, Piñeiro VA, Márquez BL, Santillán FE, Arce MJ. *Avances de la investigación sobre producción animal y seguridad alimentaria en México*, 2018. 1ª ed. Available from: https://www.researchgate.net/profile/Fernando-Casanova-Lugo/publication/325807244_Avances_de_la_investigacion_sobre_produccion_animal_y_seguridad_alimentaria_en_Mexico/links/5b578a9e0f7e9bc79a609bc8/Avances-de-la-investigacion-sobre-produccion-animal-y-seguridad-alimentaria-en-Mexico.pdf
- Illoldi RP, Rivaldi LC, Sissel B, Trout FR, Gordillo PG, Rodriguez MA, et. al. Species distribution models and ecological suitability analysis for potential tick vector of Lyme disease in Mexico. *Journal of Tropical Medicine*, 2012. DOI: 10.1155/2012/959101.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Veracruz Ignacio de la Llave, territorio, clima. Available from: <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/ver/territorio/clima.aspx?tema=me&e=30>
- Jongejan F, Uilenberg G. The global importance of ticks, 2004. doi: 10.1017/S0031182004005967
- Molina-Hoyos K, Montoya-Ruiz C, Rodas J D. Enfermedades virales transmitidas por garrapatas. *Iatreia*, 2018. 31 (1): 36-50. Available from: <http://www.scielo.org.co/pdf/iat/v31n1/0121-0793-iat-31-01-00036.pdf>
- Nava S, Mangold AJ, Simonato GE, Puntin E, Sproat MC. Guía para la identificación de las principales especies de garrapatas que parasitan a los bovinos en la provincia de Entre Ríos, Argentina. Ed. INTA. 2019. Available from: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_guia_identif_especies_garrapatas_entrerios.pdf.
- Ogrzewalska, M., Uezu, A., Jenkins, C. N., & Labruna, M. B. (2011). Effect of Forest Fragmentation on Tick Infestations of Birds and Tick Infection Rates by *Rickettsia* in the Atlantic Forest of Brazil. *EcoHealth*, 8(3), 320–331. DOI:10.1007/s10393-011-0726-6
- Rodríguez-Vivas R, Grisi L, Pérez de León A, Silva VH, Torres-Acosta J, Frago S, Romero S, Rosario C, Fabián S y García D. Potential economic impact assessment for cattle parasites in Mexico. Review. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 2017; 8(1):61-74.
- Salomon J, Hamer AS, Swei A. A beginner's guide to collecting questing hard ticks (Acari:Ixodidae): A standardized tick dragging protocol. *Journal of Insect Science*, 2020. doi: 10.1093/jisesa/ieaa073
- SEMARNAT. (2021) *Atlas digital geográfico*. http://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/Atlas2015/atm_climas.html

- SENASICA. Situación actual Campaña Nacional para el control de la garrapata *Boophilus* spp. (2021). Disponible en: <https://www.gob.mx/senasica/documentos/situacion-actual-del-control-de-la-garrapata-boophilus-spp>
- Tiki B y Addis M. Distribution of Ixodid ticks on cattle in and around Holeta Town, Ethiopia. *Global Veterinaria*, 2011. 7(6): 527-531.
- Valério, G. M., da Silva, R. V., Werner K. W., Andreotti, R. (2019). Biología e importância do carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, *Carrapatos na cadeia produtiva de bovinos*. Embrapa, 17-28.

IDENTIFICACIÓN DE *Ehrlichia* sp. y *Anaplasma* sp. EN GARRAPATAS *Amblyomma mixtum* EN VERACRUZ.

DETECTION OF *Ehrlichia* sp. and *Anaplasma* sp. IN *Amblyomma mixtum* TICKS IN VERACRUZ.

Zilli GN^{*1}, Villalvazo CP², Aguilar DM¹, Sánchez MDS³, Romero SD¹, Cruz RA¹.

¹ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana.

² Colegio de Posgraduados. ³ Facultad de Ciencias Agropecuarias, Medicina Veterinaria, Campus Tuxpan, Universidad Veracruzana.

INTRODUCCION.

Las garrapatas duras son ectoparásitos hematófagos de la familia *Ixodidae*. Estos ácaros han sido considerados como agentes disruptores de los sistemas ganaderos, en los que se les reconocen como causantes de pérdidas económicas y productivas. (Polanco y Ríos, 2016).

Las pérdidas económicas se deben a la disminución en la ganancia de peso, al daño de las pieles, a la disminución de la producción de carne y leche, a la transmisión de enfermedades zoonóticas, al incremento de los costos de control y a los tratamientos de enfermedades y problemas reproductivos en los animales. (Navas *et al.*, 2003)

En el estado de Veracruz las garrapatas de mayor importancia son *Amblyomma mixtum* y *Rhipicephalus microplus*, estos organismos constituyen un reto perpetuo para el desarrollo de la ganadería puesto que causan enfermedades rickettsiales y en los humanos ocasionan enfermedades por diversos patógenos tales como: *Ehrlichia*, *Anaplasmas* etc.

La ehrlichiosis y la anaplasmosis son producidas por bacterias pertenecientes al subgrupo α -Proteobacteria, orden *Rickettsiales*, familia *Anaplasmataceae*, géneros *Ehrlichia* y *Anaplasma*, respectivamente. Se caracterizan por ser bacterias intracelulares obligadas pequeñas (0.4 a 1.5 μ m), Gram-negativas, generalmente redondas, pero algunas veces altamente pleomórficas, que se replican dentro de una vacuola derivada de la membrana de la célula eucariota del hospedero, vertebrado o invertebrado (Dumler *et al.*, 2001; Ismail, 2010).

El objetivo del presente estudio fue identificar la presencia de *Anaplasma* y *Ehrlichia* sp. en garrapatas *Amblyomma mixtum*, en las 10 regiones naturales que componen al Estado de Veracruz, esto es de suma importancia debido al impacto económico y en la salud pública, por otro lado, existe muy poca la información al respecto, los resultados obtenidos servirán para conocer un panorama general sobre la presencia de estos patógenos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Lugar de estudio: Para el presente estudio se realizó un muestreo de garrapatas en las diez regiones naturales del estado de Veracruz. Debido a la gran diversidad climática y geográfica de Veracruz, se muestrearon las diez regiones naturales que comprende el estado, Huasteca Alta, Huasteca Baja, Totonaca, Nautla, Capital, Sotavento, Montañas, Papaloapan, Tuxtla y Olmeca (Cozo, 2012).

Se realizó un estudio de tipo observacional para determinar la presencia de *Ehrlichia* sp. y *Anaplasma* sp. en las garrapatas recolectadas de las 10 regiones naturales del estado de Veracruz. Se colectaron garrapatas localizadas en bovinos, éstas se colocaron en frascos con etanol al 70%, mismas que son correctamente identificados con lugar y fecha de la colecta.

La determinación de la especie fue realizada de acuerdo con los parámetros determinados por claves taxonómicas ya establecidas por Guzmán-Cornejo *et al.*, (2011).

Se realizó la extracción de ADN por el método de Chelex (Aguilar, 2019), posteriormente se realizó la Reacción en Cadena de la Polimerasa utilizando el gen 16S rRNA,

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta investigación se analizaron un total de 325 garrapatas las cuales se generalizan en las distintas regiones naturales del estado de Veracruz, De las 325 muestras analizadas por PCR para *Ehrlichia* y *Anaplasma*, 34 (10.46%) resultaron positivas.

De las 10 regiones naturales muestreadas, únicamente en cuatro de ellas se encontraron garrapatas positivas a *Ehrlichia* sp. y *Anaplasma* sp, siendo Huasteca Alta donde se encontraron la mayor cantidad de garrapatas positivas (Cuadro 1).

CUADRO 1. FRECUENCIA DE GARRAPATAS POSITIVAS A EHRLICHIA Y ANAPLASMA SP. EN LAS DIFERENTES REGIONES DEL ESTADO DE VERACRUZ

Región	“n”	Positivos	Frecuencia %
Huasteca alta	60	21	35.0
Huasteca baja	30	2	6.6
Totonacapan	29	4	13.7
Nautla	30	0	0
Capital	26	7	26.9
Sotavento	30	0	0
Montaña	30	0	0
Papaloapan	30	0	0
Los Tuxtlas	30	0	0
Olmecca	30	0	0
Total	325	34	10.4

En el cuadro 1 se puede observar que el valor obtenido de X^2 (67.9) estadísticamente es altamente significativo ya que no existe mucha variación en la distribución de los grupos de estudio

Ehrlichia sp, es un patógeno de carácter zoonótico de importancia mundial y epidemiológica por su ciclo de transmisión, y si bien la garrapata *Rhipicephalus sanguineus* (garrapata café de perro) es el vector principal, el hecho de que se haya identificado en *A. mixtum* resulta de mayor importancia ya que cabe recordar, que esta garrapata se encuentra parasitando a una gran diversidad y hospederos, lo que hace que estos resultados sean de mucha relevancia.

Por otro lado, *Anaplasma* sp, es un patógeno de gran importancia en la ganadería debido a que ocasiona pérdidas económicas, la presencia de este patógeno en garrapatas es de gran impacto, ya que muchas unidades de producción tienen problemas por altas infestaciones de éstas.

Estos resultados coinciden con lo reportado por Almazán *et al.*, 2015, quienes reportan que *Amblyomma mixtum* es vector de diversos patógenos, entre ellos *Ehrlichia* y *Anaplasma* sp.

En un estudio realizado en Panamá encontraron que *Anaplasma* sp, estuvo presente en garrapatas *Amblyomma mixtum* colectadas de diversos hospederos y de la vegetación, lo que coincide con lo reportado en este estudio.

Sin embargo, cabe mencionar que son pocos los estudios que se han realizado donde se determine la presencia de estos patógenos en *Amblyomma mixtum*.

De las 325 garrapatas colectadas 140 fueron machos de los cuales 15 resultaron positivos y 185 fueron hembras de las cuales 19 fueron positivas (Cuadro 2).

CUADRO 2. FRECUENCIA DE GARRAPATAS POSITIVAS A EHRLICHIA Y ANAPLASMA SP. EN GARRAPATAS CON RELACIÓN AL SEXO.

Sexo	"n"	Positivos	Frecuencia %	IC _{95%}	P	X ²
Hembra	185	19	10.2	6.29-15.5	0.8	0.01
Macho	140	15	10.7	6.1-17.0		
Total	325	34	10.4	7.3-14.3		

En los resultados obtenidos con relación al sexo de las garrapatas (cuadro 4) se puede observar que el valor de X², estadísticamente no es significativo.

Con relación al sexo de las garrapatas la frecuencia de estas positivas a *Ehrlichia* y *Anaplasma* fueron similares, lo cual concuerda con estudios realizados anteriormente en donde no se determina diferencia alguna respecto al sexo (Castro *et al.*, 215).

CONCLUSIONES

El presente estudio determinó la presencia de *Ehrlichia* sp y *Anaplasma* sp en garrapatas *Amblyomma mixtum* en 4 de las 10 regiones naturales del estado de Veracruz.

En general, de las 325 garrapatas colectas a lo largo del Estado de Veracruz, 34 resultaron positivas (10.4%), y por región, la de Huasteca Alta se distingue al encontrarse un 35 % de garrapatas positivas a *Ehrlichia* y *Anaplasma*.

Del total de garrapatas (325) 140 fueron machos de los cuales 15 fueron positivos y 185 hembras, de las cuales 19 resultaron positivas, el factor sexo al parecer no tuvo relevancia en la presencia de estos patógenos al encontrarse porcentajes similares.

Los hallazgos de este estudio son relevantes para determinar la presencia de agentes causante de problemas en las ganaderías y poder evaluar el impacto que tiene en la salud animal y humana en el estado.

Estos resultados dan pie a continuar con la investigación acerca de los patógenos que transmiten las garrapatas, el siguiente paso será determinar a través de secuenciación genética la especie de *Ehrlichia* y *Anaplasma* que se encontraron.

Palabras clave: *Amblyomma mixtum*, *Ehrlichia* spp, *Anaplasma* spp.

REFERENCIAS

- Aguilar-Domínguez M., Sánchez-Montes S., Esteve-Gassent M.D., Barrientos-Salcedo C., Pérez de León A. y Romero-Salas D. 2019. Genetic structure analysis of *Amblyomma mixtum* populations in Veracruz State, Mexico. 10. Pp. 86-92.
- Almazán C; Torres-Torres A., Torres-Rodríguez , Soberanes-Céspedes N., Ortiz Estrada M. 2016. Aspectos biológicos de *Amblyomma mixtum* (Koch, 1884) en el noreste de México. Quehacer Científico en Chiapas 11.
- Barandika J.F. 2010. Las garrapatas exófilas como vectores de agentes zoonóticos: estudios sobre la abundancia y actividad de las garrapatas en la vegetación, e investigación de la presencia de agente patógenos en garrapatas y micrimamíferos. Tesis Doctoral.
- Dolz G., Ábrego L., Romero L.E., Campo Calderón L., Bouza-Mora L. y Jiménez-Rocha A.E. 2013. Ehrlichiosis y anaplasmosis en Costa Rica. Acta Medica Costarricense. P 34-40. In: Memorias del IV Congreso Latinoamericano de enfermedades rickettsiales. San José, 2013.
- Goff W., Barbet A., Stiller D., Palmer G., Knowles D., Kocan K., Gorham J. y McGuire T. 1988. Detection of *Anaplasma marginale*-infected tick vectors by using a cloned DNA probe. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. (V)85. Págs. 919-923.
- Kocan K.M.; De la Fuente J. y Cabezas-Cruz A. 2015. The genus *Anaplasma*: new challenges after reclassification. Rev. Sci. Tech. Off Epiz. 34 (2). Págs.; 577-586.
- López N. 2014. Identificación de especies de garrapatas y detección de infecciones naturales por rickettsiosis en el sur de Chiapas. Tesis de maestría. Escuela de salud pública de México. Tapachula, Chiapas.
- Muños C., Segura J.A., Molina L. P., Eraso M. P. Y Gutiérrez L.A. 2017. Enfermedades transmitidas por garrapatas. Ed. Universidad Pontificia Bolivariana. Medellín, Colombia. 36 P.
- Parola P., Paddock C.D., Socolovschi C., Labruna M.B., Mediannikov O., Kernif T., Yazid-Abdad M., Stenos J., Bitam I., Fournier P.E. Y Raoult D. 2013. Update on Tick-Borne Rickettsioses around the World: A Geographic Approach. Clinical Microbiology Reviews. 26 (4). Págs. 657-702.
- Rar V. y Golovljova I. 2011. *Anaplasma*, *Ehrlichia*, and “*Candidatus Neoehrlichia*” bacteria: pathogenicity, biodiversity, and molecular genetic characteristics, a review. Infect. Genet. Evol. 11. Págs.: 1842-1861. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2011.09.019>
- Rymaszewska A; Grenda S. (2008). Bacteria of the genus *Anaplasma*- characteristics of *Anaplasma* and their vectors: a review. Veterinari Medicina. (11): 574-584.
- INAFED, Instituto para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. Secretaría de Gobernación. 2010. Consultado en: <http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM30veracruz/index.html>
- Soares S. H., Marcili A., Barbieri R.M.A., Minervino H.H.A., Malheiros F.A., Gennari M.S. y Labruna B.M. 2017. Novel *Anaplasmas* and *Ehrlichia* organisms infecting the wildlife of two regions of the Brazilian Amazon. Elsevier. 174. 82-87.
- Tintel Astigarraga, M., Amarilla, S y Nara, E. (2016). Ehrlichiosis, enfermedad transmitida por garrapatas y potencial zoonosis en Paraguay. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, 17 (9), pp. 1-9.
- Zaid T., Ereqat S., Nasereddin A., Al-Jawabreh A., Abdelkader A. y Abdeen Z. 2019. Molecular characterization of *Anaplasma* and *Ehrlichia* in ixodid ticks and reservoir hosts from Palestine: a pilot survey. Veterinary Medicine and Science.
- Zobba R., Anfossi G. A., Pinna M.L., Dore M.G., Chessa B., Spezzigu A., Rocca S., Visco S., Pittau M. y Alberti A. 2014. Molecular investigation and Phylogeny of *Anaplasma spp.* in Mediterranean Ruminants reveal the presence of neutrophil-tropic strains closely related to *A. platys*. American Society for Microbiology. 80: Págs. 271-280.

EFICACIA DE UNA CEPA DE *Metarhizium anisopliae* AISLADA DE SUELOS GANADEROS EN EL CONTROL DE *Rhipicephalus microplus* Y *Haematobia irritans* EN INFESTACIONES NATURALES

EFFECTIVENESS OF A STRAIN OF *Metarhizium anisopliae* ISOLATED FROM LIVESTOCK SOILS IN THE CONTROL OF *Rhipicephalus microplus* AND *Haematobia irritans* IN NATURAL INFESTATIONS

Alonso DMA y Fernández SA*

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

Mvz_Salasuv@Hotmail.Com

INTRODUCCIÓN

Las infestaciones por ectoparásitos son de los principales problemas sanitarios de los bovinos en las regiones tropicales y subtropicales de México, donde destacan las causadas por la garrapata *Rhipicephalus microplus* y la mosca del cuerno *Haematobia irritans*. Ambos ectoparásitos ocasionan grandes pérdidas económicas debido a diversos factores. El principal método para su control es el uso de antiparasitarios químicos, sin embargo, muchos se han vuelto ineficaces, debido a la generación de resistencia. En los últimos años se ha intensificado la búsqueda de métodos alternativos de control, destacando los hongos entomopatógenos (HE). Entre los HE más importantes resalta *Metarhizium anisopliae* debido a su gran efecto patogénico sobre diferentes estadios. La actividad parasitocida de los HE es dependiente de factores ambientales como la humedad, temperatura y rayos UV. Se ha mencionado que la tolerancia a estos factores está influenciada por el lugar de procedencia de los HE, la cual sería mediada por la capacidad de adaptación evolutiva de cada aislado (Fernández-Salas *et al.*, 2017). Existen algunas cepas de *M. anisopliae* que son nativas de suelos ganaderos de zonas tropicales, las cuales podrían presentar una buena tolerancia a estos factores a nivel de campo y aumentar su eficacia en el control de ectoparásitos.

OBJETIVO

Evaluar la eficacia de *Metarhizium anisopliae* (cepa MaV25) para el control simultáneo de *Rhipicephalus microplus* y *Haematobia irritans* en bovinos infestados naturalmente en el trópico de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical (CEIEGT) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) que se localiza en Tlapacoyan, Veracruz (24° 04' latitud norte y 97° 03' longitud oeste; altitud de 110.9 msnm). El clima es cálido húmedo Af (m) W" (e) con una temperatura media anual de 23.4 °C, 85 % de humedad relativa y precipitación pluvial de 1990 mm.

Se utilizó la cepa MaV25 de *M. anisopliae*, la cual se obtuvo de la colección micológica del Laboratorio de Sanidad Animal del CEIEGT. La cepa originalmente fue aislada de suelos de unidades de producción bovina en Veracruz, México. Las conidias de MaV25 se obtuvieron en medio de cultivo Agar Dextrosa Sabouraud y la suspensión se ajustó a 1×10^8 conidias/ml.

Se utilizaron 30 vacas F1 (Holstein x Cebú) en periodo seco, con edades de 3 a 8 años y 450 - 550 kg de peso. Al día 0 se evaluaron las cargas de ectoparásitos y los animales fueron distribuidos en tres grupos experimentales: grupo testigo, testigo positivo y tratado con la cepa MaV25. Se le dio prioridad a la carga de garrapatas. Los animales del grupo testigo fueron asperjados con agua más Tween 80 al 0.1%. Los animales del grupo testigo positivo fueron asperjados con una Flumetrina al 3 %. Los animales del grupo tratado fueron bañados con la cepa MaV25 a una concentración de 1×10^8 conidias/ml más Tween 80 al 0.1%. Los tratamientos fueron aplicados los días 0, 15, 30, 45 y 60 por la tarde entre 6 y 7 p.m.

Los conteos de moscas se realizaron mediante la toma de una fotografía (Cámara Nikon® D5600) entre 7 y 8 am en potrero del lado derecho del animal. El conteo se multiplicó por dos para obtener una estimación de la cantidad total de moscas. Posteriormente, las vacas se trasladaron a una manga de manejo donde se realizó el conteo de garrapatas repletas de más de 4.5 mm de longitud de un solo lado del animal. El conteo se realizó cada 7 días hasta el día 60 (semana 10), entre 8 y 9:30 am. El total de garrapatas repletas por animal se obtuvo multiplicando la cantidad de garrapatas contadas por dos (Wharton y Utech, 1970).

Los conteos de ambos ectoparásitos se analizaron mediante estadística descriptiva para cada tratamiento. La efectividad de MaV25 y la flumetrina sobre *R. microplus* se determinó mediante a siguiente fórmula:

$$\frac{\# \text{ garrapatas grupo control} - \# \text{ de garrapatas en tratamiento}}{\# \text{ garrapatas grupo control}} \times 100$$

Las cargas de garrapatas entre los tratamientos se analizaron mediante Kruskal Wallis (STATGRAPHICS Centurion XVI II). Se consideró un valor de $P < 0.05$ para determinar diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

MaV25 demostró una eficacia variable de 5.1% hasta 83.3 % contra *R. microplus* (Cuadro 1; Figura 1). Resalta la efectividad de este hongo para disminuir significativamente las poblaciones de *R. microplus* al día 1, 35, 49 y 63 ($P < 0.05$) (Cuadro 1).

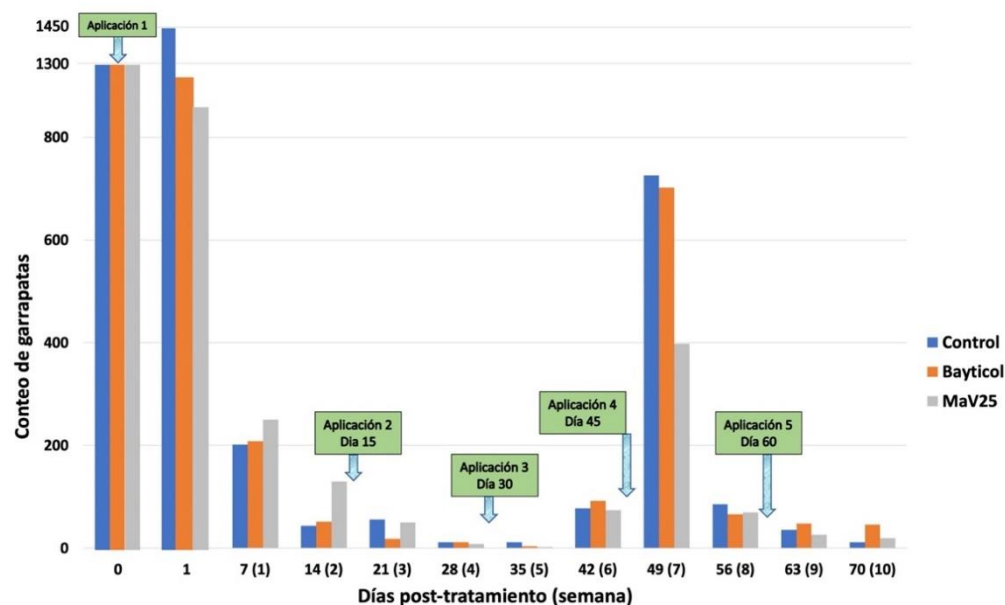
Estudios previos demostraron la efectividad de MaV25 para el control de *R. microplus* a nivel de laboratorio (Fernández-Salas et al., 2017), así como su tolerancia a la radiación UV-A. La efectividad contra garrapatas mostrada por MaV25 es superior a la reportada por Bazan-Tene (2002), quien reportó muy baja eficacia para controlar a *R. microplus* con la cepa Ma18 de *M. anisopliae* en bovinos estabulados y utilizando la misma concentración. Incluso algunos estudios han reportado una eficacia nula de algunas cepas de *M. anisopliae* para controlar garrapatas en condiciones naturales (Leemon et al., 2008). Sin embargo, otras cepas de este hongo como Ma34 y 137bm, han mostrado un buen efecto biocontrolador de hasta 70% y 75%, respectivamente, sobre *R. microplus* a nivel de campo. Sánchez-Rivera et al. (2010) evaluó la eficacia de las cepas Ma14 de *M. anisopliae* sobre *R. microplus* y reportó una eficacia de 51.3 %, coincidiendo con el presente estudio.

La diferencia entre diferentes estudios se debe a que la virulencia de los HE puede variar dependiendo de su origen, aunque sean las mismas especies. En este respecto, se destacan variaciones en la formación de estructuras infecciosas, adhesión a la cutícula, evasión del sistema inmune de las garrapatas y diferente producción de toxinas y enzimas.

Cuadro 1. Efectividad de *Metarhizium anisopliae* cepa MaV25 y flumetrina 3% sobre el control de *Rhipicephalus microplus*

Aplicación	Día	Nº de garrapatas			Efectividad%	
		MaV25	Flumetrina	Control	MaV25	Flumetrina
1	0	1320 ^a	1316 ^a	1318 ^a	No aplica	
	1	1108 ^a	1284 ^{ab}	1448 ^b	23.5	11.3
	7	250 ^a	208 ^a	202 ^a	0	0
	14	130 ^a	52 ^a	44 ^a	0	0
2	Día 15					
	21	50 ^a	18 ^b	56 ^a	10.8	67.9
	28	8 ^a	12 ^a	12 ^a	33.3	0
3	Día 30					
	35	2 ^a	4 ^a	12 ^b	83.3	66.7
	42	74 ^a	92 ^a	78 ^a	5.1	0
4	Día 45					
	49	398 ^a	702 ^b	726 ^b	45.2	3.3
	56	70 ^a	66 ^a	86 ^a	18.6	23.3
5	Día 60					
	63	26 ^a	48 ^b	36 ^b	27.8	0
	70	20 ^a	46 ^b	12 ^a	0	0

Figura 1. Comportamiento de los tratamientos durante las cinco aplicaciones realizadas para el control de *Rhipicephalus microplus*.



Es importante destacar que los animales tratados con la flumetrina se mantuvieron con cargas de garrapatas más altas que el grupo tratado con *M. anisopliae*. Este hallazgo puede deberse a

la amplia y diseminada resistencia que ha mostrado esta garrapata a los químicos utilizados para su control en México.

En el caso del control de *H. irritans*, MaV25 mostró una eficacia de 1.1 % hasta 26.5 %. Sin embargo, solo resalta el control al día 35, donde la población de esta mosca disminuyó en 26.5 % (Cuadro 2).

Cuadro 2. Efectividad de MaV25 y flumetrina 3% sobre el control de la mosca *Haematobia irritans*.

Aplicación	Día	Nº de moscas			Efectividad%	
		MaV25	Flumetrina	Control	MaV25	Flumetrina
1	0	1802	1634	580	No aplica	
	1	826	732	696	0	0
	7	1056	624	650	0	4
	14	1720	1790	1614	0	0
2	Día 15					
	21	1528	1666	1394	0	0
	28	900	1232	818	0	0
3	Día 30					
	35	850	1690	1156	26.5	0
	42	1636	1814	1798	9	0
4	Día 45					
	49	922	1166	1110	16.9	0
	56	2002	2338	2024	1.1	0
5	Día 60					
	63	1258	1344	1426	11.8	5.8
	70	874	1266	956	8.6	0

En el caso de *H. irritans*, no se encontró diferencia significativa entre los diferentes tratamientos aplicados. Las investigaciones para evaluar la eficacia de *M. anisopliae* sobre el control de *H. irritans* a nivel de campo, no son abundantes como en el caso de las garrapatas. En Colima, Galindo-Velazco *et al.* (2015) evaluaron el efecto de las cepas Ma2, Ma6, Ma10, Ma14 y Ma34 de *M. anisopliae* encontrando una reducción de las infestaciones del 94-100%. Así mismo, en Aguascalientes Cruz-Vázquez *et al.* (2017) encontraron que la cepa Ma134 de *M. anisopliae* tenía una efectividad del 68.6% contra infestaciones naturales de *H. irritans*. Por otro lado, algunas otras formas de aplicación de HE han sido evaluadas contra moscas; como, por ejemplo, la administración de esporas por vía oral (Mochi *et al.*, 2009) con disminución de larvas nueve días post-tratamiento, posteriormente se observó la disminución de moscas en los animales.

La baja eficacia en el presente estudio puede deberse a que los animales del grupo tratados iniciaron con cargas mucho más altas en comparación con las cargas del grupo control. Este factor puede significar un sesgo en la efectividad de los HE, principalmente en los primeros días post-tratamiento, situación que se presentó en este experimento.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

MaV25 tuvo un comportamiento muy variable durante el experimento, mostrando eficacia de hasta 83% para el caso de garrapatas y de 26.5% para mosca. Después de cada aplicación, las

cargas de garrapatas manifestaron una disminución, observándose mejor después de la segunda aplicación. Se sugiere realizar nuevos estudios aumentando las dosis de MaV25, en otras épocas del año, con cargas mayores de garrapatas y el uso de coadyuvantes. En el caso de moscas se sugieren periodos de aplicación más cortos y probar otras vías de administración.

REFERENCIAS

- Fernández-Salas, A.; Alonso-Díaz, M.A.; Alonso-Morales, R.A.; Lezama-Gutiérrez, R.; Rodríguez-Rodríguez, J.C. y Cervantes-Chávez, J.C. (2017). Acaricidal activity of *Metarhizium anisopliae* isolated from paddocks in the Mexican Tropics against two populations of the cattle tick *Rhipicephalus microplus*. Medical and Veterinary Entomology, 31,36-43.
- Wharton, R.H., Utech, K.B.W., 1970. The relation between engorgement and dropping of *Boophilus microplus* (Canestkini) (Ixodidae) to the assessment of tick numbers on cattle. J. Aust. Entomol. Soc. 9, 171–182.
- Bazan-Tene, M. (2002) Efecto de *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) en el control biológico de *Boophilus microplus* Canestrini (Acari: ixodidade) en ganado bovino estabulado. Universidad de Colima, Tecomán, Colima.
- Leemon, D., Turner, D., Jonsson, N. 2008. Pen studies on the control of cattle tick *Rhipicephalus microplus* with *Metarhizium anisopliae* (Sorokin). Vet. Parasitol. 156, 248–260.
- Sánchez-Rivera, G.A. (2010). Efecto in vivo de dos cepas de hongos entomopatógenos sobre el control de *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus* en bovinos infestados naturalmente en el tropico húmedo. Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca.
- Galindo-Velasco, E.; Lezama-Gutiérrez, R.; Cruz-Vázquez, C.; Pescador- Rubio, A.; Angel-Sahagún, C.D. (2015). Efficacy of entomopathogenic fungí (Ascomycetes: Hypocreales) against adult *Haematobia irritans* (Diptera:Muscidae) under stable conditions in the Mexican dry tropics. Vet Parasitol, 0304-4017.
- Cruz-Vázquez, C.; Carvajal, J.; Lezama-Gutiérrez, R.; Vitela-Mendoza, I. y Ángel-Sahagún, C.A. 2017. Efficacy of *Metarhizium anisopliae* in the control of the horn fly, *Haematobia irritans* (Diptera: Muscidae), under natural infestation conditions. Rev. Veterinaria México, Vol 4, No 2.

Palabras clave: control biológico, garrapatas, bovinos

EFFECTO ACARICIDA DE EXTRACTOS DE PLANTAS NATIVAS MEXICANAS SOBRE *Rhipicephalus microplus*.

ACARICIDAL EFFECT OF EXTRACTS FROM NATIVE MEXICAN PLANTS ON *Rhipicephalus microplus*.

Peniche CA^{*1}, Sosa RJ¹ y Cen PF²

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-Región Veracruz – Universidad Veracruzana;

²Facultad de Bioanálisis-Región Veracruz – Universidad Veracruzana.

INTRODUCCIÓN.

Las infestaciones por *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* generan grandes pérdidas económicas para la ganadería tropical y subtropical. Su presencia causa disminución de carne y leche, alteraciones reproductivas, daños en la piel e incluso la muerte de los animales por anaplasmosis y babesiosis bovina. Actualmente, las acciones de control se basan en el empleo de ixodicidas químicos generalmente en baños de aspersión o inmersión; sin embargo, su uso indiscriminado y las malas prácticas de aplicación, han propiciado la aparición de poblaciones de garrapatas resistentes a las diferentes familias de ixodicidas comerciales. Aunado a lo anterior, estos productos han demostrado ser tóxicos para el humano, los animales y el medio ambiente. Ante la progresiva aparición de resistencia en las poblaciones de garrapatas, es imperiosa la necesidad de encontrar métodos alternativos que permitan combatirlos de manera eficaz. Una de las más prometedoras es la búsqueda de moléculas de origen natural con actividad acaricida las cuales, puedan ser utilizadas a futuro para el desarrollo de nuevos ixodicidas. Por ello, el presente trabajo tuvo la finalidad de evaluar el potencial acaricida de los extractos obtenidos de 18 plantas mexicanas, así como de 11 metabolitos aislados de la corteza de *Azadirachta indica* (*A. indica*) (árbol de Neem) sobre *R. microplus*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Recolección del material vegetal y obtención del extracto crudo. Dieciocho especies de plantas (Tabla 1) fueron recolectadas a lo largo de la región de Sotavento en el Estado de Veracruz. La identificación taxonómica fue llevada a cabo por taxónomos del Instituto de Investigaciones Biológicas (CIB) de la Universidad Veracruzana. Posterior a la recolección, el material vegetal fue secado a temperatura ambiente durante dos semanas y una vez seco fue triturado y sometido a maceración metanólica para la obtención del extracto crudo. Culminada la maceración, el disolvente fue retirado mediante presión reducida utilizando un rotavapor.

Aislamiento de compuestos. El extracto crudo de *A. indica* fue fraccionado por una partición líquido-líquido empleando el método de Kupchan, el cual permite separar los compuestos con base en su polaridad. El extracto inicial se disolvió en una mezcla de metanol/ agua (1:1); posteriormente, se agregaron de manera sucesiva disolventes inmiscibles en esta mezcla lo que permitió la obtención de cuatro fracciones con polaridad ascendente, iniciando con la fracción de menor polaridad *n*-hexano (Hex), seguida de la de diclorometano (DCM), la de acetato de etilo (AcOEt) y finalmente los compuestos con mayor polaridad albergados en la fracción de

metanol/agua (MeOH/H₂O). La purificación de los compuestos se llevó a cabo mediante diversas técnicas de cromatografía que incluyeron columnas por gravedad y de media presión, mientras que las purificaciones finales se llevaron a cabo en un equipo de HPLC utilizando columnas de fase normal y fase de reversa. La determinación estructural se llevó a cabo por métodos espectroscópicos y espectrométricos principalmente mediante la interpretación de los experimentos de resonancia magnética nuclear y la espectrometría de masas de alta resolución, dando como resultado la identificación de 11 compuestos aislados de la corteza de *A. indica* (Figura 1).

Tabla 1. Especies de plantas y claves asignadas para su identificación durante el estudio.

Planta	Clave	Planta	Clave
<i>Annona globiflora</i>	AGS	<i>Citrus paradisi</i>	CPR
<i>Annona scleroderma</i>	ASS	<i>Citrus latifolia</i>	CLR
<i>Litchi chinensis</i>	LCS	<i>Citrus medica</i>	CMR
<i>Inga jinicuil</i>	IJS	<i>Mimosa púdica</i>	MPW
<i>Ensete ventricosum</i>	EVS	<i>Heliotropium indicum</i>	HIW
<i>Azadirachta indica</i>	AIC	<i>Momordica charantia</i>	MCW
<i>Salvia hispánica</i>	SHS	<i>Tagetes erecta</i>	TEW
<i>Sterculia apetala</i>	SAS	<i>Tridax procumbens L</i>	TPW
<i>Citrus sinensis</i>	CSR	<i>Randia aculeata</i>	RAR

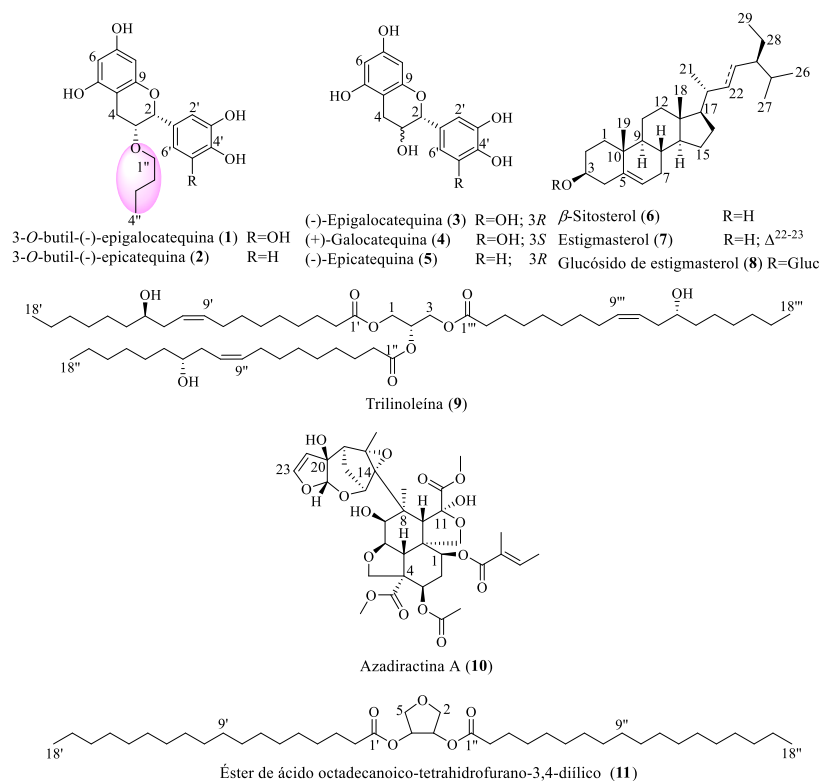


Figura 1. Estructura de los 11 compuestos aislados de la corteza de *A. indica*.

Recolección de garrapatas. Para llevar a cabo el estudio de la actividad acaricida se colectaron aproximadamente mil hembras ingurgitadas (teleoginas) de *R. microplus* en el municipio de Puente Nacional, Veracruz, México (19°19'N, 96°28'O). Las teleoginas fueron obtenidas de bovinos que no habían sido tratados con ixodicidas por lo menos 45 días antes de la colecta. Se emplearon 700 garrapatas para los bioensayos de inmersión de adultas y las 300 restantes, fueron colocadas en cajas Petri a temperatura ambiente para la obtención de huevos y posteriormente por cultivo, de la primera fase larvaria.

Bioensayo de inmersión larvaria. El bioensayo de inmersión larvaria consistió en sumergir aproximadamente 100 larvas durante 10 minutos en 750 µL de una solución que contenía 1% de etanol, 0.02% de triton X-100 y 98% de agua y diferentes concentraciones de los extractos a evaluar. Posteriormente, estas fueron colocadas en recipientes fabricados con papel filtro de poro grueso y colocadas en incubación durante 24 horas a una temperatura de 28 °C con un 80 % de humedad relativa. Pasado el tiempo de incubación se procedió a realizar el conteo de larvas vivas y muertas para realizar el calculo del porcentaje de mortalidad. Cada concentración fue trabajada por triplicado y el grupo control se trató únicamente con la mezcla de etanol, triton X100 y agua.

Bioensayo de inmersión de adultas. Se sumergieron 10 teleoginas durante 10 min en 5 ml de volumen final de las concentraciones a ensayar, luego fueron secadas con servilletas de papel para colocarlas en cajas de Petri a 28 °C con 80 % de humedad durante 7 días. Pasado este tiempo, se registró el número de teleoginas vivas y muertas y se procedió a realizar el calculo del porcentaje de mortalidad. Cada concentración fue realizada por triplicado y utilizando como control negativo la mezcla de etanol, triton X100 y agua.

Determinación de la actividad acaricida. La mortalidad obtenida de los bioensayos fue corregida utilizando la formula Abbott acorde a lo recomendado por la FAO. Así, la mortalidad corregida se calculó mediante la fórmula: $MC = [(\% \text{ de mortalidad de la prueba} - \% \text{ de mortalidad de control}) / 100 - \% \text{ de mortalidad de control}] \times 100$. Si en alguno de los bioensayos la mortalidad del grupo control era superior al 7%, éste se anulaba y se repetía. En este estudio, la actividad acaricida de los extractos se clasificó de acuerdo a Rosado *et al.* (2017) de la siguiente manera: alta: (86-100% de mortalidad); relativamente alta: (71-85% de mortalidad); moderada: (56-70% mortalidad); baja: (31-55% de mortalidad) y no significativa: (0-30% mortalidad).

RESULTADOS.

La evaluación inicial realizada de los extractos crudos al 5 % p/v de las 18 plantas mexicanas (Tabla 2), mostró que cinco extractos poseen una mortalidad alta (86-100 %), tres exhibieron una mortalidad relativamente alta (71-85 %), dos mostraron una actividad moderada (56-70 %) y dos una actividad baja (31-55 %); los seis restantes, mostraron una actividad no significativa (0-30 %). Posteriormente, los extractos que indujeron una mortalidad superior al 56% fueron evaluados en la garrapata adulta siendo los extractos metanólicos de *Annona globiflora*, *Annona scleroderma*, *Litchi chinensis* y *A. indica* los que tuvieron mejor actividad acaricida sobre larvas y teleoginas de *R. microplus*.

Tabla 2. Actividad acaricida de los extractos más activos de plantas a una concentración del 5 % p/v.

Planta	Mortalidad de larvas (%)	Mortalidad de adultas (%)
AGS	100	100
ASS	100	100
LCS	91.6 ± 2.2	66.7 ± 5.8
IJS	89.3 ± 4.8	26.7 ± 15.3
EVS	41.5 ± 13.7	NP
AIC	84.9 ± 4.3	53.3 ± 11.5
SHS	32.7 ± 12.4	NP
CSR	74.3 ± 7.9	10 ± 10
CPR	84.4 ± 7.1	3.3 ± 5.8
CLR	89.3 ± 4.2	16.7 ± 11.5
CMR	56.7 ± 9.2	6.7 ± 5.8
MPW	58.5 ± 9.1	0

± Desviación estándar

Por otra parte, la evaluación de los once compuestos aislados de *A. indica* sobre teleoginas de *R. microplus*, indicaron que los compuestos 3-O-butil(-)-epigallocatequina (1), 3-O-butil(-)-epicatequina (2), azadiractina A (10) y el éster de ácido octadecanoico-tetrahidrofurano-3,4-diílico (11) mostraron actividad acaricida (Tabla 3).

Tabla 3. Actividad acaricida de los compuestos 1-11 sobre teleoginas de *R. microplus* al 6mM

Compuesto	Mortalidad de adultas (%)	Compuesto	Mortalidad de adultas (%)
1	36.7 ± 5.8	7	0
2	43.3 ± 5.8	8	NP
3	0	9	NP
4	0	10	66.7 ± 5.8
5	0	11	46.7 ± 5.8
6	0	Amitraz¹	56.7 ± 5.8

± Desviación estándar, NP: no probada, ¹Probado al 0.0002%

CONCLUSIONES

. La evaluación de 18 plantas mexicanas contra larvas y garrapatas adultas de *R. microplus* indicó que los extractos metanólicos de *A. globiflora*, *A. scleroderma*, *L. chinensis* y *A. indica* tienen potencial acaricida. La actividad plaguicida de *A. indica* está asociadas con la azadiractina A (10), que es el compuesto insecticida más conocido de esta planta. Sin embargo, en este estudio se reportan tres nuevos compuestos adulticidas identificados como 3-O-butil(-)-epigallocatequina

(1), 3-O-butil-(-)-epicatequina (2) y ácido octadecanoico-tetrahidrofurano-3,4-diil éster (11); lo anterior, demuestra que la corteza de *A. indica* es una importante fuente de compuestos acaricidas con diversidad estructural.

AGRADECIMIENTOS. Este trabajo fue apoyado por el Gobierno del estado de Veracruz de Ignacio de la Llave y por el Consejo Veracruzano de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico [COVEICyDET, número de Proyecto: 14 1953/2021].

REFERENCIAS.

- Cen-Pacheco F, Ortiz-Celiseo A, Peniche-Cardena A, Bravo-Ruiz O, López-Fentanes FC, Valerio-Alfaro G, Fernández JJ. Studies on the bioactive flavonoids isolated from *Azadirachta indica*. Nat Prod Res 2020;5:1-9.
<https://doi.org/10.1080/14786419.2019.1579808>
- Rodríguez-Vivas RI, Apanaskevich DA, Ojeda-Chi MM, Trinidad-Martínez I, Reyes-Novelo E, Esteve-Gassent MD, Pérez de León AA. Ticks collected from humans, domestic animals, and wildlife in Yucatan, Mexico. Vet Parasitol 2016;15(215):106-113.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2015.11.010>
- Rosado, A. J. A., Arjona, C. K., Torres, A., J. F. J., Rodríguez, V. R. I., Bolio, G. M. E., Ortega, P. A., Aguilar, C. A. J., et. al. (2017). Plant products and secondary metabolites with acaricide activity against ticks. Veterinary Parasitology, 238, 66-76. DOI:
<https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2017.03.023>

Palabras clave: *Rhipicephalus microplus*, acaricida natural, plantas mexicanas.

DETECCIÓN SEROLÓGICA DE ESPECIES DE *Leptospira* EN BOVINOS SACRIFICADOS EN DOS RASTROS DEL CENTRO DE VERACRUZ

SEROLOGICAL DETECTION OF *Leptospira* SPECIES IN BOVINES SLAUGHTERED IN TWO SLAUGERHOUSES IN THE CENTER OF VERACRUZ

Ochoa VJL*, Cruz RA, Sánchez MS, Ramos VJR, Esparza GSC, Romero SD, Domínguez MB,
Torres CMA, Peñaloza GCE.

Laboratorio de Enfermedades Infecciosas, Unidad de Diagnóstico, Rancho “Torreón del Molino”,
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana, Veracruz, México.
Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, región Tuxpan, Universidad Veracruzana,
Veracruz, México. Centro de Medicina Tropical, Unidad de Investigación en Medicina
Experimental, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de
México, México. Facultad de Odontología, Laboratorio de Cultivo Celular, Unidad Saltillo,
Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, México. Laboratorio de Enfermedades Emergente y
Reemergentes, Centro de Investigación Regional “Dr. Hideyo Noguchi”, Universidad Autónoma
de Yucatán, Mérida, Yucatán, México

INTRODUCCIÓN

Existen diversos agentes patógenos presentes en la ganadería bovina, con los cuales se puede tener contacto a través de pieles, sangre, carne, órganos, etc. Por lo cual hay que tener en cuenta el existente riesgo de la diseminación de estos agentes por medio de los animales sacrificados en los rastros, ya que estos pueden albergar infecciones crónicas o subclínicas que no se pueden detectar durante el examen ante mortem, e incluso post mortem, asociados a estos patógenos zoonóticos, los cuales pueden transmitirse a los humanos por diferentes vías; por ejemplo, a través del consumo de sangre cruda infectada, leche y carne; o por contacto directo con animales infectados durante el manejo de abortos, partos y el sacrificio; y de manera indirecta a través del entorno (agua y suelo) contaminados (Swai y Schoonman, 2011; Horton et al., 2014).

Uno de estos agentes son las bacterias patógenas del género *Leptospira*, la cual es causante de la leptospirosis, que se define como una enfermedad zoonótica e infecciosa que se encuentra con mayor frecuencia en países o zonas con climas tropicales o subtropicales, la cual puede infectar a humanos, animales domésticos y de vida libre, siendo una enfermedad de gran importancia para la salud pública y animal (Adler y de la Peña, 2010; Adler, 2015; Soares et al., 2019). La leptospirosis se considera una enfermedad de alto riesgo para profesionistas como son los veterinarios, agrónomos, también para personas que trabajan en campo, ganaderos, así como el personal que labora en rastros (Adler, 2015; Picardeau, 2017).

Debido a que el estado de Veracruz cuenta con las condiciones climático-ambientales que favorecen la proliferación de las leptospirosis, debido a esto es considerado una zona endémica, por lo cual aumenta el riesgo de que el ganado bovino se pueda infectar con esta bacteria, y debido a esto leptospirosis bovina está asociada con trastornos reproductivos (Hernández y Gómez et al., 2011; Adler, 2015; Loureiro et al., 2017). La leptospirosis bovina es considerada una zoonosis de importancia en la Salud animal y pública, ya que tanto en la zona centro del estado de Veracruz como en el resto del estado en general no se cuenta con estudios sobre

leptospirosis en rastros municipales, siendo el estado de Veracruz uno de los mayores productores de ganado bovino, teniendo un solo antecedente a nivel nacional en el estado de Guerrero en 1995 (Campos-Hernandez et al., 1995) y a nivel mundial 44 estudios en bovinos sacrificados en rastros; por lo cual la importancia de realizar estudios para la detección de anticuerpos anti-*Leptospira* en el ganado bovino proveniente de los rastros municipales de la zona centro de Veracruz.

OBJETIVO

Detectar anticuerpos contra *Leptospira* en bovinos destinados para el abasto en dos rastros del centro de Veracruz.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio de tipo observacional transversal en dos rastros de la zona centro del estado de Veracruz, en febrero de 2020. Esto por medio de un muestreo no probabilístico a conveniencia, obteniendo un total de 30 muestras por cada rastro “n” = 60 muestras. Las muestras de sangre se obtuvieron posterior al sacrificio de los animales después de la revisión de las vísceras rojas directamente del corazón en tubos al vacío de polipropileno sin anticoagulante (BD Vacutainer® red cap), tomando un volumen de 5 a 7 mL de sangre por tubo el cual se identificó por animal y rastro. Todas las muestras se transportaron en refrigeración al Laboratorio de Enfermedades Infecciosas en la unidad de diagnóstico en el Rancho “Torreón del Molino” de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Veracruzana, donde se centrifugaron a 1500 g durante 10 minutos para separar el suero sanguíneo del coágulo.

El suero se conservó en congelación a -20 °C en microtubos de polipropileno de 500 µL, hasta su utilización para el diagnóstico serológico. La serología se realizó por medio de la prueba de Micro aglutinación (MAT), esta prueba es considerada como la prueba estándar de oro para la detección de anticuerpos contra *Leptospira*, ya que presenta una alta especificidad, se basa en detectar anticuerpos aglutinantes en suero (OIE, 2018). Para realizar la MAT se empleó un panel de 10 serovariedades correspondiente a tres especies diferentes de *Leptospira* (Tabla 1). Se calculó la frecuencia general y específica, así como los intervalos de confianza (95%) y χ^2 ; por medio del programa estadístico STATA Ver. 14.

RESULTADOS

Con base en los resultados (Tabla 1) obtenidos se obtuvo una frecuencia de anticuerpos contra *Leptospira* de 63.3% (38/60; IC_{95%} 49.8-75.4).

Tabla 1. Frecuencia de anticuerpos contra *Leptospira* por rastro y distribución de sueros seroreactores por títulos de anticuerpos por serovariedades de *Leptospira*.

En comparación con países Tanzania obtuvieron una seroprevalencia del 51% (6350/12444; IC_{95%} 50.1-51.9 (Swai y Schoonman, 2012), Egipto con una detección de anticuerpos contra *Leptospira* del 40% (64/161; IC_{95%} 32.1-47.7) (Horton et al., 2014);

Nueva Zelanda donde reportaron una seroprevalencia del 73% (106/146; IC_{95%} 59-83) (Fang et al., 2014); Brasil, donde la serología demostró que el 37% (77/208; IC_{95%} 30.4-43.9) del ganado presentaba anticuerpos anti-*Leptospira*, (Pinna et al., 2018). Los resultados obtenidos en otros países, la presencia de anticuerpos contra *Leptospira* oscilan (presencia, frecuencias y

seroprevalencias) desde un 37% hasta 73%, y los resultados del presente estudio no están fuera de los reportado por otros autores en diferentes países.

Variable	“n”		Positivos			Frecuencia% (CI _{95%})		X ²	P
Rastro								4.5 9	0.0 3
1	30		23			71.8 (53.2-86.2)		3.9 5	0.0 4
2	30		15			50.0 (31.2-68.7)			
Sexo								2.4 8	0.4 7
Hembra	42		30			71.4 (55.4-84.2)			
Macho	18		8			44.4(21.5-69.2)			
Edad (meses)								1.6 7	0.1 9
1-24	1		0			--			
25-50	35		24			68.5 (50.7-83.1)			
51-100	16		9			56.2 (29.8-80.2)			
>101	8		5			62.5 (24.4-91.4)			
Ictericia								63.3 (49.8-75.4)	
Si	16		8			50.0 (24.6-75.3)			
No	44		30			68.1 (52.4-81.3)			
Total	60		38						
Títulos de anticuerpos									
Serovariedad	1:5	1:10	1:20	1:40	1:80	1:160	1:320	F% (CI _{95%})	
	0	0	0	0	0	0	0		
L. borgpetersenii									
*Mini	34	13	2	2	3	--	--	25.0 (15.9-35.9)	
Sejroe	13	6	2	1	1	--	1	13.7 (7.0-23.2)	
Ballum	4	--	--	--	--	--	--	0 (0-4.5)	
L. interrogans									
**Hardjo	41	6	3	4	1	1	--	18.7 (10.9-29.0)	
Icterohaemorrhagiae	18	8	1	--	1	--	--	12.5 (6.1-21.7)	
Bratislava	37	1	3	1	--	--	--	6.2 (2.0-13.9)	
Pomona	6	2	--	1	1	--	--	5.0 (1.3-12.3)	
Hardjo	10	1	--	1	--	2	--	5.0 (1.3-12.3)	
L. santarosai									
*Tarassovi	16	11	9	4	1	4	1	37.5 (26.9-49.0)	
Mini	24	10	9	1	3	1	--	30.0 (20.2-41.2)	

IC_{95%} (Intervalo de Confianza), X² (Chi cuadrada), P (<0.05), F (Frecuencia), Serovariedad más frecuente por especie de *Leptospira* spp. (*), Serovariedad de *Leptospira* aislada de ganado bovino del estado de Veracruz (**).

Las hembras fueron las que tuvieron una mayor frecuencia, Sin embargo, esto se debe a que de las muestras colectadas fueron más hembras que machos, lo cual no es significativo ya que no existe evidencia literaria que mencione que las hembras tienen más posibilidades de infectarse de *Leptospira* en comparación con los machos. Con relación a la edad, los animales que oscilaban entre 25-50 meses, fue el grupo de mayor frecuencia de anticuerpos contra *Leptospira*.

Con relación a las serovariedades identificadas por serología, para este trabajo se identificaron tres serovariedades con mayor frecuencia: *L. interrogans* serovariedad Hardjo; *L. borgpetersenii* serovariedad Mini; *L. santarosai* serovariedad Tarassovi.

CONCLUSIONES

A nivel mundial existen muy pocos estudios sobre la detección de *Leptospira* sp. en rastros (44 estudios a nivel mundial), dentro de los cuales han implementado diversas muestras (orina, riñón, fluido vaginal (FV), sangre completa, suero sanguíneo, tejido uterino y fetos), así mismo, se han implementado diferentes técnicas diagnósticas como: Serología (MAT, ELISA, AFD e IF), Moleculares (PCR (punto final, anidada y tiempo real), secuenciación, etc) y aislamiento bacteriano.

Mediante la técnica MAT se pudo detectar la presencia de anticuerpos anti-*Leptospira* de las muestras recolectadas de los bovinos destinados para el abasto de los dos rastros municipales de la zona centro del estado de Veracruz.

El presente estudio es pionero para la detección de anticuerpos anti-*Leptospira*, los cuales se pueden encontrar en ganado sacrificado no solo en rastros municipales si no también en rastros Tipo Inspección Federal (TIF), ya que es el primero en Veracruz y el segundo en México, aunque hay que recalcar que el primero estudio similar realizado en nuestro país fue hace 25 años. Por lo tanto, es importante incrementar los esfuerzos para la vigilancia epidemiológica contra este patógenos en rastros, y que sigan cumpliendo con su función como unidades centinelas para salvaguardar la salud pública.

Palabras claves: *Leptospira*, Rastros, Ganado

Bibliografía

- Swai, E. S., y Schoonman, L. (2012). A survey of zoonotic diseases in trade cattle slaughtered at Tanga city abattoir: a cause of public health concern. *Asian Pacific journal of tropical biomedicine*, 2(1), 55–60. [https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(11\)60190-1](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(11)60190-1)
- Horton, K. C., Wasfy, M., Samaha, H., Abdel-Rahman, B., Safwat, S., Abdel Fadeel, M., Mohareb, E., y Dueger, E. (2014). Serosurvey for zoonotic viral and bacterial pathogens among slaughtered livestock in Egypt. *Vector borne and zoonotic diseases (Larchmont, N.Y.)*, 14(9), 633–639. <https://doi.org/10.1089/vbz.2013.1525>
- Adler, B., y de la Peña Moctezuma, A. (2010). *Leptospira* and leptospirosis. *Veterinary microbiology*, 140(3-4), 287–296. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2009.03.012>
- Adler B. (2015). History of leptospirosis and leptospira. *Current topics in microbiology and immunology*, 387, 1–9. https://doi.org/10.1007/978-3-662-45059-8_1
- Soares, P. M., Gomes, D. O., Macedo, F. P., Soares, M. M., Lemes, K. R., Jaeger, L. H., Lilienbaum, W., y Lima, A. (2020). Serological and molecular characterization of

- Leptospira kirschneri* serogroup Grippotyphosa isolated from bovine in Brazil. *Microbial pathogenesis*, 138, 103803. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2019.103803>
- Hernández Rodríguez, P., y Gómez Ramírez, A. P. (2011). Leptospirosis: una zoonosis que afecta a la salud pública y la producción pecuaria. *Revista Ciencia Animal*, 1(4), 15-23.
- Picardeau M. (2017). Virulence of the zoonotic agent of leptospirosis: still terra incognita?. *Nature reviews. Microbiology*, 15(5), 297–307. <https://doi.org/10.1038/nrmicro.2017.5>
- Loureiro, A. P., Pestana, C., Medeiros, M. A., y Lilenbaum, W. (2017). High frequency of leptospiral vaginal carriers among slaughtered cows. *Animal reproduction science*, 178, 50–54. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2017.01.008>
- Campos Hernandez, E., Gutierrez, I., Diaz, R. [Serologic frequency of bovine leptospirosis in the Cd. Altamirano, Guerrero State [Mexico] abattoir]. **Veterinaria Mexico (Mexico)**. 1995.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE SANIDAD ANIMAL (OIE) Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals (mamíferos, birds and bees). 8th edition, Volumen (part) 3. chapter 3.1.12. LEPTOSPIROSIS. 2018. Web format: <https://www.oie.int/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/#ui-id-2>

IMPLEMENTACIÓN DEL AISLAMIENTO REGIONAL DE *Leptospira interrogans* Serovar Hardjo FMVZ-UV-01 PARA EL DIAGNÓSTICO SEROLÓGICO, MICROBIOLÓGICO y MOLECULAR DE *Leptospira* sp. EN BOVINOS DE VERACRUZ MÉXICO.

Ramos-Vazquez JR^a, Cruz RA^a, Romero SD^a, Sánchez MDS^b, Pardío SVT^a, Esparza GSC^c.

Doctorado en Ciencias Agropecuarias, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana.

rodrigo_1393@live.com

INTRODUCCIÓN

En años recientes, las zoonosis y las enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales han sido objeto de mayor atención en todo el mundo; tal es el caso de la leptospirosis, la cual figura entre las zoonosis más ampliamente distribuidas, y es ocasionada por diferentes serovariedades patógenas de espiroquetas del género *Leptospira* que se han clasificado con base a sus características antigénicas en más de 300 serovariedades, 245 de considerados como patógenos, 25 serogrupos y 35 especies de *Leptospira* registradas (Méndez, et al., 2013); (Picardeau, 2017)

El género estaba dividido en dos especies: la *Leptospira* patógena *L. interrogans* y la *Leptospira* de vida libre *L. biflexa*, pero a finales de 1980 a partir del análisis por secuencias blancos del ADN se incorporaron las especies intermedias (Levett, et al., 2015).

Es una enfermedad sistémica que se manifiesta como septicemia aguda o de forma crónica, en la que se incluyen abortos, o bien de forma asintomática causada por *Leptospira interrogans* (Blood, 2002). La bacteria *L. interrogans* afecta primariamente a una gran variedad de animales domésticos y salvajes, en general roedores; el hombre se infecta en forma ocasional a través del contacto directo o indirecto constituyendo un huésped terminal. La infección de persona a persona es rara (Tay Zavala Jorge, et al., 2003).

La leptospirosis tiende a ser endémica en una zona o región, es decir que la infección se mantiene tiempo después de ocurrido el primer brote, por ello la enfermedad no puede considerarse como un problema individual sino un problema de hato, o de un grupo de animales en un área ganadera (Alfaro, et al., 2004).

Es transmitida a través de medios contaminados como agua, alimento o por huéspedes convalecientes o reservorios. Las rutas de infección son a través de las membranas mucosas de la conjuntiva, nasal, tracto reproductivo y por heridas (Córdova Izquierdo, et al., 2005).

Se han aislado de bovinos por lo menos 13 serovares y en las américas los serovares predominantes en bovinos son pomona, hardjo y Grippotyphosa. Así mismo, la enfermedad puede provocar una enfermedad de curso agudo, subagudo o permanente clínicamente inaparente (Acha N. & Szyfres, 2001). Las principales pérdidas en los bovinos se deben a abortos, descenso de la producción láctea y muerte de becerros (Blood, 2002). El objetivo de esta investigación determinar la seroprevalencia incluyendo el aislamiento regional de *Leptospira interrogans* serovar Hardjo FMVZ-UV-01, para la confirmación, microbiológica y molecular de *Leptospira* sp. mediante el gen LipL32 y observar si el diagnóstico con cepas regionales mejoran

la sensibilidad de la prueba de micro aglutinación y así mejorar las estrategias de prevención y control de esta enfermedad.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio epidemiológico tipo observacional longitudinal, se llevó a cabo en el periodo de agosto 2020 a septiembre del 2021. Se realizó un muestreo en 8 unidades de producción de correspondientes a 6 municipios del estado de Veracruz, donde se analizaron un total de 312 bovinos en edad reproductiva. La toma de muestras en los bovinos se realizó por medio de punción de la vena coccígea, con previa asepsia y por medio del sistema vacutainer; obteniendo de 4 a 7 ml de sangre por tubo. Se tomó una muestra en animales que tuvieron antecedentes de abortos o retención placentaria. Así mismo, todas las muestras se identificaron debidamente. Las muestras de sangre se conservaron en refrigeración y se trasladaron al Laboratorio de Parasitología de la Unidad de Diagnóstico en el rancho "Torreón del Molino" de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Veracruzana, donde se centrifugaron las muestras de sangre para la obtención de suero sanguíneo a 1500g durante 5 minutos. Tanto las muestras de suero como las de sangre completa fueron depositadas en tubos eppendorf de 1.5 ml de capacidad, los cuales fueron identificados debidamente y se almacenaron en congelación a -20°C hasta su procesamiento.

Diagnóstico de laboratorio (Diagnóstico serológico)

Los sueros obtenidos fueron procesados y analizados en el Laboratorio de Enfermedades infecciosas del rancho "Torreón del Molino", en la Unidad de Diagnóstico de leptospirosis; el diagnóstico se realizó por medio de la Técnica de Aglutinación Microscópica (MAT) la cual se considera como la "prueba estándar de oro", por su insuperable especificidad al momento del diagnóstico (serovariedad/serogrupo) (Dammert, 2005); (Epidemiología, 2012).

Esta prueba consiste en enfrentar el suero diluido, en este caso de los animales muestreados, con un cultivo de leptospirosis y así para poder evaluar el grado de aglutinación por medio de un microscopio de campo oscuro y así determinar el tipo de serovariedad, en donde el punto de corte de la dilución más alta donde se observe el 50% de leptospirosis aglutinadas y el otro 50% libres (Dammert, 2005).

Se utilizaron las siguientes serovariedades:

Leptospira borgpetersenii Serovar Tarassovi

Leptospira borgpetersenii Serovar Sejroe

Leptospira interrogans Serovar Canicola

Leptospira interrogans Serovar Hardjo

***Leptospira interrogans* Serovar Hardjo FMVZ-UV-01**

Aislamiento de la bacteria.

Posteriormente del sangrado y realizar la prueba de aglutinación microscópica se realizó un muestreo de orina en los bovinos para aislar la bacteria. La técnica de aislamiento es la única forma de establecer un diagnóstico definitivo de la leptospirosis. El aislamiento ideal para cultivar estas bacterias es utilizando el medio Ellinghausen McCullough Johnson y Harris (medio de EMJH). Las inoculaciones en este medio se realizaron sin inhibidores específicos (5-fluorouracilo,

neomicina, cicloheximida). Los cultivos se examinaron microscópicamente a diferentes intervalos, hasta por varios meses (Tay Zavala Jorge, et al., 2003).

Extracción de ADN.

Para realizar el cribado inicial se realizó la extracción de DNA. Con la resina de Chelex-100 de Promega en el cual se tomaron 3 ml del medio de cultivo, estas muestras fueron centrifugadas a 14,000 RPM y se obtuvo el pellet para posteriormente agregar 300 μ L de la resina de Chellex-100 al 10%, estas fueron incubadas a 56°C por 30 minutos y posteriormente se centrifugaron a 11,000 RPM por 5 minutos, Las muestras fueron colocadas nuevamente a una temperatura de 72°C por 1 hora y al termino de este tiempo se centrifugaron nuevamente a 11,000 RPM para después obtener el producto de DNA el cual fue mantenido a -20°C hasta su procesamiento.

Electroforesis del DNA obtenido de aislamientos de *Leptospira*

La visualización del producto de DNA se realizó en gel de agarosa a una concentración del 2%, utilizando 1.2 gramos de agarosa y se homogeneizó en 50 ml. de TAE 1X. Se llevó a cabo un proceso de calentamiento para homogeneizar la agarosa, y se adicionan 2 μ L bromuro de etidio (10mg/ml) para tener una mejor visualización del material genético. El gel se dejó polimerizar aproximadamente 15 minutos y posteriormente se agregará TAE 1X hasta cubrirlo. Las muestras fueron colocadas en cada uno de los pocillos en un volumen 2:4, (2 μ L de Buffer de carga y 4 μ L del DNA obtenido de la extracción) la electroforesis se procesó en un tiempo de 40 minutos a 120 Volts, y posteriormente se visualiza en un transiluminador.

Reacción en cadena de la polimerasa

Para la amplificación de los segmentos diana se utilizaron 12.5 μ L de la mezcla comercial para PCR (Master Mix de Promega), 1 μ L de cada oligonucleótido (a una concentración de 2 μ M cada uno) (Tabla 1) y 10.5 μ L de DNA, para completar un volumen final de 25 μ L.

Para el *gen LipL32*, las condiciones para la PCR fueron las siguientes: desnaturalización inicial a 95°C durante 5 minutos, desnaturalización 35 ciclos a 94°C durante 30 segundos, alineamiento a 58°C durante 45 segundos, extensión a 72°C durante 1 minuto y una extensión final de 72°C durante 7 minutos.

Tabla 7. Oligonucleótidos utilizados para la caracterización de aislamientos.

Oligonucleótido	5' a 3'
<i>LipL32</i>	F-ATCTCCGTTGCACTCTTTGC
<i>LipL32</i>	R-GTCCGCCTACACACCCTTTAC

Electroforesis del Amplificado de PCR

La visualización del producto de PCR será en geles de agarosa a una concentración del 2%. Se utilizará 1.2 gramos de agarosa y se homogeneiza en 50 ml de TAE 1X, para lo cual se realizará un proceso de calentamiento para diluir la agarosa, y se adicionaron 2 μ L de bromuro de etidio (10mg/ml) para la visualización del material genético. Una vez polimerizado se adiciona TAE 1X hasta cubrir el gel de agarosa. Las muestras serán colocadas en cada uno de los pocillos en

volumen 2:4, (2µL de Buffer de carga y 10 µL del producto de PCR obtenido de la extracción) y la electroforesis se realizará en un tiempo de 60 minutos a 100 Volts. Una vez concluida la electroforesis, se observarán los productos de PCR mediante el uso de un transiluminador.

Análisis estadísticos

Se determinó la prevalencia y seroprevalencia de las especies de *Leptospira* detectadas respecto a las especies de hospederos recolectados, mediante la relación hospederos infectados con la bacteria entre el total de hospederos recolectados por especie y la división entre 100. Con el programa Stata/MP versión 14.

Seroprevalencia general: $(N^{\circ} \text{ de bovinos positivos}) / (\text{Total de bovinos muestreados}) \times 100$

Para determinar la prevalencia general y por UPP.

Prevalencia general: $(N^{\circ} \text{ de bovinos positivos}) / (\text{Total de bovinos muestreados}) \times 100$

Prevalencia por unidad de producción pecuaria: $(N^{\circ} \text{ de bovinos positivos UPP}) / (\text{Total de bovinos en la UPP}) \times 100$

RESULTADOS

El diagnostico serológico demostró que cuatro de las cinco serovariedades de *Leptospira* spp. utilizadas en el análisis se encuentran presentes en los animales muestreados municipio de Veracruz, Alvarado, Alamo, Tihuatlán y Colipa donde se determinó una prevalencia general del 81% (253/312; IC95% 76.2-85.2.0%) de anticuerpos anti-leptospira, donde se observó que la cepa regional de *Leptospira interrogans* Serovar Hardjo FMVZ-UV-01 demostró una frecuencia del 64.1%, seguida de *Leptospira Interrogans* serovar Hardjo Kit con un 33%, *Leptospira borgpetersenii* serovar Sejroe con un 28.4%, *Leptospira interrogans* Serovar Canicola con un 18.9% y *Leptospira borgpetersenii* serovar Tarassovi con un 18.9%. para su confirmación por microbiología se logaron recolectar 103 muestras de orina para su aislamiento en medio de cultivo EMJH, donde se obtuvieron un total de 68/103 aislamientos bacterianos con crecimiento sugestivo a *Leptospira*. 5/68 aislados fueron clasificados como patógenos mediante la amplificación por Reacción en Cadena de la Polimerasa del gen de virulencia (lipL32). Se llevo a cabo la identificación del gen lipL32

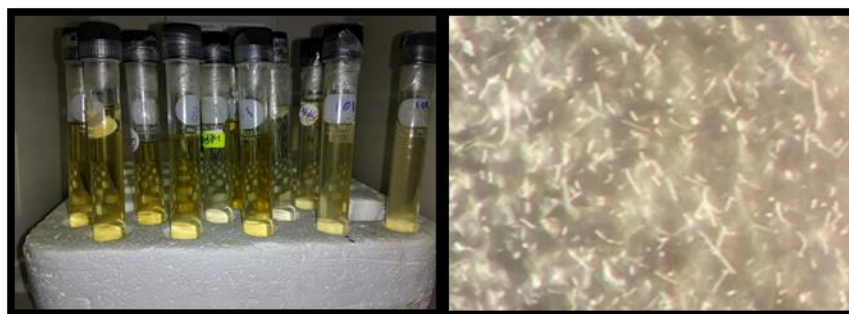


Figura 1. Aislamientos de *Leptospira* spp. Y crecimiento bacteriano

Los aislamientos microbianos obtuvieron excelente crecimiento de la bacteria de los cuales y hasta el momento se tipificaron 5 aislados fueron clasificados como patógenos mediante la amplificación por Reacción en Cadena de la Polimerasa del *gen lipL32*).

DISCUSIÓN

En otro estudio que se realizó en la ciudad de México con sueros de animales de diferentes estados del país, se determinó que existía 31.1% de bovinos positivos a una o más serovariedades de *Leptospira interrogans* (Moles Cervantes, et al., 2002). Así mismo en un análisis realizado en un municipio de Venezuela; los resultados muestran una prevalencia global de leptospirosis del 48 % (Alfaro, et al., 2004).

En el estado de Campeche, México se identificó las serovariedades de *Leptospira interrogans* existentes en ganado bovino productor de carne, donde se analizaron 203 muestras, de las cuales, la frecuencia de seropositividad a una o más serovariedades fue de 75.5% (Córdova Izquierdo, et al., 2005).

En el estado de Sonora se realizó un estudio en bovinos productores de carne, para obtener la prevalencia de leptospirosis. Se demostró que el 49% de los sueros presentaban anticuerpos contra la enfermedad (Pérez, 2008).

En Perú se llevó a cabo un muestreo en bovinos con el fin de conocer la seroprevalencia para poder desarrollar planes de control y prevención de dicha enfermedad, los estudios arrojaron resultados bajos de 2.6% y se infiere que se ve afectada por la época del año en la que se realizó dicho estudio (Arias Ch, et al., 2011).

La situación de las unidades de producción en los estudios antes mencionados difiere ampliamente ya que el contagio está influenciado por la diferencia de las condiciones ecológicas, estos factores ambientales pueden coadyuvar a que la bacteria sobreviva y se disemine ampliamente. A pesar de ello la leptospirosis se encuentra ampliamente distribuida alrededor de todo el mundo. Cabe resaltar que la mayoría de las investigaciones utilizan la técnica serológica (MAT), con muestreos pareados para confirmar o descartar la presencia de serovariedades de la bacteria en el UP. Los títulos empleados para discernir si hay presencia de serovariedades de leptospirosis es mucho menor al nuestro. El punto de corte más recomendado es el título 1:100 en bovino. Al igual que otras pruebas serológicas, para diagnosticar una infección individual mediante MAT, se requiere estudiar dos muestras pareadas de 7-14 días de intervalo de la primera y si se observa que ha habido seroconversión, se considera de valor diagnóstico un cambio en el título de al menos, cuatro veces el título inicial (Sandow & Ramírez, 2005).

CONCLUSIÓN

Las conclusiones de las investigaciones antes citadas solo pueden confirmar que implementar el diagnóstico con serovares regionales mejora la sensibilidad de la prueba diagnóstica MAT, ya que se comprobó que la seroprevalencia fue más alta en comparación con otras serovariedades, demostrando una enfermedad activa ya que hubo evidencia de la bacteria en los hatos muestreados y su confirmación por biología molecular.

BIBLIOGRAFÍA

- Acha N., P. & Szyfres, B., (2001). Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales. S.I.: Organización panamericana de la salud.
- Alfaro, C., Aranguren, Y., Clavijo, A. & Díaz, C., (2004). Prevalencia serológica de leptospirosis en ganado doble propósito del noreste de Monagas, Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 22(2), pp. [117-124].
- Arias Ch, F. y otros, (2011). prevalencia de leptospirosis bovina en dos localidades de puno en época de seca y determinación de factores de riesgo. *Rev. Inv. Vet. Perú*, 22(2), pp. [167-170].
- Blood, D. C., (2002). Manual de medicina veterinaria. 9º Edición ed. Madrid, España: McGraw-Hill Interamericana.
- Córdova Izquierdo, A. y otros, (2005). Diagnóstico de leptospirosis en ganado bovino productor de carne. *Revista electrónica de veterinaria*, 6(7), pp. [1-5].
- Dammert, N., (2005). leptospirosis: una revisión bibliográfica. [En línea]
- Epidemiología, D. G. d., 2012. Manual de Procedimientos Estandarizados para la Vigilancia Epidemiológica de la Leptospirosis. Secretaría de Salud Subsecretaría de Prevención y Promoción de la Salud, pp. [29-30].
- Levett PN. (2015). Systematics of Leptospiraceae. *Curr Top Microbiol Immunol*.387: [11-20].
- Méndez et al., (2013). Pesquisa serológica de Leptospira en roedores silvestres, bovinos, equinos y caninos en el noreste de México. *Salud animal*, 35(1), pp. [25-32].
- Pérez, D. P., (2008). Prevalencia de leptospirosis en ganado bovino productor de carne en el estado de sonora. Hermosillo, Sonora.: Fundación produce sonora A.C.
- Picardeau et al., (2017). Genome sequence of the saprophyte *Leptospira biflexa* provides insights into the evolution of *Leptospira* and the pathogenesis of leptospirosis. [1607].
- Sadow, K. & Ramírez, W., (2005). Leptospirosis. *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET*, VI (6), pp. [1-61]
- Tay Zavala Jorge, G. Q. M., Rubén, M. L. & Molina, M. Z. M. E., (2003). Microbiología y parasitología médicas. 3º ed. México, DF: Méndez editores.

Palabras clave: Leptospira, Bovinos, Aislamiento, Serología, Microbiología, Diagnóstico molecular.

ÍNDICE DE AUTORES

A	Guillen- HLG, 73
Aguilar ALS, 65	Guzmán-Rodriguez LF, 37
Aguilar DM, 82, 88	H
Ahuja AC, 27	Hernández BA, 56
Ahuja-Aguirre CC, 7	Hernández CBC, 21, 27
Alonso DMA, 93	Hernández ZAZ, 21, 27
B	Hernández Zorrilla AZ, 46
Barradas-Piña FT, 37	Hernández-Alcántara F ¹ , 32
Betancur HOJ, 82	I
C	Ibarra PN, 82
Canseco SR, 69, 77	L
Cansino-Arroyo R, 73	Lepe AIE, 69, 77
Carrasco GAA, 21, 27	López-de Buen L, 7
Carrasco-García A, 41	Luna-Azuara CG, 46
Cen PF, 98	M
Cerdán CCR, 16	Mansur-Dominguez JA, 32
Cervantes AP, 56	Martínez Hernández JM, 41
Contreras GH, 77	Martínez-Martínez M, 11
Cruz RA, 69, 82, 88, 103, 108	Martínez-Velázquez G, 32, 37, 41, 46, 51
D	Medina-Chapa JM, 41
Domínguez MB, 56, 69, 77, 103	Montaño-Bermúdez M, 32, 37, 41, 46, 51
E	Montero-Lagunes M, 37
Esparza GSC, 103, 108	Montiel-Palacios F, 7
Espejo BG, 16	N
F	Naranjo CF, 16
Fernández SA, 93	O
G	Ochoa VJL, 103
García-Bravo LA, 46	P
García-Salamanca C, 7	Pardío SVT, 108
Garrido HR, 16	Peniche CA, 98
Gómez VA, 61	Peñaloza GCE, 103
Graillet-Juárez E, 11	Pérez MMB, 82
Gudiño-Escandón RS, 32	

**VII CONGRESO DE LA ASOCIACIÓN DE MÉDICOS VETERINARIOS ZOOTECNISTAS ESPECIALISTAS EN BOVINOS DEL ESTADO DE VERACRUZ.
4, 5, Y 6 DE OCTUBRE DEL 2022.**

Pinos RJM, 77

R

Ramírez REO, 61
Ramos VJR, 103
Ramos-Vazquez JR, 108
Ríos-Utrera A, 32, 37, 41, 46, 51
Rivera AFM, 65
Rivera-Alegría FM, 61, 73
Rodríguez AJR, 16
Romero MA, 77
Romero RLA, 56
Romero SD, 82, 88, 103, 108
Rosendo PA, 69

S

Sánchez GAA, 61
Sánchez HR, 65
Sánchez MDS, 88, 108
Sánchez MS, 103
Sosa RJ, 98

T

Torres CMA, 103

Torres-Heredia A, 37, 46
Toxqui-García VS, 51

U

Upalía Orozco R, 41
Uscanga DJM, 21

V

Valdivieso-Linares IS, 11
Valdovinos Terán M, 37
Vázquez-Luna D, 11
Vega-Murillo VE, 21, 27, 32, 37, 41, 46, 51, 69, 77
Villagómez Cortes JA, 41
Villagómez-Cortés JA, 11
Villalvazo CP, 88
Violeta PVT, 69

Z

Zarate GOE, 16
Zárate GOE, 69, 77
Zarate Martínez JP, 37
Zilli GN, 88