

Pecuarios.com

Biblioteca Digital



Avicultura.mx



Ganaderia.com



Porcicultura.com

VOLUMEN 2 | MARZO – ABRIL 2024

ISSN-e: 2992-7293

COMITÉ EDITORIAL

Director:

Luis Felipe Islas Guerra

luis@pecuarios.com

Director Adjunto:

Javier Eduardo Ramos Morales

javier@pecuarios.com

Editores:

Dra. María Elena Trujillo Ortega

Dr. Miguel Ángel Alonso Díaz

Dr. Juan Carlos del Río García

Publicación de la Biblioteca Digital Pecuarios.com Año 2, Vol. 2, Núm 8, marzo – abril 2024, es una publicación bimestral editada por Pecuarios.com, calle León Guzmán #305-8, Colonia Centro, Teziutlán, Puebla, C.P. 73800, Tel. (231) 312-4060, <https://www.pecuarios.com>, editorial@pecuarios.com, Editor responsable: Luis Felipe Islas Guerra, luis@pecuarios.com. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo, género publicaciones periódicas 04-2024-030110590400-20, ISSN-e 2992-7293, ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derecho de Autor.

Los artículos y fotografías son responsabilidad exclusiva de los autores. Los derechos de autor están reservados conforme a la Ley y a los convenios de los países signatarios de las Convenciones Panamericana e Internacional de Derechos de Autor. La reproducción parcial o total de este número solo podrá hacerse previa autorización escrita del Editor de la publicación. Derechos Reservados © 2022-2024, Pecuarios.com Última actualización: 13 de marzo de 2024.

CONTENIDOS:

Avicultura.mx

Evaluación del efecto de Fumonisin (FB1) y Aflatoxinas (AFB) sobre hemograma, enzimas hepáticas y colesterol en pollos de engorda desafiados con una cepa entero - invasiva de Escherichia coli. **06**

Autores: / *Jacqueline* / *Juan Carlos*
/ *Uribe Rivera* / *Del Río García*

Proyecto avícola para mejorar la alimentación humana con huevo ecológico, en el área rural y urbana. **11**

Autores: / *Juan*
/ *Jiménez Ramírez*

Relación de las medidas alométricas del tracto gastrointestinal e hígado con respecto al peso vivo en pavos Nicholas 700. **18**

Autores: / *Osiris Napoleón*
/ *Pérez Segura*

Ganaderia.com

Caso clínico: aborto bovino por Leptospira Hardjo Prajitno H89. **23**

Autores: / *Pamela
Pérez*

Correlaciones genéticas y respuesta a la selección para edad al primer parto, intervalo entre partos y peso al destete acumulado al segundo parto en ganado Simmental y Simbrah en México. **26**

Autores: / *Dafne Yajaira
Bejarano Cabrera* / *Vicente E.
Vega Murillo* / *Moisés
Montaño Bermúdez*

Forraje para ganado bovino a partir de brosimum alicastrum como alternativa de alimento en temporada de sequía. **32**

Autores: / *Daniela
Perea Mendoza*

La sostenibilidad ganadera y su ruta. 36

Autores: / *Luis Fernando
Iruegas Evaristo*

**Liposomas fabricados con Lecitina de yema de huevo
para la mejora de la técnica de criopreservación de
esperma bovino. 40**

Autores: / *César
Rodríguez Beas* / *MN. Gloria Irma
Tapia Ayala*

Porcicultura.com _____

**Buscando innovaciones en las proteínas de plasma
porcino para una producción de carne más sustentable. 47**

Autores: / *Gabriela Ramos
Clamont Montfort*

**Desarrollo de un biotipo de cerdo criollo miniatura
sindáctilo (pata de mula), para su utilización en estudios
biomédicos y zootécnicos. 53**

Autores: / *José Manuel
Alanís Chávez*

**Receptores involucrados en la infección y
entrada de PRRS a la célula. 58**

Autores: / *Mariana
García Plata*

Evaluación del efecto de Fumonisinas (FB1) y Aflatoxinas (AFB) sobre hemograma, enzimas hepáticas y colesterol en pollos de engorda desafiados con una cepa entero - invasiva de *Escherichia coli*

ANTECEDENTES

Aproximadamente el 75% de los costos de producción pecuaria está destinado a la alimentación, por lo cual es de vital importancia conocer los factores que pueden mermar su eficiencia. Con base a esto es importante conocer el efecto de la interacción de elementos que pueden afectar la calidad nutricional de las materias primas utilizadas en la nutrición. Algunos de los factores que pueden tener influencia en este rubro es la presencia de micotoxinas de alta prevalencia en alimentos destinados a la producción de pollo de engorda, y que pueden influir en el aumento de la susceptibilidad al desarrollo de otras enfermedades como colibacilosis, la cual tiene como agente patógeno a *Escherichia coli*, habitante saprófita de la flora del tracto digestivo de las aves pero que bajo ciertas condiciones, como un estado de inmunodepresión, puede desarrollar un cuadro clínico que eventualmente conllevará a una baja en los valores productivos.

HIPÓTESIS

La presencia de micotoxinas de alta prevalencia en alimento puede tener efecto sobre variables hematológicas como son los elementos incluidos en un hemograma, así como enzimas hepáticas y colesterol y esto puede verse agravado en presencia de un agente patógeno secundario, así, estas determinaciones pueden ser utilizadas de forma complementaria en un diagnóstico integral.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de fumonisinas (FB1) y aflatoxinas (AFB) sobre enzimas hepáticas (AST, GGT, FAS) y colesterol, así como en un hemograma (% de hematocrito, conteo diferencial, conteo celular eritrocitario y leucocitario y proteínas plasmáticas totales), en presencia o no de una cepa entero-invasiva de *Escherichia coli*.

METODOLOGÍA

El proyecto fue desarrollado en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, en la Unidad de Aislamiento del Bioterio de la Unidad de Investigación Multidisciplinaria. Se utilizaron 90 pollitos de 1 día de edad de la estirpe Cobb 500 sin sexar adquiridos en una casa comercial, los cuáles fueron alimentados bajo el esquema de *ad libitum*.

Se aplicaron 6 tratamientos los cuáles fueron distribuidos de la siguiente manera:

	TRATAMIENTO	No. DE AVES	DESCRIPCIÓN
1	Control	15	Alimento comercial
2	<i>Escherichia coli</i>	15	Alimento comercial
3	FB1	15	Alimento comercial adicionado con 15 mg/kg de alimento de FB1
4	FB1 + <i>Escherichia coli</i>	15	
5	AFB	15	Alimento comercial adicionado con 150 µg/kg de alimento de aflatoxinas
6	AFB + <i>Escherichia coli</i>	15	

ALIMENTO

Al alimento se le realizó un análisis previo para conocer la concentración de aflatoxinas y fumonisinas totales utilizando el método de Fluorimetría con Columnas de Inmunoafinidad (VICAM). Una vez conocida la concentración de micotoxinas en alimento, se realizó el ajuste del alimento a la concentración reportada por la literatura para la dieta de los tratamientos 3), 4), 5) y 6), con ayuda de matrices de concentración de AFB y FB1 conocida, que posteriormente se incorporaron mediante mezclado al resto del alimento.

BACTERIOLOGÍA

Se preparó un inóculo de una cepa entero-invasiva de *Escherichia coli* previamente caracterizada, en Caldo Tripticaseína Soya con una concentración aproximada de 10^8 UFC; posteriormente, se realizó la inoculación mediante sondeo esofágico a los tratamientos 2), 4) y 6) al día 18 de edad de las aves.

HEMATOLOGÍA Y BIOQUÍMICA SANGUÍNEA

Al día 21 de edad de las aves, se realizó toma de muestra sanguínea de cada uno de los tratamientos en tubos con y sin anticoagulante. En el caso de hemograma se realizó la determinación de porcentaje de hematocrito, conteo diferencial leucocitario con tinción de Wright, conteo celular leucocitario y eritrocitario con tinción de Natt & Herrick y determinación de proteínas plasmáticas con Refractómetro de Goldberg. Para la evaluación de la bioquímica sanguínea se realizó la determinación de Aspartato Amino Transferasa (AST), Gamma Glutamil Transpeptidasa (GGT), Fosfatasa Alcalina (FAS), y Colesterol (Col), esto se realizó con ayuda de kits de determinación sérica utilizando un equipo Espectrofotómetro UV-Vis Cary 8454

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico de los datos se realizó utilizando un ANDEVA completamente al azar de una vía para las variables productivas. La comparación de medias se realizó utilizando la prueba de Tukey con un valor de significancia de $P < 0.05$ y los datos fueron analizados con el paquete estadístico Statgraphics Centurion XVII.

RESULTADOS

Determinación de enzimas hepáticas (U/L) y colesterol (mg/dL) al día 21 de edad ¹.

TTO	AST	GGT	FAS	COL
C	192.76 ± 3.54 ^a	26.95 ± 0.67 ^a	152.87 ± 48.97 ^a	55.1 ± 2.28 ^a
FB	210.66 ± 5.51 ^a	3.88 ± 1.96 ^a	2156.09 ± 39.25 ^b	14.69 ± 8.28 ^b
AFB	295.48 ± 13.64 ^b	49.66 ± 2.77 ^b	1631.92 ± 30.62 ^a	23.8 ± 3.13 ^b

Determinación de hematocrito y proteínas plasmáticas totales al día 21 de edad ¹.

TTO	HTO (%)	PPT / mg / dL)
C	31.33 ± 1.65 ^a	3.17 ± 0.09 ^d
E. Coli	34.6 ± 1.8 ^a	2.74 ± 0.04 ^c
FB	32.8 ± 2.63 ^a	2.38 ± 0.031 ^b
FB + E. Coli	33.8 ± 2.22 ^a	2.14 ± 0.04 ^a
AFB	33.33 ± 0.95 ^a	2.33 ± 0.13 ^{ab}
AFB + E. Coli	28.8 ± 1.36 ^a	2.08 ± 0.04 ^a

Conteo diferencial leucocitario al día 21 de edad (%) ¹.

TTO	HETERÓFILOS	EOSINÓFILOS	BASÓFILOS	LINFOCITOS	MONOCITOS
C	37.67 ± 4.1 ^a	0.33 ± 0.21 ^a	0 ± 0 ^a	65.5 ± 0.87 ^b	3.67 ± 0.33 ^a
E. Coli	73.33 ± 3.8 ^b	0.17 ± 0.1 ^a	0.17 ± 0.17 ^a	59 ± 4 ^b	4 ± 0.95 ^a
FB	28.75 ± 3.7 ^a	0 ± 0 ^a	0 ± 0 ^a	45.33 ± 0.88 ^a	3 ± 0 ^a
FB + E. Coli	31 ± 12 ^a	0 ± 0 ^a	0 ± 0 ^a	44 ± 0.58 ^a	3.33 ± 0.67 ^a
AFB	33.67 ± 6.7 ^a	0 ± 0.17 ^a	0 ± 0 ^a	39.5 ± 2.46 ^a	3.33 ± 0.88 ^a
AFB + E. Coli	37.25 ± 3.57 ^a	0.33 ± 0.21 ^a	0 ± 0 ^a	42 ± 1.41 ^a	4.5 ± 0.5 ^a

¹ Media ± error estándar. Literales diferentes en cada columna indican diferencia estadística significativa (P<0.05)

Conteo de células sanguíneas al día 21 de edad ¹.

TTO	# Eritrocitos / mm ³	# Leucocitos / mm ³
C	2053330 ± 134825 ^a	17366.7 ± 23.33 ^b
E. Coli	2547500 ± 99278.6 ^a	22395 ± 205.81 ^c
FB	1938000 ± 142843 ^a	11180 ± 58.74 ^a
FB + E. Coli	1700000 ± 210934 ^a	6150 ± 5010 ^a
AFB	1830000 ± 309946 ^a	10610 ± 170 ^a
AFB + E. Coli	1784000 ± 219832 ^a	10166.7 ± 85 ^a

¹ Media ± error estándar. Literales diferentes en cada columna indican diferencia estadística significativa (P<0.05).

DISCUSIÓN

En el caso de los elementos correspondientes a la bioquímica sanguínea podemos observar que para el caso de aspartato amino transferasa y gamma glutamil transferasa el efecto más relevante se observa en los tratamientos correspondientes a los que se les administró aflatoxina observándose valores incrementados con una diferencia estadística significativa, mientras que elementos como fosfatasa alcalina que se encuentra aumentada y colesterol que se encontró disminuido, se relaciona que el efecto fue más evidente en el tratamiento que había consumido fumonisina, esto puede estar relacionado con el mecanismo de acción propio de cada micotoxina ya que en el caso de aflatoxinas, el daño se refiere a un nivel funcional y estructural mientras que en el caso de las fumonisinas se relaciona más con un daño a nivel metabólico.

Aunque en el caso de hematocrito no se observó una diferencia estadística en los tratamientos, en el caso de las proteínas si se puede observar un efecto de las micotoxinas siendo este más evidente ante el desafío con la bacteria y en presencia de aflatoxina, lo cual es recurrente debido al impacto que tiene la aflatoxina sobre la síntesis proteica.

Para el conteo diferencial se puede observar que en el caso de heterófilos aunque los tratamientos que habían consumido micotoxina no son estadísticamente diferentes del tratamiento control, si se observa que no muestran una respuesta esperada ante los desafíos, siendo esto comparado con los valores obtenidos por el grupo que solo fue inoculado con la bacteria. En el caso de los linfocitos de igual manera se puede observar una respuesta deficiente en presencia de los desafíos.

En este caso se puede sugerir que la disminución en el porcentaje de estas células puede estar directamente relacionado con una baja en la producción de las mismas y no en la actividad de estas.

Finalmente, en el conteo de eritrocitos no se observó una diferencia estadística significativa, sin embargo, si se observa una diferencia numérica en los tratamientos con micotoxina y aún más en los desafiados con la *Escherichia coli*, mientras que el número de leucocitos al igual que en el conteo diferencial se ve disminuido en los tratamientos que consumieron micotoxina, y esto es más evidente en los grupos que consumieron fumonisina.

CONCLUSIÓN

La presencia de micotoxinas, en este caso aflatoxinas y fumonisinas, puede influir negativamente en la respuesta que el organismo puede montar ante agentes patógenos primarios o secundarios ya que pueden repercutir en la síntesis proteica en el caso de aflatoxinas y en la síntesis de esfingolípidos en el caso de fumonisinas y esto se puede observar en el efecto lesivo tanto a nivel estructural y funcional como a nivel metabólico, que ya se ha reportado previamente por diversos autores tanto

en hígado como órganos linfoides; como se puede observar en este estudio, en casos donde se tenga una intoxicación por micotoxinas, se puede ver una respuesta deficiente en el número de células de defensa y esto se podría ver reflejado en el aumento de la susceptibilidad a infecciones por agentes patógenos. Por otra parte, se puede sugerir la utilización de pruebas enfocadas a variables hematológicas como pruebas complementarias en el caso de diagnóstico de intoxicaciones por micotoxinas de alta prevalencia.

MATERIAL CONSULTADO

1. Brugère-Picoux Jeanne, 2015. Manual de Patología Aviar. 1a ed. AFAS. París, Francia.1. Brugère-Picoux Jeanne, 2015. Manual de Patología Aviar. 1a ed. AFAS. París, Francia.
2. BIOMIN. 2015. Know your enemy, Fumonisin REVEALED. Science & Solutions, No. 19. Obtenido 2015.
3. Del Bianchi, C.A.F. Oliveira, R. Albuquerque, J.L. Guerra, and B.Correa. 2005. Effects of prolonged oral administration of Aflatoxin B1 and Fumonisin B1 in Broiler Chickens. Poult Sci. 84: 1835-1840.
4. Gimeno, A. and M. L. 2006. Mycotoxins and Mycotoxicosis in Animals and Humans. Special Nutrients, Inc. USA (Ed.). Victor Mireles Communications, Mexico City (Mexico). pp. 1-127.
5. Gómez, V.G. et al.; 2009. Comportamiento productivo y respuesta immune de pollos alimentados con dietas sorgo-soya con y sin aflatoxina y paredes celulares de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*). Téc Pecu Méx 2009;47(3):285-297.
6. Voss, K.A, G.W. Smith b, W.M. Haschek., 2007. Review, Fumonisin: Toxicokinetics, mechanism of action and toxicity. Animal Feed Science and Technology 137 (2007) 299-325.
7. Soriano. J.M. 2007. Micotoxinas en alimentos. Editorial Díaz de Santos. España.
8. Henry, M. H., R. D. Wyatt, and O. J. Fletcher. 2000. The toxicity of purified Fumonisin B1 in broiler chicks. Poult Sci. 79: 1378-1384



Proyecto avícola para mejorar la alimentación humana con huevo ecológico, en el área rural y urbana

1.- Marco de Referencia.

1.1 El presente proyecto avícola se elabora con el propósito de incrementar la calidad y la cantidad del consumo de huevo de gallina, alimentada y criada ecológicamente en el área rural y urbana, de la Comarca Lagunera.

1.2 Se contempla establecerlo en el municipio de Viesca, estado de Coahuila Este municipio cuenta con una población aproximada de 24,000 habitantes, de los cuales 6,000 pertenecen a la ciudad de Viesca, capital del municipio y los 18,000 restantes habitan en el área rural. En el área urbana se consume huevo de granja avícola industrial, con gallinas confinadas permanentemente el precio regular al público de este huevo es de \$ 24,00 la docena, con un costo por pieza de \$ 2.00.

1.3 La población rural, constituida por 38 ejidos y 10 Nuevos Centros de población, poblada por 18,000 habitantes aproximadamente, y se constituyen con un promedio de 6 miembros por familia, que contempla alrededor de 3,000 familias,

1.4 En la mayoría de los hogares rurales existen gallinas criollas un promedio de 10 gallinas por patio, que producen huevo de traspatio de una manera sumamente rustica, sin ninguna alimentación balanceada y adecuada que provea la cantidad de Proteína 15 %, y Energía 2,860 K/Cal, en un consumo promedio de 112 gramos diarios por ave, de tal manera que su porcentaje de postura es sumamente bajo, no más de un 3 %.

1.5 Los factores nutricionales de las gallinas ponedoras son desconocidos por los dueños de las aves, pues las alimentan con sobrantes de comida y muy eventualmente con algunos granos de maíz o sorgo, el resultado de esto es que el consumo de proteína proveniente de este huevo es baja. Y su periodo de postura es corto.

1.6 Como consecuencia, la nutrición de los habitantes del área rural es deficiente.

2.- Marco Físico.

2.1 El municipio de Viesca, se localiza al SO del estado de Coahuila, colinda al N, con los municipios de Matamoros y de San Pedro de las Colonias, Coahuila; al S, con el estado de Durango, al E, con el municipio de Parras de la Fuente, Coahuila; y al O, con el municipio de Torreón, Coahuila.

2.2 La localización de el área propuesta para el programa avícola, contempla una superficie de aproximadamente 26,000 hectáreas, cuyos límites son las coordenadas geográficas de los ejidos La Rosita, Gilita. La Noria, La Fe, San Manuel, Ignacio Zaragoza, Mieleras y El Esfuerzo, en la cual existe una superficie agrícola de 16,055 hectáreas, con derechos de agua del Rio Aguanaval, (rio endorreico), las cuales son regadas eventualmente con las avenidas de dicho rio, las cosechas raramente completan su ciclo vegetativo por lo que los restos se utilizan para pastorear ganado menor. 240 hectáreas de construcciones habitacionales, 3,000 de agostaderos, 26 hectáreas de comunicaciones y 6,679 hectáreas cerriles.

2.3 Las coordenadas geográficas son 25° 21'08" N; 103° 14'35" W;

2.4 La altura sobre el nivel del mar promedio es 1140.

3.- Marco Climatológico

3.1 El clima correspondiente al área que nos ocupa, (BWh hw w) es seco y cálido en verano, es templado, y frío en invierno, la temperatura media anual es 22° C hasta 40° C, la temperatura del mes más frío es 12° C

3.2 La precipitación media anual se encuentra en el rango de los 200 a 300 mm, con un régimen de lluvias en los meses de Mayo, Junio, Julio, Septiembre, Octubre, y eventualmente en Diciembre.

3.3 La frecuencia de heladas es de 0 a 20 días, granizadas 0 a 1 días, nevadas se registran en el mes de Diciembre cada 20 años.

4.- Marco Social

4.1 La población rural, que nos ocupa se dedica a labores del campo en el área agrícola y pecuarias, su condición civil es ejidatario, la mayoría, carecen de agua del subsuelo para regar, de tal forma que dependen de los temporales, y la mayoría tienen que salir a trabajar a las aéreas urbanas cercanas, y o a las pequeñas propiedades agrícolas y establos lecheros.

4.2 Los lotes de las casas generalmente tienen las siguientes dimensiones: 20.00 m x 30.00 m, con 600.00 m² de los cuales la vivienda se construye en 12.00 m x 10.00 m (120.00 m²) restando 380.00 m² de traspatio, en donde se construye un cubículo con fosa séptica, a veces un trochil y un gallinero rudimentario. Cuentan algunas casas con algún árbol de la flora local, (mezquite, huisache, nopal) y eventualmente un limonero. También en macetas de botes de pintura tienen algunas plantas con hierbas aromáticas para sazonar alimentos tales como, albahaca, yerbabuena, tomillo, romero, hinojo, orégano.

4.3 La vivienda es un 80 % de block y techos de losa de concreto, así como los pisos, carecen de drenaje sanitario, utilizan fosas sépticas, tienen servicio de agua potable, el resto de las viviendas tienen muros de adobe, techos y pisos similares a las viviendas de muros de block. Generalmente las puertas y ventanas son de lámina estructural con mosquitero, carecen de clima artificial para verano e invierno, al frente cuentan con una área de jardín con dimensiones de 5.00 m x 20.00 m donde solamente arboles de ornato regionales ocupan esa área, tales como fresnos, mezquites y huisaches.

4.4 Los grupos familiares son constituidos por un promedio de seis miembros, el jefe de familia, la mamá, un pariente adulto y tres hijos.

5.- Alimentación

5.1 La alimentación de la población rural, consta de tortilla de maíz generalmente hecha en casa, frijol, sopa de pasta, arroz, cocinan con aceite, sazonan con consomé de pollo, de legumbres y vegetales consumen papa, zanahoria, calabacita, cebolla, tomate, chile serrano, jalapeño, chilaca, poblano y chiles colorados para sazonar el asado de carne de puerco, queso ranchero de cabra y de vaca, pollo o gallina, huevo de traspatio, azúcar, sal, muy eventualmente consumen carne de res y de frutas de temporada sandía y melón y limón de traspatio, ocasionalmente, guayaba, naranja y plátano. No tienen considerado en su canasta los demás alimentos que los supermercados expenden por su baja capacidad de adquisición.

6.- Salud

6.1 La salud es atendida por la Secretaria de Salud, con centros de salud en cada ejido y centro de población.

7.- Educación

7.1 La educación se imparte por medio de la Secretaria de Educación con escuelas primarias en cada ejido y centro de

población, la educación secundaria se imparte en algunos ejidos localizados estratégicamente para evitar traslados largos de los estudiantes.

8.- Marco Económico

8.1 De los ejidos que contempla este proyecto, solamente tres cuentan con agua de pozos profundos y los usuarios regularmente rentan tierra y agua para la producción de forrajes que demanda la explotación bovina, en sus establos.

8.2 Los ejidos que no cuentan con ese recurso, normalmente tienen sus tierras con pastos naturales que utilizan en el pastoreo de ganado menor, (caprinos) y la gran mayoría acude a trabajar en las pequeñas propiedades agrícolas o en el área urbana, devengando semanariamente escasamente un salario de mínimo de \$ 700.00, utilizando alrededor de \$ 500.00 en la compra de alimentos como se describe en el párrafo 5.1.

8.3 En este eslabón es donde se engarza el proyecto avícola de producción de huevo ecológico, aprovechando los recursos existentes, mediante este sencillo planteamiento económico, de manera de incrementar tanto en calidad y cantidad el consumo de huevo así como de obtener un ingreso familiar extra.

8.4 Planteamiento económico; Se propone tener 24 gallinas ponedoras de una raza que permita mediante una alimentación balanceada, con un consumo de 0.112 kilogramos diarios por ave, tener un porcentaje de postura promedio de 82 %, de tal manera de tener una producción diaria de 20 huevos, por siete días, totalizando 140 piezas semanalmente, de los cuales se consumirían doméesticamente 68 piezas por semana, quedando un excedente de 72 piezas por semana, equivalente a 6 docenas, con un precio al publico de \$ 42.00 por docena, precio cotejado con la encuesta hecha previamente en el mercado de consumo de huevo ecológico en la ciudad de Torreón, Coahuila, para ser comercializadas directamente de la granja ecológica al consumidor en esta ciudad, arrojando un ingreso bruto de \$ 252.00 por familia.

8.5 EL COSTO DE OBTENCIÓN DEL HUEVO ECOLÓGICO ES EL SIGUIENTE:	
8.5.1 Costo de ración diaria	0.84
8.5.2 Limpieza, clasificación, empaque	0.12
8.5.3 Flete y entrega	0.28
8.5.4 Administración	0.10
8.5.5 Impuestos	0.21
8.5.6 Costo de obtención	1.55
8.5.7 Precio de venta al publico	3.50
8.5.8 Utilidad para el productor	1.95
8.5.9 Utilidad semanal	(72 pz x 1.95)= 140.40+(68 pz x 1.55) = 105.40_ 245.80
8.6 Utilidad neta semanal para el productor.	\$ 245.80
8.6.1 Porcentaje de utilidad comparado con el ingreso del salario	700.00 : 100 :: 245.80 = 0.35 %

9.- Análisis del Componente Zootécnico

9.1 Las parvadas propuestas a cada productor serán conformadas de tres razas diferentes preferentemente Leghorn, Isa Brown y Rhode Island, integradas por sectores geográficos, estas serán proporcionadas por la Granja Avícola Ecológica Piloto, establecida en el ejido La Rosita, las cuales serán adquiridas en su etapa de cría, del proveedor a las 8 semanas de edad, para ser aclimatadas y alimentadas ecológicamente en su etapa de recría, hasta las 20 semanas de edad, debidamente vacunadas, operación vigilada bajo control de un MVZ especializado en aves de postura.

10.- Análisis del Componente Alimentario

10.1 Para satisfacer la demanda de alimento balanceado se considera la producción local de maíz amarillo, girasol, soya, sorgo, alfalfa, todos ellos cosechados sin utilizar productos químicos en su ciclo vegetativo, además de carbonato de calcio granulado obtenido en un ejido de obtención de productos de mármol de la localidad, y la sal de mar adquirida en el mercado local.

10.2 Los porcentajes de cada uno de los insumos para satisfacer las necesidades mínimas de proteína **15 %**, energía **2860 K/cal**. Son como sigue:

INSUMOS	PROTEINA	K / cal	TANEO	PROTEINA	K / cal
1 Maíz amarillo	8.9	3,800	50.00 %	4.45	1,900.00
2 Girasol	37.0	582	17.00 %	6.29	98.94
3 Pasta de Soya	42.0	3,320	3.67 %	4.54	121.84
4 Harina de alfalfa	20.0	1,710	0.05 %	1.00	85.50
5 Sorgo	8.8	3,256	19.83 %	1.74	645.66
6 Ca CO3					
7 Sal de mar					
				18.03	2,851.94

10.3 El déficit de K/cal existente en la formula, será compensado con una ración de sorgo germinado equivalente a 20 gramos de semilla de sorgo por ave, puesta a germinar para producir; caroteno, vitamina E, riboflavina, tiamina, niacina.

11.- Granjas Avícolas Ecológicas Periféricas

11.1 Se contempla establecer una Granja Avícola Periférica de producción de huevo ecológico, con una población de 250 gallinas, en cada uno de los siguientes ejidos.

	INSUMOS	ÁREA X AVE	ÁREA / GALPÓN	ÁREA PASTOREO	PROD / DIARIA
1	El Esfuerzo	0,384 m2	96.00 m2	1,424 m2	205 piezas
2	Mieleras	0,384 m2	96.00 m2	1,424 m2	205 piezas
3	La Rosita	0,384 m2	96.00 m2	1,424 m2	205 piezas
4	Gilita	0,384 m2	96.00 m2	1,424 m2	205 piezas
5	La Noria	0,384 m2	96.00 m2	1,424 m2	205 piezas
6	San Manuel	0,384 m2	96.00 m2	1,424 m2	205 piezas
7	La Fe	0,384 m2	96.00 m2	1,424 m2	205 piezas
8	Zaragoza	0,384 m2	96.00 m2	1,424 m2	205 piezas

11.2 La producción esperada en las 8 unidades, representa 205 piezas diariamente, multiplicada por 7 días nos pone en la posibilidad de ofrecer en el mercado 956 docenas aproximadamente, sin considerar las unidades que no se puedan comercializar. Con un ingreso bruto de \$ 40,152.00

11.3 El manejo de cada granja avícola ecológica será manejada por dos operarios, que percibirán un salario semanal de \$ 1,200.00

11.4 Las utilidades serán repartidas entre la comunidad que participe en el desarrollo de cada granja ecológica.

11.5 Las obligaciones de los operarios de las granjas avícolas periféricas serán: abastecer de alimentos, limpiar el área del galpón, limpiar las perchas, recoger los huevos dos veces al día, limpiarlos y depositarlos en el empaque temporal, limpiar los bebederos, poner a germinar las semillas de sorgo y esparcirlas en el área inmediata a la salida de las gallinas al pastoreo, abrir las puertas del galpón para que las gallinas salgan al pastoreo, estar pendiente del regreso de las gallinas al galpón.

12.- Granja Avícola Ecológica Piloto

12.1 En el ejido La Rosita, localizado en el centro de los demás se establecerá una granja avícola ecológica piloto, en una superficie mínima de 6 , que tendrá la función de limpieza, clasificación y empaque de la producción de traspatio, granjas perimetrales y granja piloto, el control administrativo, la comercialización en el área urbana, la adquisición de insumos para la elaboración de concentrados, empaque de los mismos, insumos para empaque de la producción, bodegas, planta para moler y empacar el concentrado, distribución del concentrado en las granjas periféricas y en los traspatios, además de un galpones con capacidad instalada para 2500 aves, con una superficie útil por galpón de 650.00 m2 y una área de pastoreo con riego por aspersión de 10,000 m2 dividida en cuatro secciones que permita establecer los ciclos de riego u recuperación de los pastos, esta superficie de pastoreo tendrá una población de higuera variedad White kadota, que permita sombra para las aves además de producir frutos, esta variedad alcanza su etapa de producción en tres años,

13.- Capacidad Instalada en la Elaboración de Concentrados.

13.1 Considerando la población avícola en traspatio, en las granjas perimetrales y en la granja piloto tendremos un total de aves y necesidad de producir 26,107.20 kilogramos por semana, como se indica en el recuadro:

GRANJAS	UNIDADES	AVES	RACIONES	RACIÓN / DÍA	TOTAL / DÍA KILOGRAMOS	TOTAL / KILOS SEMANA
1 Traspatio	1200	24	28,800	112 grs.	3,225.60	22,579.20
2 Periféricas	8	250	2,000	112 grs	224.00	1,568.00
3 Piloto	1	2500	2,500	112 grs	280.00	1,960.00
						26,107.20

13.2 La planta procesadora de concentrados tiene contemplado un molino de martillos de molienda regulable con capacidad de 1,600 kilogramos por hora, donde resulta lo siguiente. $26,107.20 \text{ kilogramos} / 1,600 = 16.31 \text{ horas} / 8 \text{ horas} = 2 \text{ días}$ de trabajo en molienda, además de las tolvas y todo las instalaciones necesarias para el buen funcionamiento de la planta.

13.3 El concentrado se empacará en costales nuevos de rafia con capacidad de 40.00 kilos cada uno, cantidad suficiente para alimentar los módulos de 24 aves por dos semanas.

13.4 El sorgo para germinar se entregará de la misma manera, y será suficiente para 83 días en los módulos de 24 aves.

13.5 El concentrado necesario para las granjas perimetrales, se entregará de la siguiente manera: 12 costales de 40 kilos de concentrado, y 2 costales de sorgo cada 15 días.

14.- Apoyo Gubernamental.

14.1 Este proyecto ha sido elaborado por Juan Jiménez Ramírez, Ingeniero Agrónomo, según las reglas de operación de la **Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. SAGARPA.** y la **Comisión Nacional de Zonas Áridas, CONAZA,** según lo establece el **Capítulo II, Programa Integral de Desarrollo Rural, Sección I, Del Componente de Agricultura Familiar, Periurbana y de Traspatio, Artículos 102, 103, 104, 105, 106;** y de la **Sección IV, del Componente de Desarrollo de las Zonas Áridas, (PRODEZA). Artículos 128, 129, 132**

14.2 El proyecto previo de investigación rural, se elaboró, según lo establecido por la **Guía Técnica Para la Elaboración de Planes Rectores de Producción y Conservación (PRPC)**, que la propia **Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. SAGARPA,** contempla.

13.3 De la misma manera el Gobierno Municipal de Viesca, Coahuila, participa y colabora en el establecimiento de este proyecto. Con disposición de darle seguimiento hasta su cabal conclusión.

15.- Objetivo del Proyecto Avícola de Gallinas Postura de Huevo Ecológico.

15.1 Mejorar la alimentación de la población rural, así como la calidad de esta, instruyendo a los pobladores en el manejo adecuado y en la alimentación de las gallinas, obteniendo además ingresos extras que les permita mejorar su economía.

16.- Factores que considerados para que este proyecto tenga éxito.

16.1 Estudio de mercado de huevo ecológico en la principal área urbana aledaña al proyecto, (Torreón, Coahuila).

16.2 Investigación de la producción y costo de insumos de la localidad, para preparar el concentrado, que contemple los

requerimientos nutricionales para que una gallina ponedora tenga cuando menos un 82 % de postura, con un consumo diario de 112 gramos.

16.3 Instruir a los interesados en el manejo adecuado de las aves, como vigilar su alimentación, la ingesta de agua, la aplicación de las vacunas, la limpieza de los galpones, la recolección de huevo, la limpieza y empaque del mismo.

Relación de las medidas alométricas del tracto gastrointestinal e hígado con respecto al peso vivo en pavos Nicholas 700

¹ Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola FMVZ UNAM

² Departamento de Genética y Bioestadística FMVZ UNAM

RESUMEN

La relación del desarrollo de los órganos intestinales y la tasa de crecimiento del ave es de suma importancia ya que se ha observado que las especies aviarias con capacidades altas de crecimiento se caracterizan por un rápido desarrollo temprano de los órganos digestivos y del hígado, en comparación con aves con baja capacidad de crecimiento. Es por lo anterior que se estudió el efecto de dos dietas con diferentes niveles de energía sobre el crecimiento alométrico y el desarrollo del tracto gastrointestinal de pavos. De una parvada de 600 pavos machos (Nicholas 700) de seis semanas de edad, se seleccionaron 32 pavos de crecimiento alto (PCA) y 29 pavos de crecimiento bajo (PCB) con un peso menor del 30% al promedio de la parvada. Fueron alimentados con dos dietas por un periodo de 60 días; dieta A (PCB) con un porcentaje de proteína cruda del 21% y 3220 Kcal de energía y dieta B (PCA) con 21% de proteína cruda y 3170 kcal de energía. Al finalizar el estudio se observaron relaciones lineales significativas ($P < 0.05$) en la alometría de los órganos como se describe a continuación: el peso del TGI aumentó en promedio 42.62 g por cada kilogramo de peso vivo (PV) para los PCB y 27.02 g promedio por cada kilogramo de PV para los PCA. La longitud del TGI aumentó en promedio 16.98 cm por cada kilogramo de PV para los PCB y 7.51 cm promedio por cada kilogramo de PV para los PCA. El peso del hígado aumentó 9.45 g promedio por cada kilogramo de PV para los PCB y 6.11 g promedio por cada kilogramo de PV para los PCA. La longitud del intestino (desde el proventrículo hasta los sacos ciegos) aumentó en promedio 14.27 cm por cada kilogramo de PV para los PCB y de 5.76 cm promedio por cada kilogramo de PV para los PCA. Finalmente la longitud de los sacos ciegos y el colon aumentó 1.05 cm promedio por cada kilogramo de PV para los PCA y de 0.94 cm promedio por cada kilogramo de PV para los PCB.

PALABRAS CLAVE: Pavos; Alometría; Tracto Gastrointestinal (TGI); Crecimiento alto; Crecimiento bajo.

INTRODUCCIÓN

El TGI del ave experimenta cambios considerables antes de que sea capaz de digerir eficientemente muchos de los ingredientes de una dieta de aves de corral. El primer y el más obvio de los cambios se presenta durante las primeras semanas de vida del ave, su TGI presenta un enorme crecimiento superando al de otros sistemas de órganos, reportando la literatura su crecimiento de tres a cinco veces más rápido que el resto de su cuerpo (Evers et al., 1990), los pesos del proventrículo, molleja e intestino delgado aumentan rápidamente en relación con el peso corporal de otros órganos y tejidos, además las microvellosidades de los enterocitos también aumentan en longitud (Chambers y Gray, 1979), lo que sugiere que el crecimiento inicial del ave se limita por la superficie del TGI lo que permite que el ave logre su potencial genético.

La respuesta del intestino en sí mismo a los diferentes ingredientes dietéticos tiene implicaciones importantes para el funcionamiento de las aves por lo tanto un daño en la mucosa intestinal puede aumentar significativamente los requisitos de mantenimiento del ave, dejando menos nutrientes para su crecimiento.

Poco se sabe, en cuanto a la influencia que tienen los componentes de la dieta del ave en los órganos de su TGI, durante su desarrollo intestinal temprano así como si persistirá en etapas posteriores, y de ser así, si su rendimiento se verá afectado. En

algunos trabajos se ha encontrado que la reducción de la masa gastrointestinal se observa cuando las ratas son alimentadas con una dieta elemental (Evers et al. 1990). Dichas dietas son muy bajas en aportes nutricionales y cambios similares en la estructura intestinal se cree pueden ocurrir en aves alimentadas con una dieta baja en nutrientes.

Una relación importante es el desarrollo de órganos intestinales y la tasa de crecimiento del ave. Lilja (1983) informó que las especies aviares con capacidades altas de crecimiento se caracterizan por un rápido desarrollo temprano de los órganos digestivos, en comparación con aves con baja capacidad de crecimiento.

Debido a lo anterior el objetivo del presente estudio fue evaluar la relación de la alometría del TGI, con respecto al peso vivo en Pavos Nicholas 700.

MATERIAL Y MÉTODOS

Localización

El trabajo de campo se realizó en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola (C.E.I.E.P.Av), de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad Nacional Autónoma de México; el cual se localiza en la calle Manuel M. López s/n, Colonia Zapotitlán, Delegación Tláhuac, Ciudad de México, a una altura de 2,250 msnm. Bajo condiciones de clima templado subhúmedo (Cw) con una temperatura promedio anual de 18°C y con una precipitación pluvial anual media de 747 mm. INEGI (1992).

Animales

De una parvada de 600 pavos machos NICHOLAS 700 de cuatro semanas de edad, criada durante diez semanas y media, se seleccionaron a la sexta semana 32 pavos de crecimiento alto (PCA) con un peso promedio de 1.801 kg y 29 pavos crecimiento bajo (PCB) con un peso promedio de 1.291 kg.



Instalaciones y equipo

Los pavos se recibieron en una caseta de ambiente natural, con cortinas de plástico, 8 comederos tipo tolva, 8 comederos tipo canoa, 6 bebederos tipo campana y cama de paja.

Las aves recibieron dietas con aportes nutricionales distintos durante la crianza:

- Las dos primeras semanas se les dió a ambas poblaciones una dieta comercial de adaptación con un 24% de proteína cruda y 3070 Kcal de energía conformada principalmente por maíz amarillo y sorgo ambos con un 25% de inclusión y pasta de soya con un 18% de inclusión.
- En los últimos 60 días de crianza los PCA recibieron la dieta comercial B con un porcentaje de proteína cruda de 21% y de 3170 Kcal de energía conformada principalmente por maíz amarillo (59% de inclusión) y pasta de soya (11% de inclusión) agregándole a la dieta lipidol.
- Mientras los PCB recibieron durante 60 días la dieta A con 21% de proteína cruda y 3220 Kcal de energía conformada principalmente por maíz amarillo (57% de inclusión) y pasta de soya (11% de inclusión).

Procesamiento y toma de muestras

El procesamiento de las aves se llevó a cabo conforme a la NOM-033-SAG/ZOO-2014.

Posteriormente se retiró el TGI, se lavó con agua, se midió y se pesó con ayuda de un flexómetro y una báscula digital respectivamente, primero en conjunto y después por separado cada órgano.

El proventrículo y la molleja se separaron del intestino, se pesaron en conjunto y por separado, se abrió la molleja para retirar su contenido y pesarla posteriormente. El intestino delgado, los ciegos y el colon se midieron por separado, y el hígado fue pesado con báscula digital.



Los datos de las variables ganancia de peso, consumo de alimento y rendimiento de canal se analizaron con la prueba de t de Student, mientras que para la relación alométrica de los diferentes órganos se realizó una regresión lineal simple (análisis de Mínimos cuadrados).

RESULTADOS

En los parámetros productivos obtenidos de las dos poblaciones muestran que los PCB pudieron haber presentado un crecimiento compensatorio parcial en las últimas semanas de crianza al recibir mayor aporte nutritivo (**tabla 1**).

	Consumo promedio de alimento diario	Media del peso vivo	Media del peso en canal	Rendimiento promedio de canal
PCA	130 g	9.70 ± 1.40**	6.98 ± 1.09**	72% **
PCB	120 g	8.60 ± 1.26**	6.06 ± 1.00	70%

**Diferencia estadística altamente significativa (P<0.01)

Cuadro 1. Parámetros productivos medios.

Se obtuvo en la alometría de los órganos diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$), observándose que los PCB presentaron una mayor ganancia de peso y longitud de su TGI (tracto gastrointestinal) que los PCA (**tabla 2**).

PESO				
	TGI en relación con el peso vivo (g /kg)	Hígado en relación con el peso vivo (g/kg)	Canal eviscerada en relación con el peso vivo (g/kg)	
PCA	27.02	6.11	0.76	
PCB	42.62	9.45	0.79	
LONGITUD				
	TGI en relación con el peso vivo (cm/kg)	Intestino delgado en relación con el peso vivo (cm/kg)	Intestino grueso en relación con el peso vivo (cm/kg)	Intestino grueso en relación con la longitud del TGI (cm/cm)
PCA	7.51	5.76	1.05	0.22
PCB	16.98	14.27	0.94	0.14

Regresión lineal simple, mínimos cuadrados (P<0.05)

Cuadro 2. Relaciones lineales de la alometría de los órganos del TGI de los PCA y PCB con respecto al peso vivo.

DISCUSIÓN

El TGI de los pavos de crecimiento bajo (PCB) tiene mayor peso y longitud en comparación con los pavos de crecimiento alto (PCA), mejorándose así el aprovechamiento de los nutrientes obtenidos, lo cual sugiere que existe una compensación alimenticia. Estos resultados coinciden parcialmente con los obtenidos por Zubair et al., 1994 y Penz et al., 2009, quienes demostraron que existen varias alteraciones en las aves cuando se someten a una restricción de consumo de alimento, entre las que se encuentran la adaptación del peso relativo de los órganos gastrointestinales, con un aumento del tamaño para una mayor capacidad de almacenamiento de alimento, como es el caso del buche, molleja e intestino delgado.

Por lo contrario a lo obtenido, Ojeda et al., 2007, demostró que en una restricción nutricional los requerimientos de energía pueden llegar a ser tan bajos como los correspondientes al metabolismo en ayuno. Esto es debido a que una restricción en la cantidad y/o calidad de la ración, y la consecuente reducción en la cantidad de energía y proteína disponibles, pueden generar

una disminución en el tamaño del tracto gastrointestinal, hígado, riñones y corazón; estructuras que concentran el 40% de los requerimientos energéticos del animal.

CONCLUSIÓN

Al comparar los datos obtenidos de los intestinos y sacos ciegos tanto de los PCA como de los PCB, observamos que en los PCA aumenta principalmente la longitud de los sacos ciegos en comparación del intestino delgado, lo cual es inverso a lo que ocurre en los PCB, en donde el crecimiento del intestino delgado permite aprovechar la mayor cantidad de nutrientes.

Por lo anterior se puede concluir que el crecimiento del TGI permite mejorar el peso y rendimiento de la canal de los pavos, debido a la mejora en la eficiencia alimenticia.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al CEIEPAv de la FMVZ-UNAM y al MVZ. MC. Manuel Ornelas Roa por el financiamiento y las facilidades prestadas para la realización del presente estudio.

REFERENCIAS

Chambers C, Grey RD. 1979. Developments of the structural components of the brush border in absorptive cells of the chick intestine. *Cell Tissue Res.* 204 (3):387-405.

Evers MBM, Izukura M, Townsend CM, Uchidam T, Thompson JC. 1990. Differential effects of gut hormones on pancreatic and intestinal growth during administration of an elemental diet. *Ann Surg.* 211 (5):630-638.

[INEGI] Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (Mex). 1992. Tláhuac: Cuaderno de información básica delegacional.

Lilja C. 1983. A comparative study of postnatal growth and organ development in some species of birds. *Growth.* Winter. 47 (4):317- 339.

NOM] Norma Oficial Mexicana. 2015. NOM-033-SAG/ZOO-2014, Métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres. México: DOF-Segob. Zubair AK, Leeson S. 1994. Effect of early feed restriction and realimentation on heat production and changes in sizes of digestive organs of male broilers. *Poultry Science* 73:529-538.

Penz AM, Gonsalves DB, Nogueira FA. 2009. Restricción de alimento en pollos de engorda. Consecuencias. En III Foro Internacional de Avicultura. Ave Expo.

Ojeda A, Molina F, Carmona D. 2007. Crecimiento compensatorio: una estrategia de manejo de la disponibilidad de pasturas. XI Seminario Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal. 41-50.

Caso clínico: aborto bovino por *Leptospira Hardjo Prajitno H89*

Introducción

El aborto bovino es definido como la pérdida del producto después de 42 días post concepción hasta antes de los 260 días de gestación. La pérdida antes de los 42 días post concepción es denominado muerte embrionaria.

El aborto puede presentarse en forma esporádica, o en forma de brote y pueden ser de origen infeccioso y no infeccioso por lo que establecer el agente causal es difícil, ya que existen pocos signos clínicos o cambios lo suficientemente representativos como para identificar el agente etiológico.

Objetivo

Realizar el diagnóstico oportuno de la etiología del aborto presentado en este caso clínico, con la finalidad de establecer medidas preventivas adecuadas para mitigar o en su caso evitar la presencia de más abortos relacionados con la misma etiología.

Pacientes y Métodos

Novillas de primer parto que abortaron, se obtuvieron los fetos producto de una gestación gemelar y se les realizó la necropsia, se observó:

Inspección externa:

Fetos de 15 cm de longitud, un macho y una hembra, que no comparten placenta, aproximadamente de 120 días de edad. Se observan hematomas en cabeza y en los costados del abdomen aproximadamente de 4 cm de diámetro.

Inspección interna:

Al entrar a cavidad se observó: autólisis de riñón y bazo, hepatitis, e ictericia, siendo el macho el más afectado.

Por los hallazgos en la necropsia y la edad de los fetos se sospecha de *Leptospira*.

Tome muestras de sangre de vena coccígea para obtener el suero, de 12 vacas de raza F1 (Holstein x Cebú) equivalente al 10% de muestra del total de la población, se obtuvo de vacas sanas y de vacas que habían presentado aborto. Las muestras se obtuvieron de manera pareada, los sueros fueron enviados en refrigeración al laboratorio de *Leptospira* de la Universidad Autónoma de México (UAM), donde se realizó la técnica de Microaglutinación microscópica (MAT); prueba tamiz para el diagnóstico de *leptospira ssp.*

RESULTADOS

No de identificación	Hardjoprajitno H89	Hardjobovis	Wolffi
544 - 3	1:100		
730 - 1	1:100		
720 - 1	1:100		
542 - 7	1:100		
544 - 4	1:200	1:200	1:200
696 - 0	1:100	1:200	
722 - 1	1:100		
691 - 0	1:100		
702 - 0	1:100		
532 - 3	1:100		
679 - 0	1:100		
732 - 1	1:100		

*Dilución 1:100 se considera positivo en vacas que no han sido vacunadas.

Conclusiones

- A pesar de las limitaciones, la vacunación sigue siendo parte importante de los sistemas de control en los hatos.
- La elaboración de vacunas que generan inmunidad celular, podría ser lógica si partimos de, que en el riñón las leptospiras tienen que ser intracelulares al menos por corto período, en su camino de salida hacia la orina en la cual se les identifica con frecuencia. **Sin embargo no se garantiza la protección contra la migración a útero.**
- Aunque el tratamiento con dihidroestreptomicina reduce en gran medida el número de leptospiras que el animal infectado elimina en la orina, éste puede infectarse de nuevo.
- Leptospira está presente todo el año en la región tropical húmeda, mientras que en climas áridos y templados se presenta de manera estacional.
- El contagio está influenciado por factores climáticos (humedad, temperatura), los cuales permiten que la bacteria sobreviva fuera del huésped, favoreciendo de esta manera la transmisión indirecta.

Agradecimientos

Al Dr. Héctor Basurto Camberos por compartir su experiencia profesional conmigo, por la confianza otorgada, y por las facilidades prestadas para la realización de este trabajo.

Al personal del Módulo de Producción Bovina de Doble Propósito y a todo el personal del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical (CEIEGT) por haber creado un ambiente de amabilidad y compañerismo.

A mis maestros que durante mi formación académica me transmitieron grandes conocimientos.

A mi Universidad que me ha dado tanto.

Bibliografía

Ellis W. A. 1996. Leptospirosis.OIE manual: Amedment I, 1-8

LeFebvre R. Bolin C, Zuerner R. 1987. Genetic and Antigenic difference of serologically indistinguishable Lesptospire of serovar Hardjo. J Clin Microbiol 25(11): 2094.

Sandoval Petris E. 2010. Bioproceso para la obtención de un vector de ADN plasmídico de uso potencial como vacuna contra leptospirosis en Sonora. Universidad de Sonora.

Diaz Quiñones JA. 2014. Lineamientos para la vigilancia epidemiológica de leptospirosis mediante aglutinación microscópica. Secretaria de Salud.

Correlaciones genéticas y respuesta a la selección para edad al primer parto, intervalo entre partos y peso al destete acumulado al segundo parto en ganado Simmental y Simbrah en México

Introducción

La cantidad total de carne producida por año influye directamente en la rentabilidad del sistema vaca-cría en el ganado de carne. Para el comportamiento productivo del ganado, los programas de mejoramiento genético han utilizado características de crecimiento como pesos o ganancias diarias de peso como selección. Sin embargo, la selección para estas características puede tener efectos desfavorables en otras características de importancia económica como el tamaño de la vaca, deposición de grasa y características reproductivas. (Grossi et al., 2008).

Entre las características para las que más frecuentemente se selecciona en los sistemas de producción vaca-cría, las reproductivas o relacionadas con la producción han recibido creciente atención en los últimos años debido a su importancia. Grandes pérdidas económicas ocurren si una vaca no pare regularmente durante su vida productiva o si el primer parto ocurre a edades avanzadas (Silva et al., 2003).

En años recientes se han realizados diversos esfuerzos para mejorar las condiciones ambientales para incrementar la producción de la carne (Zorrilla-Ríos et al., 2013). Sin embargo, otra alternativa para incrementar la producción de carnes es a través de la selección genética de los mejores animales (Montaldo y Barría., 1998).

El conocimiento de las correlaciones genéticas puede ser usadas para predecir lo que esperamos que pase en otras características como resultado para una característica determinada.

En el territorio mexicano hay poca información en cuanto a las relaciones genéticas que existen entre las características de crecimiento y reproductivas que podrían facilitar la ayuda para la toma de decisiones de selección en la selección de carne.

Las características de crecimiento y reproducción son económicamente relevantes y deben ser incluidas en los programas de mejoramiento genético. Por lo tanto, el conocimiento de los parámetros y las correlaciones genéticas entre ellos son requeridos antes de que un programa de selección pueda ser implementado (Falconer y Mackay., 1996).

El objetivo del presente trabajo fue estimar correlaciones genéticas y la respuesta a la selección de características productivas y reproductivas en ganado Simmental y Simbrah de registro en México.

Materiales y métodos

Población

Se utilizaron los datos productivos y genealógicos de partos de hembras Simmental, Simbrah y cruzadas nacidas de 1984 a 2012 en 324 hatos en todos México, proporcionados por la Asociación Mexicana de Criadores de Registro de Ganado Simmental Simbrah A. C. en la República Mexicana. Se produjeron animales cruzados Simmental x Cebú en el proceso de

absorción a Simmental y durante el proceso de producir la raza sintética Simbrah, la cual tiene una composición de 5/8 Simmental y 3/8 Brahman.

Variables

Las variables estudiadas fueron:

- Edad al primer parto (EPP), calculada como la edad de la vaca en días a su primer parto.
- Intervalo entre partos (IEP), calculada como el intervalo en días entre el primer y el segundo parto de la vaca.
- Peso al destete acumulado al segundo parto (PA2P), calculado como la suma de los kilogramos de becerro destetado por la vaca en sus dos primeros partos.

Los pesos al destete fueron ajustados a 205 días de edad como lo describen los Lineamientos para Programas Uniformes de Mejoramiento de Bovinos Productores de Carne (BIF, 2002). Por tal motivo, los intervalos de edad permitidos al momento del pesaje fueron de 160-250 días para peso al destete. Las hembras cuyos becerros tuvieron edades fuera de estos intervalos fueron eliminadas de los análisis al igual que las hembras que no destetaron a sus crías en dos ciclos consecutivos. Para edad al primer parto se consideraron únicamente las hembras que tuvieron su primer parto entre 550 y 1,281 días de edad. Para intervalo entre partos se consideraron únicamente aquellas hembras que tuvieron intervalos entre parto entre 380 y 1,200 días. Fueron eliminadas de la base de datos los pesos que tuvieron 3 desviaciones estándar por arriba y por debajo de la media. Los grupos contemporáneos con un solo semental, se eliminaron y se verificó el archivo del pedigrí para asegurarse que todos los padres nacieron antes de su progenie.

Para todas las características el archivo de pedigrí estuvo formado por 5,742 registros. En el Cuadro 1 se presentan detalles adicionales de la información (número de sementales, hembras y grupos contemporáneos), para cada característica. La composición racial de los animales de los animales utilizados se presenta en el Cuadro 2.

Modelo

Se utilizó un modelo animal multirracial para tres características para estimar los componentes de varianza, covarianza y parámetros genéticos. El modelo animal incluyó para cada característica los efectos fijos de grupo genético y grupo contemporáneo, como covariables la proporción de genes de Simmental, heterocigosis y pérdidas por recombinación y como efectos aleatorios el efecto genético aditivo directo y el residual. El grupo contemporáneo se definió como el grupo de hembras nacidas en el mismo hato, año y estación del año. El efecto de época consistió en 4 clases: Enero ? Marzo, Abril ? Junio, Julio ? Septiembre y Octubre ? Diciembre.

Cuadro 1. Estructura de la información editada.

Estructura de los datos	EPP	IEP	PA2P
Número de registros	5,742	5,742	5,742
Número de sementales	1,877	1,877	1,877
Promedio de progenie por semental	3.06	3.06	3.06
Número de hembras	5,742	5,742	5,742
Promedio de progenie por hembra	1	1	1
Número de animales en el pedigrí	12,075	12,075	12,075
Número de hatos	324	324	324
Número de grupos contemporáneos	2,384	2,384	2,384

EPP = Edad a Primer Parto, IEP = Intervalo Entre Partos y PA2P = Peso al Destete Acumulado al segundo parto.

Software y valores iniciales

Los componentes de varianza y covarianza, así como las correlaciones genéticas para los efectos genéticos y ambientales fueron estimados con el paquete MTDFREML (Multi Trait Derivative Free Restricted Maximun Likelihood; Boldman et al., 1995). Estimadores de componentes de varianza y covarianza a partir de la literatura científica fueron utilizados como valores iniciales en análisis preliminares (uno por cada variable de respuesta) ajustando modelos univariados y posteriormente bivariados y trivariado. El criterio de convergencia se fijó a 1×10^{-9} en cada tipo de análisis.

Progreso Genético

Se estimó la superioridad directa esperada (RDS) de seleccionar machos por selección directa para EPP, IEP y PA2P. La superioridad indirecta en la respuesta genética esperada correlacionada (RCS) de machos seleccionados se obtuvo para IEP o PA2P a partir de la selección para EPP. La respuesta a la selección (a una generación) fue calculada a partir de la selección de sementales basados en registros de su progenie de medios hermanos y la proporción de la superioridad de la selección indirecta a la selección directa (RSID) para machos se calcularon utilizando las fórmulas de Van Vleck et al. (1987).

Resultados

Los estimadores de los parámetros genéticos de las características evaluadas se presentan en el Cuadro 3. Los estimadores de heredabilidad para EPP, IEP y PA2P fueron 0.14 ± 0.07 , 0.31 ± 0.07 y 0.32 ± 0.08 , respectivamente.

Cuadro 2. Composición racial de los animales en la base de datos.

Composición Racial	No. de animales
Simmental	3,456
Simbrah ^a	1,719
1/2 Simmental	251
1/4 Simmental	77
3/4 Simmental	231
3/8 Simmental	8

^aSimbrah= 5/8 Simmental x 3/8 Brahman

Cuadro 3. Heredabilidades (en la diagonal), correlaciones genéticas (debajo de la diagonal) y correlaciones residuales (encima de la diagonal) para edad a primer parto (EPP), intervalo entre partos (IEP) y peso al destete acumulado al segundo parto (PA2P).

	EPP	IEP	PA2P
EPP	0.14 ± 0.07	-0.15 ± 0.07	-0.03 ± 0.07
IEP	0.42 ± 0.29	0.31 ± 0.07	-0.40 ± 0.08
PA2P	0.63 ± 0.36	0.97 ± 0.29	0.32 ± 0.08

Heredabilidades

La edad a primer parto tuvo una heredabilidad baja en la población Simmental-Simbrah de México lo cual sugiere que esta característica puede modificada por la selección directa, pero la respuesta a la selección sería lenta. El estimador de heredabilidad para EPP en este estudio es similar a los estimadores de heredabilidad reportados por otros autores. Particularmente los estimadores obtenidos por Boligon et al. (2008), Grossi et al. (2007) y Laureano et al. (2011) en ganado Nelore (0.14 ± 0.01 , 0.14 ± 0.06 y 0.15 ± 0.01 respectivamente). Algunos autores han encontrado estimadores de heredabilidad para EPP mayores a 0.30 como Vergara et al (2015) de 0.32 ± 0.09 en cruza de Angus y Brahman y Chin-Colli et al. (2015) 0.35 en Suizo Pardo europeo.

El intervalo entre el primer y segundo parto se encontró ser medianamente heredable en la población Simmental-Simbrah de México. Esta heredabilidad para IEP sugiere que el progreso genético por selección directa podría ser mayor que para EPP. El estimador de heredabilidad obtenido para este trabajo es mayor a los presentados por varios autores. Ulhôa et al. (2016), encontraron una heredabilidad de 0.05 ± 0.01 en ganado Nelore; Chin-Colli et al. (2015) 0.03 en Suizo Pardo europeo; Cavani et al. (2015) de 0.02 en ganado Brahman.

La producción acumulada al segundo parto tuvo una heredabilidad media, similar a IEP. Pocos estimadores existen en la literatura para esta característica. Chud et al. (2014) utilizando un índice para la productividad acumulado encontraron una heredabilidad de 0.11 ± 0.02 ; Grossi et al (2008), Schwengber et al. (2001) y Azevêdo et al. (2005), encontraron heredabilidad para la producción acumulada de 0.19, 0.15 y 0.11 ± 0.6 , menores a los de este estudio.

Estos valores junto con los mencionados por otros autores indican una gran variación en los estimadores de heredabilidad para EPP. Esta variación puede ser debida a diferencias entre estudios en ambientes, razas, intensidades de selección, tipo de modelo utilizado (modelo animal o modelo semental; univariados vs multivariados) y efectos incluidos en el modelo (Koots et al., 1994).

Correlaciones genéticas

El estimador de la correlación genética entre EPP e IEP fue 0.42 ± 0.29 , para EPP y PA2P fue de 0.63 ± 0.36 y para IEP y PA2P fue de 0.97 ± 0.29 . Los estimadores reportados en la literatura para la correlación genética entre EPP e IEP son muy variables. Orenge et al. (2008), Grossi et al. (2007), Regatieri et al. (2012) y Faraji-Arough et al. (2011) reportan correlaciones negativas entre estas dos características (-0.99 , -0.33 ± 0.04 , -0.19 ± 0.03 y -0.05 ± 0.01). En contraste Vergara et al. (2015) encontraron una correlación de 0.85 ± 0.40 en cruza de Angus y Brahman.

Las correlaciones genéticas entre EPP-PA2P y IEP-PA2P fueron de medianos a altos. Estos estimadores indican que los genes involucrados en la expresión de estas características son similares, particularmente ente IEP-PA2P.

Respuesta Esperada a la selección

La respuesta directa e indirecta correlacionada esperada a partir de la selección de sementales con diferente número de progenie de medios hermanos y la proporción de la superioridad de la selección indirecta a la selección directa se presenta en el Cuadro 4. La respuesta directa a la selección fue mayor que la respuesta correlacionada esperada (Cuadro 4) para IEP y PA2P a partir de la selección indirecta para EPP. La proporción de la superioridad de la selección indirecta a la selección directa fue de 0.42 y 0.63% para EPP-IEP y EPP-PA2P. Van Vleck et al. (1987) menciona que situaciones en la cual la selección indirecta es más efectiva que la selección directa son raras.

Cuadro 4. Respuesta directa (RDS) e indirecta correlacionada (RCS) esperada a la selección a partir de selección de sementales con diferente número de progenie de medios hermanos.

No. de progenie	RDS			RCS	
	EPP	IEP	PA2P	IEP	PA2P
5	-7.06	-9.48	1.51	-5.28	-1.23
10	-12.23	-14.64	2.31	-6.95	-1.61
20	-19.32	-20.10	3.15	-8.73	-2.03
50	-29.62	-25.90	4.04	-10.81	-2.51
100	-36.03	-28.65	4.45	-11.92	-2.77
200	-40.39	-30.26	4.70	-12.62	-2.93
500	-43.56	-31.32	4.86	-13.11	-3.05
1000	-44.73	-31.69	4.91	-13.28	-3.09

EPP = Edad al primer parto, IEP = Intervalo entre partos; PA2P = Peso al destete acumulado al segundo parto

En conclusión, los estimadores de heredabilidad fueron bajos para EPP e intermedios para IEP y PA2P. La selección directa para IEP y PA2P se espera que sea efectiva. Los estimadores de las correlaciones genéticas entre EPP-IEP y EPP-PA2P fueron moderadas, la correlación genética entre IEP-PA2P fue alta. No se espera que la selección indirecta basada en EPP sea tan efectiva como la selección directa para mejorar IEP y PA2P.

Literatura Citada

- Azevêdo, D.M.M.R., Filho, R.M., Lôbo, R.N.B., Lôbo, R.B., Moura, A.A.A.N., Pimenta Filho, E.C., Malhado, C.H.M., 2005. Produtividade acumulada (PAC) das matrizes em rebanhos Nelore do Norte e Nordeste do Brasil. Rev. Bras. Zootec. 34 (1), 54 ? 59.
- Boldman KG, Kriese LA, Van Vleck LD, Van Tassell CP, Kachman SD. A manual for use of MTDFREML. A set of programs to obtain estimates of variances and covariances (DRAFT). USDA, ARS, Washington, DC. 1995.
- Cavani, L., Garcia, D.A., Carreño, L.O.D., Ono, R.K., Pires, M.P., Farah, M.M., Ventura, H.T., Millen, D.D., Fonseca, R., 2015. Estimates of genetic parameters for reproductive traits in Brahman cattle breed. Journal of Animal Science 93, 3287-3291.
- Chud T.C.S., Sabrina L.Caetano, Marcos E.Buzanskas, Daniela A. Grossi, Diego G.F. Guidolin, Guilherme. Nascimento, Jaqueline O.Rosa, Raysildo B.Lôbo, DanísioP. Munari. Genetic analysis for gestation length, birth weight, weaning weight, and accumulated productivity in Nelore beef cattle. Livestock Science 170(2014)16?21
- Grossi, D.A., Frizzas, O.G., Paz, C.C.P., Bezerra, L.A.F., Lôbo, R.B., Oliveira, J.A., Munari, D.P., 2008. Genetic associations between accumulated productivity, and reproductive and growth traits in Nelore cattle. Livest.Sci. 117,139?146.
- Falconer D.S., Mackay T.F.C. 1996. Introducción a la Genética Cuantitativa. 4 edición. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 469 p.
- Hadi Faraji- Arough, Ali Asghar Aslaminejad, Homayun Farhangfar. Estimation of Genetic Parameters and Trends for Age at First Calving and Calving Interval in Iranian Holstein Cows. Journal of Research in Agricultural Science. Vol. 7, No. 1 (2011), pages:79-87
- Koots KR, Gibson JP, Wilton JW. Analyses of published genetic parameters estimates for beef production traits. 2. Phenotypic and genetic correlations. Anim Breed Abstr 1994; 62(11):825-853.
- Laureano MM, Boligon AA, Costa RB, Forni S, Severo JL, Albuquerque LG. Estimativas de herdabilidade e tendências genéticas para características de crescimento e reprodutivas em bovinos da raça Nelore. Arq Bras Med 2011; 63(1): 143-152.
- Montaldo V.H.H, Barría P.N. 1998. Mejoramiento genético de animales. Revista Ciencia al Día 1:1-19.
- Orenge, J. S K., Ilatsia, E. D., Kosgey, I. S., Kahi, A. K. Genetic and phenotypic parameters and anual trends for growth and fertility traits of Charolais and Hereford beef cattle breeds in Kenya. Trop Anim Health Prod. 2009; 41:767-774.
- Silva, J.A.II.V., Eler, J.P., Ferraz, J.B.S., Golden, B.L., Oliveira, H.N.,2003. Heritability estimate for stayabilityin Nelore cows. Livest. Sci.79, 97?101.
- Schwengber, E.B., Bezerra, L.A.F., Lôbo, R.B., 2001. Produtividade acumulada como criterio de seleção em fêmeas da raça Nelore. Cienc. Rural 31,483?486.
- Van Vleck LD, Pollak EJ, Oltenacu EA. Genetics for the animal sciences. 1st ed. USA: W. H. Freeman and Company; 1987.
- Zorrilla-Ríos J.M., Lancaster P.A., Goad C.L., Horn G.W., Hilton G.G., Galindo J.G. 2013. Quality evaluation of beef carcasses produced under tropical condition of Mexico. Journal of Animal Science 91:477-482.
- Ulhoa Magnabosco, Cláudio; Brito Lopes, Fernando; Jordão de Magalhaes Rosa, Guilherme; Sainz, Roberto Daniel. Bayesian estimates of genetic parameters for reproductive traits in Nelore cows raised on pasture in tropical regions. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, vol. 29, núm. 2, abril-junio, 2016, pp. 119-129.
- Vergara Garay OD, Martínez Humanes N, Flórez Murillo JM, Hernández PM, Almanza LR, Rúgeles PC, Simanca SJC. Heritabilities, correlations, and genetic trends for reproductive traits of a multiracial cattle population in Colombia. Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia Volumen 10 Número 1 Enero-Junio 2015
- Veselá Z., L. Vostrý and A. Svitáková. Genetic Analysis of Female Fertility Traits in Beef Cattle in the Czech Republic. INTERBULL BULLETIN NO. 47. Nantes, France, August 23 - 25, 2013

Forraje para ganado bovino a partir de *Brosimum alicastrum* como alternativa de alimento en temporada de sequía

La presente investigación tiene como finalidad, proponer un forraje para ganado bovino a partir de las hojas de *Brosimum Alicastrum*, agregándole insumos para complementar su valor nutritivo. Esto con la finalidad de resolver los problemas en algunos estados que sufren de falta de pasto en tiempo de estiaje debido a que es el tiempo más seco en que el ganado se queda sin alimento. Los ganaderos de bajos recursos enfrentan este problema mediante el cultivo de gramíneas forrajeras de corte, *Brosimum Alicastrum* conocido como ramón u ojoche, pretende atacar y disminuir esta problemática. Se pretende contribuir al aprovechamiento de este árbol, presente de las selvas de México, El Caribe, Centro y parte de Sudamérica; de gran valor nutritivo en proteína, aminoácidos esenciales, vitaminas y minerales; apoyando a la vez a la diversificación y aprovechamiento sustentable de recursos forestales. Muchos ganaderos aseguran que la sequía deja sin alimento para las reses y con ello han llegado los casos de desnutrición de los animales, además de gastos extra para la compra de alimento, y a consecuencia de ello, la reducción en la producción lechera es evidente. Gran parte de los ganaderos están comprando el trigo y el zacate molido para alimentar sus reses, buscan en zonas donde hay producción, aunque su costo se triplique. Las sequías que se presentan, afectan las cosechas de los agricultores y esto tiende a provocar pérdidas y generar problemas por la falta de alimento. Para saber si el *Brosimum Alicastrum* es apto para poder llevar a cabo la realización de su forraje, se hizo una investigación sobre sus propiedades. En base a la investigación realizada, se puede demostrar que el producto puede ser viable para alimentar al ganado.

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ESPECIE

El *Brosimum Alicastrum* es un árbol originario de Mesoamérica y el Caribe con amplia distribución en México (Pardo-Tejeda, 1982). Habita en áreas de clima cálido, semicalido, tropical y templado, en un intervalo altitudinal de 10 a 1600 m. Cabe mencionar que dicho árbol posee un potencial nutricional muy bueno. Puede alcanzar los 45 m de altura y 1 m de diámetro, se adapta a suelos muy arcillosos, profundos e inundables durante la época de lluvia, así como a suelos someros y altamente pedregosos con un ph de 6.8 hasta más de 8.2 y en regiones con 600 a 4000 mm de precipitación anual.

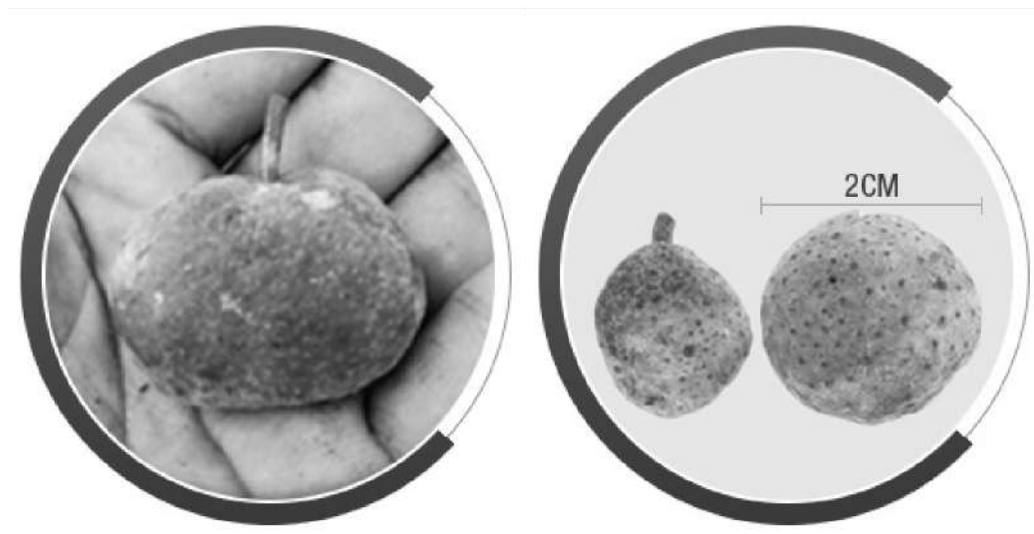
Esta adaptado a crecer y regenerarse en bosques cerrados, presentando las plántulas una fuerte tolerancia al sombreado corteza acanalada, cilíndrica; con raíces extremas de contrafuerte, dándole más soporte necesario si su sistema radicular es superficial; con savia lechosa dulce y pegajosa. Corteza externa, suave, grisácea clara, madera rojiza, con sección central amarillenta. Flores unisexuales, solitarias y aciliares. El *Brosimum Alicastrum* conocido por sus más de 50 nombres comunes de los cuales ¿ojite?, ¿ojoche?, ¿ramón? y ¿capomo? son los más conocidos. El ramón es nativo del sureste de México y gran parte de América Central, aunque se le puede encontrar en el oeste de Jamaica y Cuba. En México se localiza desde Sinaloa hasta Chiapas, en la vértice del Pacífico, hasta unos 400 u 800 msnm y de Tamaulipas hasta Quintana Roo, en el litoral del Golfo de México y del mar Caribe, hasta una altitud de 600 msnm, así como en gran parte de la planicie costera del Golfo hasta la Península de Yucatán.

Este árbol es muy apreciado debido a la calidad de su forraje y a su disponibilidad durante la sequía. Este tipo de árbol posee un potencial nutricional muy bueno para los rumiantes ya que las hojas contienen entre un 8 y 30% de proteína cruda y presenta características nutritivas superiores a las leguminosas huaxin (*Leucaena Leucocephala*) y es bien aceptado por las diferentes razas de ganado. Sus semillas han sido utilizadas como sustituto del maíz, la papa y el café, como ingredientes de platillos, en la alimentación animal y en la industria farmacéutica. Aunque es originario de los bosques húmedos, es extremadamente tolerante a la sequía. La importancia del *Brosimum* como forraje alternativo radica en que sus ramas y frutos, contienen un alto porcentaje de proteína, con un alto contenido de triptófano, calcio, potasio y oligoelementos (zinc, hierro); y vitaminas: ácido fólico, Vitamina C, Vitamina E, B2 (Rivoflavina), B3 (Niacina) y B6 (Priridoxina), B3 (Niacina) y B6 (Piridoxina); así

mismo presenta un alto contenido en fibra y muy poca grasa.

El ojoche produce una fruta silvestre que es alimento de numerosas especies de la fauna silvestre. De precipitación anual, sin incurrir a tanta inversión por eso es una excelente alternativa alimenticia ante las opciones más tradicionales que a menudo tienden a provocar desnutrición, falta de desarrollo físico y mental y daños ecológicos.

Sus semillas, hojas y fruto poseen un alto contenido de proteína. La semilla tiene un considerado contenido de aminoácidos, y satisface la mayoría de los niveles recomendados por la Organización Mundial de la Salud. Son excelentes para la alimentación humana y se puede consumir cocidas o tostadas.



La pulpa del fruto también es comestible y se utiliza para preparación de mermeladas. El látex ha sido empleado como sustituto de la leche, por su sabor agradable y solubilidad en agua. Además de su calidad nutritiva, por su abundancia y disponibilidad, este árbol constituye un recurso valioso de alimentación para el ganado y fauna silvestre, sobre todo en la época de seca. Comparando esta especie con otras fuentes convencionales de forraje, este resulta alto en productividad, en calidad y cantidad. Aunque es originario de los bosques húmedos, es extremadamente tolerante a la sequía.

PRODUCCIÓN DE FORRAJE

Las pasturas o forrajes son los alimentos con los que cubren todas sus necesidades claves: mantenimiento, crecimiento preñez y desarrollo corporal. La recolección y suministro de forraje en la alimentación del ganado, tiene una relevante importancia desde la mecanización, recolección y suministro. En cada método se emplea una cadena de equipos que cumplen en forma individual o en conjunto requisitos agronómicos y mecánicos, la cosecha mecanizada tiene la ventaja de recolectar y acopiar mayor producción y utilizarlo en época de estiaje.

La cosecha debe realizarse a manera de conservar la calidad y cantidad de los elementos nutritivos que contienen las plantas durante su cosecha y conservación.

Para la preparación de este forraje, establecí dos alternativas que nos pueden ayudar para la cosecha y suministro del forraje:

- Cosecha y suministro en verde.
- Cosecha, conservación (henificación, henolaje, ensilaje) y suministro.

Las plantas forrajeras se dividen en tres grandes grupos:

- Gramíneas
- Leguminosas

- Forrajeras no gramíneas no leguminosas

Gramíneas: son las conocidas con el nombre de pastos.

Son el tipo de forrajes que más requieren los rumiantes (60-70% de la ración), por el contenido de fibra necesario para el funcionamiento del rumen. En condiciones naturales la producción de follaje para individuos adultos puede ser de 400 a 800 kg. Existen pastos en casi todos los climas, sin embargo no existe ni el mejor ni el pasto malo, solo el pasto mejor adaptado a las condiciones. En general, puede considerarse que los pastos son alimentos ricos en fibra, con contenidos energéticos de medio a alto (por los carbohidratos) y de contenidos proteicos medios a bajos (2 al 14% con promedio 7%).

La principal ventaja de los pastos es su gran habilidad para producir biomasa de calidad (follaje) a partir del agua y del sol pero esta calidad nutricional es fuertemente afectada por la edad de la planta y la época del año, a medida que el pasto madura (florece o espiga) y cuando el verano se agudiza todos los nutrientes disminuyen drásticamente.



Leguminosas: son plantas reconocidas por su habilidad particular para fijar nitrógeno atmosférico y guardarlo en sus hojas en forma de proteína.

Por eso las leguminosas son plantas con contenidos proteicos altos: entre el 14 y el 32 % en sus hojas y demás 30% en sus semillas. Las plantas leguminosas son capaces de sostener estos valores de proteína durante bastante tiempo y sin importar el verano.

Forrajes no gramíneas no leguminosas: (FNGNL): esta clasificación puede ser arbitraria, se propone solo como estrategia para hacer más fácil la comprensión.

PROPIEDADES NUTRITIVAS DEL *BROSIMUM ALICASTRUM*

La razón por la que se hace la propuesta de un forraje para ganado hecho con las hojas del *Brosimum Alicastrum* es porque tiene un valor alimenticio elevado, es mucho más nutritivo, productivo y resistente que el maíz, el trigo, el arroz, la yuca, el sorgo y el plátano. Produce 5 veces más comida, 10 veces más proteína, hierro y vitaminas B, 20 veces más folato y 150 veces más calcio por hectárea que el maíz. Por eso hago esta propuesta, ya que es una excelente alternativa alimenticia ante las opciones más tradicionales que a menudo tienden a provocar desnutrición, falta de desarrollo físico y mental y daños ecológicos. Su semilla, hojas y fruto poseen un alto contenido de proteína. La semilla tiene un considerable contenido de aminoácidos, y satisface la mayoría de los niveles recomendados. La pulpa del fruto también es comestible y se utiliza para preparación, el látex ha sido empleado como sustituto de la leche, por su sabor agradable y solubilidad en agua. Además de su calidad nutritiva, por su abundancia y disponibilidad, este árbol constituye un recurso valioso de alimentación para el ganado y fauna silvestre, sobre todo en la época de seca. Comparando esta especie con otras fuentes convencionales de forraje, este resulta alto en productividad, en calidad y cantidad. Respecto a la alimentación animal, por ser un árbol perennifolio, en época de sequías su forraje es un recurso excelente para pastura del ganado. Las hojas son muy palatables para el ganado, los caballos, los cerdos y las ovejas; las hojas, tallitos y semillas constituyen un excelente forraje; las hojas contienen de 19 a 24 % de proteínas.

La digestibilidad de sus hojas es de hasta 60% ayuda y aumenta la producción de leche en el ganado. Las propiedades galactóforas de este árbol se confirmaron cuando se alimentaron vacas lecheras por 20 días con su forraje. Los animales produjeron mayor cantidad de leche en ese periodo que la producida cuando eran alimentadas con diversos forrajes. Su consumo voluntario por rumiantes varía entre 4.0 y 6.0 kg MS/100 kg peso vivo. Este índice de consumo es de suma importancia ya que Ingallas y sus colaboradores sugieren que el 70% de la variación en la productividad animal, puede ser explicada en términos de diferencias en el consumo voluntario de los forrajes. La digestibilidad de la materia seca (MS) del

forraje varía entre 55% y 67%. Esta variación puede ser debido a diferencias entre eco tipos, estado de desarrollo y/o condiciones ambientales, aunque en promedio son similares a los valores de digestibilidad de varias leguminosas tropicales. (La principal ventaja de los pastos es su gran habilidad para producir Biomasa de calidad (follaje) a partir del agua y del sol pero esta calidad nutricional es fuertemente afectada por la edad de la planta y la época del año, a medida que el pasto madura (florece o espiga) y cuando el verano se agudiza todos los nutrientes disminuyen drásticamente.

El producto que se pretende ofrecer a los ganaderos debe contener los nutrientes esenciales que el ganado requiere para la producción de leche y carne, ya que es uno de los puntos principales que a los ganaderos les interesa, sin embargo interviene la actuación del público que pueda decidir si compra o no un buen bien o servicio por cuestión de precio, calidad, volumen o lugar. En este caso el producto forraje derivado del follaje de ojoche deberá estar diseñado con los mejores estándares de calidad para que sea aceptado por los ganaderos. El forraje de ojoche se pretende acompañar con insumos como son: maíz, pollinasa, soya y pangola. Para el proceso de producción del producto, tome en cuenta los siguientes puntos, ya que puede llegar a ser muy fácil y económico.

- 1.- Recepción y almacenamiento de materia prima.
- 2.- Limpieza y almacenamiento: la limpieza se realiza a mano por una serie de trabajadores, una vez limpia la materia prima es almacenada.
- 3.- Molienda o machacado; la materia prima es transportada al área de molienda.
- 4.- Transporte al área de mezclado: la materia prima se transporta al área de mezclado.
- 5.- Mezclado: se introducen las materias primas (maíz, pollinasa, soya y pangola) para ser mezclados.
- 6.- Ensilaje: es un método de conservación de forrajes.
- 7.- Transporte a la bodega.
- 8.- Almacenamiento de producto: se almacenan las pacas de forrajes.

En cada método que existe se emplea una cadena de equipos que cumplan en forma individual o en conjunto requisitos agronómicos y mecánicos, la cosecha mecanizada tiene la ventaja de recolectar.

Para poder saber si el *Brosimum Alicastrum* era apto para llevar a cabo la realización de forraje, se hizo una investigación detallada sobre sus propiedades, así como investigar en los alimentos que están en venta, su contenido, en qué porcentaje se maneja, su calidad, así como su resultado en el ganado al producir, leche y carne. El forraje puede tener resultados aceptables, ya que es de muy bajo costo su producción, esto lo sé, porque lleve a cabo un estimado sobre sus costos en la producción. La maquinaria no precisamente puede ser alto costo, ya que se puede llevar a cabo manualmente con el personal adecuado. Incluso, uno mismo lo puede hacer, teniendo los materiales adecuados.

La producción de este forraje, se propone para que se lleve su producción en cualquier parte del país, ya que en las zonas sur, su producción da buenos resultados. Sin embargo, la explotación de este forraje se basa en la cosecha de árboles bien desarrollados. Se puede contribuir con la creación de viveros ya que el árbol es aceptable en cualquier tipo de suelo.

La sostenibilidad ganadera y su ruta

Las cadenas de valor de productos animales deben buscar su sostenibilidad ambiental. Es una exigencia social y una obligación gremial. Como ocurre en otros temas, si los participantes de las cadenas no dirigen e impulsan los cambios necesarios, será la sociedad quien de alguna manera los imponga.

El problema

La ganadería se desarrolló cuando parecía haber abundancia de recursos naturales y teníamos pocas regulaciones y límites respondía más que nada a las leyes del mercado. Sin embargo, esas circunstancias ya no existen. Ahora se señala la pesada huella de la producción ganadera en los recursos naturales (agua, suelo y vegetación), sus daños a la biodiversidad, su participación en el cambio climático y en la disponibilidad de alimentos para la humanidad.

Algunas culpas de la ganadería son innegables, como la devastación que se ha hecho de grandes porciones de selvas y bosques para destinar la tierra a uso ganadero.

Otros señalamientos de efectos indeseables de la ganadería, en cambio, son ciertos, pero su medida es aún controversial. Es el caso de la contribución de la ganadería a las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), que provocan el cambio climático. En el Cuadro 1 se presentan algunos estudios publicados y sus datos.

Estudio	Porción del impacto en el cambio climático (% de los GEI antropogénicos que provienen de la ganadería)	Institución que presenta la información
Gerber et. al, 2013	14.5 %	FAO
Smith et. al, 2007	10 - 12 %	Panel intergubernamental sobre el Cambio Climático
Goodland and Anghang, 2009	¡ 51 % !	World Watch

Cuadro 1. Diferentes estimaciones de la participación de la ganadería en el cambio climático antropogénico.

El estudio publicado por World Watch, de Goodland y Anghang, en el que sostienen que la mayor parte de los GEI que provocar el cambio climático antropogénico son causados por la ganadería, usa supuestos y parámetros que acrecientan la estimación del impacto.[1] Está bien que expresen su postura, que además soportan con argumentos que, en todo caso, hay que rebatir con mejores datos y evidencias. Sin embargo, han dado pie a activistas muy mediáticos y tendenciosos, como los productores de documentales cinematográficos Kip Anderson y Keegan Kuhn, que son antagonistas de la ganadería y propalan que el cambio climático y las enfermedades metabólicas humanas se resolverían, simplemente, abandonando la agricultura animal.

Otro aspecto del impacto ambiental de la ganadería es su uso de recursos naturales. Este tema se puede ejemplificar con la utilización del agua. Las mediciones más acreditadas de utilización de agua son las que hace el Twente Water Center, de la Universidad de Twente, Holanda. El estudio de Mekonnen y Hoekstra (2010), señala que para producir 1 kg de proteína de leche se requiere alrededor del doble del agua que para producir 1 kg de proteína de oleaginosas y para 1 kg de carne de bovino serían 7 veces lo que consume el kg de proteína oleaginosa. No se puede dejar de pensar, ante estas comparaciones, en las

diferencias entre los productos animales, sus proteínas y demás cualidades, con comer pastas de oleaginosas procesadas.

Otros problemas ambientales con los que debe tratar la producción animal son la erosión y desertificación que pueden ocurrir con el sobrepastoreo y la posible contaminación con residuos orgánicos o químicos.

Soluciones

La ganadería debe responder por sus actos, pasados, actuales y futuros. Para ello debe evaluar detalladamente su impacto ambiental e informar todo ello a la sociedad, de manera sistemática y confiable, para confrontar otros mensajes, no muy veraces, pero llamativos, que vociferan algunos activistas.

[1] Por ejemplo, suman a los GEI el CO₂ que expira el ganado, sin considerar que la materia vegetal que dejaría de comer el ganado, tendría el mismo destino, si bien a diferente velocidad. Usan, además, un factor del Potencial de Calentamiento Global del metano del triple que el aceptado comúnmente, 72 vs. 21 a 25 veces el del CO₂. Mencionan hasta las enfermedades zoonóticas, incluso la influenza porcina (se publicó en 2009), a pesar de que el brote de influenza tipo A H1N1 ocurrido en humanos en México, no tuvo origen en la ganadería.

El impacto ambiental de la ganadería se puede descomponer en dos factores: el efecto de cada unidad ganadera, multiplicado por el volumen de producción de la ganadería. (Imagen 1).



Imagen 1. Componentes de la huella ambiental de la ganadería

Impacto unitario

El efecto ambiental que produce cada unidad de producto animal puede reducirse. La vía más clara es el aumento en la productividad de los animales. Producir lo mismo con menos animales y con menos insumos, reduce la huella ambiental. Los sistemas modernos han logrado avances notables en ese sentido, en prácticamente todos sus indicadores de rendimiento y eficiencia.

Una excepción es que ahora hay un mayor uso de energía en el control del microclima de instalaciones y la automatización de equipos, aunque ese es uno de los rubros de menor impacto, además de que las fuentes energéticas alternas ayudarán a mitigar su daño.

Además de la productividad, hay también la posibilidad de reducir los daños ambientales de los sistemas ganaderos de manera específica. El estudio de FAO sobre las oportunidades de mitigación del cambio climático con la ganadería (Gerber *et. al*, 2013) hace una medición sobre la ganadería productora de carne de bovino en Sudamérica. Con solo algunas mejoras en los forrajes, manejo y sanidad del ganado y manejo del pastoreo, estimaron un potencial de mitigación de 18 a 29 % de las emisiones anuales de GEI. Con cambios más profundos, como sería establecer sistemas silvopastoriles adecuados y la selección de animales más adaptados, eficientes y reductores de emisión de metano, el potencial sería bastante mayor.

En el Cuadro 2 se muestran efectos dañinos de la producción animal, susceptibles de reducción.

Daño ambiental específico	Medios y tecnologías para su mitigación
Contaminación con desechos orgánicos de sistemas intensivos (estiércol, orina)	● Formulación de dietas más precisas, alimentación por fases ● Adición de enzimas exógenas ● Procesamiento de alimentos que aumenta digestibilidad ● Reciclamiento como fertilizante, alimento, combustible ● Biodigestores
Emisión de gases de fermentación de rumiantes	● Dietas más digeribles o que promuevan un patrón fermentativo más eficiente ● Genotipos animales con menor emisión de metano
Deforestación o erosión de terrenos en pastoreo	● Administración efectiva del pastoreo ● Sistemas silvopastoriles ● Regulación estricta del uso del suelo

Cuadro 2. Métodos y tecnologías que permiten reducir el daño ambiental de la ganadería, por medios diferentes a los aumentos de productividad

El impacto del elevado uso de agua de los bovinos merece una revisión más detenida. El promedio ponderado mundial de uso de agua para producir 1 kg de carne de bovino es 15,145 litros de agua, según los datos de Mekonnen y Hoekstra. De esta, el 93.5 % corresponde a la que llaman agua verde, la que se consume por evapotranspiración en el terreno que ocupa el ganado.

Es decir, la lluvia que caiga en el terreno que sostiene a una vaca y no se infiltre al subsuelo o escurra a cursos de agua, se carga a la contabilidad de esa vaca o sus productos. Esto es porque ese es el único uso que se da al terreno, pero si tuviera también otro propósito, como el ecoturístico o servicios ambientales certificados, como preservación de la biodiversidad o captación de agua, podría dividirse el agua consumida entre los negocios usuarios. Así, el consumo de agua verde sería posiblemente el mismo, pero solo podría adjudicarse a los bovinos una parte de él.

Volumen

El otro factor de incidencia ambiental de la ganadería es el volumen o tamaño de la producción animal.

El crecimiento demográfico significa una mayor demanda de productos animales. Actualmente, hay 7,500 millones de personas en el mundo y, para 2050, habrá 2,200 millones más. Si se mantiene el consumo de productos animales por persona, se requerirá un crecimiento de 25 por ciento de la producción animal, o más aún si se desea que aumente el consumo por persona.

Actualmente, sin embargo, la producción y el consumo de carnes y otros productos animales tienen también una función estética (tradicional, gastronómica), arraigada de manera diferente en cada cultura del mundo.

Por otra parte, un aspecto que debe limitar el consumo de productos animales son las necesidades de nutrientes y las recomendaciones sanitarias para la prevención de enfermedades metabólicas. La propensión a sobrepeso, dislipidemias o hiperuricemia, por ejemplo, deben señalar límites culturales al consumo de lácteos o carnes rojas.

En promedio, cada persona ingiere 2,869 Kilocalorías y 80.4 gramos de proteína (FAOSTAT, Hojas de Balance Alimentario, 2011). El 16 % de la energía alimenticia y 33 % de la proteína, provienen de alimentos de origen animal. Aunque este es un dato global, parece indicar que la humanidad podría alimentarse bien con una menor cantidad de alimentos de origen pecuario, aunque deben contemplarse también las disparidades entre países en cuanto a su consumo.

En países desarrollados hay un consumo elevado de productos animales en general, y en otros, de carne de bovino específicamente, como el caso extremo de Argentina. Puede decirse que para reducir el consumo bastaría con que lo desee la

gente de esos países, pero esto no significa que sea fácil. Sería un proceso de transición en el que hay que conciliar muchas voluntades e intereses. Parece más fácil un cambio cultural gradual facilitado con información clara y sólida.

La ganadería sostenible del futuro

Nunca debe establecerse una nueva unidad ganadera sobre tierra obtenida por destrucción de selvas o bosques. Por el contrario, hay que utilizar pastizales, sabanas o matorrales, tipos vegetativos en los que la ganadería puede ser el mejor uso económico, a la vez que promueve un mejor desarrollo de la vegetación, mediante un buen manejo del pastoreo.

La capacidad de los rumiantes de aprovechar los materiales celulósicos y nitrógeno no proteico, les da un valor que debemos preservar y aprovechar. La engorda con granos debe utilizarse de manera que armonice con la crianza y desarrollo de novillos en pastoreo.

Debe haber límites regulatorios a la producción, para reducir su daño ambiental. Ya se ha comenzado a hacer esto, hace años, en otros países y todo indica que aumentarán los límites normativos, por medio de cuotas máximas o de alguna otra manera.

La carne y los demás productos animales no son iguales que otros alimentos. Su valor nutricional y cultural es muy superior. Su producción y consumo son importantes, aunque ahora también lo son los límites y las formas que debe tener la ganadería.

Fuentes de información

FAOSTAT, Hojas de Balance alimentario, <http://www.fao.org/faostat/es/#data/FBS>

Gerber, P.J., H. Steinfeld, B. Henderson, A. Mottet, C. Opio, J. Dijkman, A. Falcucci and G. Tempio, 2013. Enfrentando el cambio climático a través de la ganadería ? Una evaluación global de las emisiones y oportunidades de mitigación. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Roma.

Goodland, R. and J. Anhang, 2009. Livestock and climate change. What if the key actors in climate change are?cows, pigs, and chickens? World Watch, Novembre/December 2009

Mekonnen, M.M. and A.Y. Hoekstra, 2010. The green, blue and grey water footprint of farm animals and animal products, Value of Water Research Report Series No. 48, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands.

Smith, P., D. Martino, Z. Cai, D. Gwary, H. Janzen, P. Kumar, B. McCarl, S. Ogle, F. O'Mara, C. Rice, B. Scholes, O. Sirotenko, 2007. Agriculture. In Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Reconocimiento

Este documento se revisó y amplió con las opiniones y comentarios de Angélica Feroso Gómez y Eduardo Trejo González, de la Subdirección Técnica de FIRA.

Liposomas fabricados con Lecitina de yema de huevo para la mejora de la técnica de criopreservación de espermatozoides bovino

INTRODUCCIÓN

Por definición, la inseminación artificial (IA) es todo aquel método de reproducción asistida que consiste en el depósito de espermatozoides en la mujer o hembra mediante instrumental especializado y utilizando técnicas que reemplazan a la copulación, implantándolos en el tracto genital femenino: vagina, útero, cérvix, trompas de falopio, etc. con el fin de lograr la gestación.

En el caso de los animales (Figura 1), es una técnica muy empleada para lograr el mejoramiento genético de los rebaños, ya que persigue principalmente el nacimiento de animales de alta productividad en un corto período de tiempo. Así mismo, el desarrollo de sistemas de pruebas de descendencia ha incrementado mucho gracias a la implementación de la IA en muchos tipos de animales.

En el siglo XX, la IA en equinos, porcinos y otros animales fue iniciada en 1907 por Llya Ivanovich Ivanov [1], seguido más tarde por muchos otros investigadores, entre los que destaca Chris Polge [2], quien en 1956 destacó beneficios de la IA como:

? Mejoramiento del ganado ? comodidad para los operarios ? control de enfermedades ? grandes mejorías económicas ? facilitación de programa de cruzamiento ? etc.



En 1931, la IA en bovinos fue tan exitosa que los investigadores se dieron cuenta de que el semen recogido podría conservarse mezclándolo con huevo, debido a que éste contiene antibióticos y productos químicos, y congelarlo para su uso posterior. La IA en el ganado bovino ha sido muy importante en la industria de productos lácteos y la carne, debido a la mejora de la productividad y al aumento de la oferta de alimentos. La UF/IFAS menciona que, en la década de 1970, que los agricultores criaban más de 7 millones de vacas lecheras. El beneficio de la IA en bovinos es grande, de tal manera que se pueden destacar algunas ventajas como:

1. El uso de sementales sobresalientes ofrece la oportunidad de mejorar genéticamente los animales del hato.
2. El potencial reproductivo de un semental se incrementa, es decir, si un toro por monta natural puede cubrir entre 49 y 70 vacas por año, a través de la IA y con el uso de semen congelado se pueden servir cientos o miles de vacas por año.
3. Se reducen los riesgos de transmitir enfermedades:
 - i) Llevando un control estricto de las enfermedades, de tal manera que no se procese el semen de animales enfermos.
 - ii) Se usan antibióticos para que se incorporen durante el proceso del semen.

4. A través de la IA se puede cubrir un gran número de vacas (15-20 o más) en un mismo día, condición que sería imposible en condiciones naturales, es decir, para un solo toro. Etc.

Sin embargo, a pesar de las muchas ventajas que presenta la IA, también se presentan desventajas como:

1. Utilizar un toro no probado ni estudiado, en cuanto a sus características genéticas, puede traer como consecuencia la pérdida o una disminución en la producción de cualquier explotación.
2. Es necesario contar con personal capacitado para el manejo del semen, la inseminación y además para una adecuada detección de los animales en celo.
3. Las enfermedades pueden propagarse con gran rapidez en toros que no se les lleva un control sanitario estricto. La adición de antibióticos en el diluyente, no es suficiente para controlar todas las enfermedades que pueden ser transmitidas por el semen.
4. Si no se tiene un buen manejo del semen en el proceso de la congelación/descongelación (criopreservación) se puede reducir (e incluso llegar a cero) el porcentaje de concepción del hato. Etc.

ANTECEDENTES

La industria de la cría de ganado a nivel mundial está basada en la IA y en la criopreservación del semen. El extensivo uso de la IA ha permitido una selección genética acelerada y un mejoramiento en la producción de crías en distintos tipos de ganado. Continuamente, las investigaciones están mejorando los métodos por los cuales el semen es procesado para mejorar la calidad que los criadores reciben. Sin embargo, a pesar de las distintas mejoras que se han hecho a la IA, la probabilidad de que un espermatozoide fertilice un óvulo depende de que al menos uno sobreviva en el sitio de fertilización hasta el arribo del óvulo. Este fenómeno depende de otros muchos factores [3], como el tiempo de supervivencia del espermatozoide en el tracto reproductivo femenino, la probabilidad de que el esperma inseminado alcance el sitio de fertilización, el número de espermatozoides inseminados en la fertilidad, factores ambientales, el método de almacenaje, temporada, edad del toro [4], la refrigeración y criopreservación del semen [5], etc.

La mala calidad del semen del ganado bovino, después de la descongelación, es una seria limitación en el éxito de la IA en la especie. Este fenómeno es provocado por una pérdida del 25 al 50% de mortalidad debido a la criopreservación [6,7].

Recientemente, se han evaluado procesos de tratamiento del semen, después de la congelación, con dos distintos métodos:

i) lavado dos veces con búfer de ácido cítrico mediante centrifugación y resuspendiéndolo en el mismo volumen original con el mismo búfer;

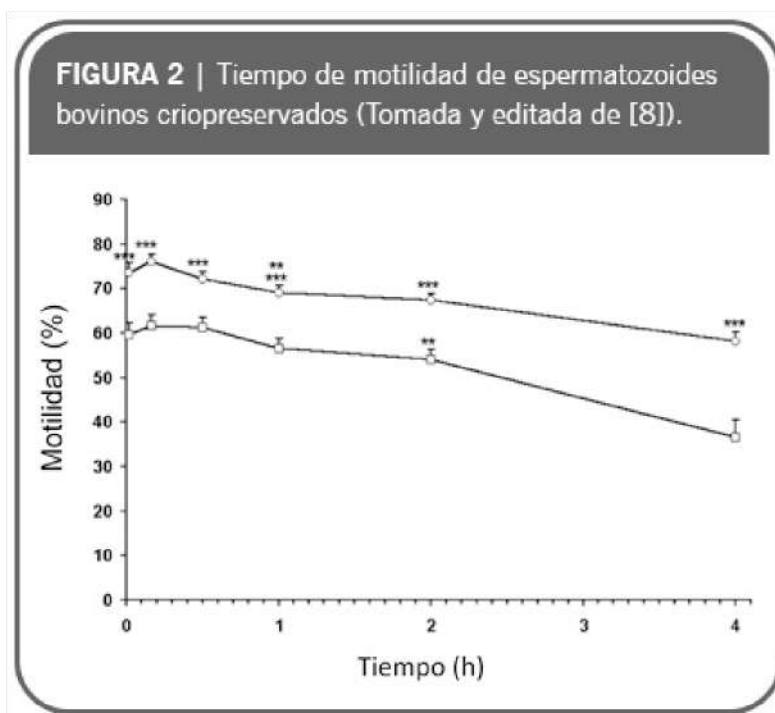
ii) o mediante el paso del semen a través de columnas de gel dextrano [6].

Se estudió la cantidad de espermatozoides sobrevivientes después de los procesos de tratamiento i) y ii). Los resultados concluyen que un simple procedimiento de lavado, seguido de un extensor adecuado es eficaz para el rendimiento del semen después de la congelación.

También, se han evaluado métodos de control de velocidades de enfriamiento del semen, donde el rango de temperaturas analizadas fue desde la temperatura ambiente hasta 4°C, a una velocidad de enfriamiento de 4.2°C/min para el enfriamiento de las muestras control y 0.1°C/min para el enfriamiento de las muestras tratadas [7]. Los resultados obtenidos indicaron que independientemente de la velocidad de enfriamiento del semen, el beneficio es el mismo, ya que se registraron los mismos parámetros de viabilidad al descongelarse y al usarse en la IA.

La yema de huevo, ha sido un método muy recurrente en la criopreservación del semen. Sin embargo, la yema de huevo y leche introducen un riesgo de contaminación microbiana, con la posterior producción de endotoxinas capaces de dañar la capacidad de fertilización de los espermatozoides [8]. Debido a esto se han buscado prolongadores, que ayuden a la conservación del semen, como la lecitina de soja mezclado con la yema de huevo con búfer (Figura 2). Los resultados de todos

estos estudios muestran las comparaciones de los diferentes diluyentes usados para la criopreservación del semen del ganado vacuno, principalmente. En conclusión, los prolongadores conservan al semen, unos con mayor eficacia que otros, pero sin resaltar grandes diferencias.

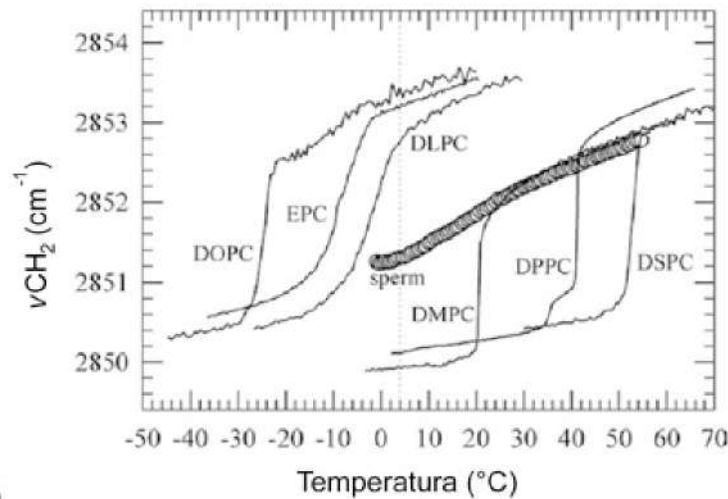


Continuamente, en los últimos años ha habido discusiones frecuentes contra el uso de yema de huevo o leche, una de las cuales es la amplia variabilidad de la composición que hace que sea difícil analizar los efectos beneficiosos de un compuesto en particular en la criopreservación del semen [9].

Como se ha visto, a pesar de las múltiples ventajas que pueden presentar los diferentes métodos de criopreservación del esperma de ganado, también presentan muchas desventajas, las cuales no han permitido estandarizar un método eficaz y seguro en la criopreservación del esperma. El uso de la yema de huevo para la criopreservación del semen presenta algunos inconvenientes, como se ha mencionado arriba, sin embargo, los fosfolípidos, componente principal de la yema, pueden proteger por sí solos a los espermatozoides en el proceso de criopreservación [10,11].

Se han estudiado a los fosfolípidos, formando liposomas, como otras alternativas al uso de la yema de huevo, de manera que no dañen al semen y ayudándolo a conservarse a cualquier temperatura de almacenaje, como lo describen Röpke y col., quienes estudiaron el efecto de liposomas unilamelares, de varios fosfolípidos con diferente composición química en la criopreservación del semen de ganado bovino [11]. Los resultados muestran a los fosfolípidos más viables para la criopreservación del semen. La Figura 3 muestra los diagramas de fase, usando la posición de las bandas de vibración de tensión simétrica, derivada de las cadenas de los fosfolípidos, como una medida del desorden conformacional de la membrana.

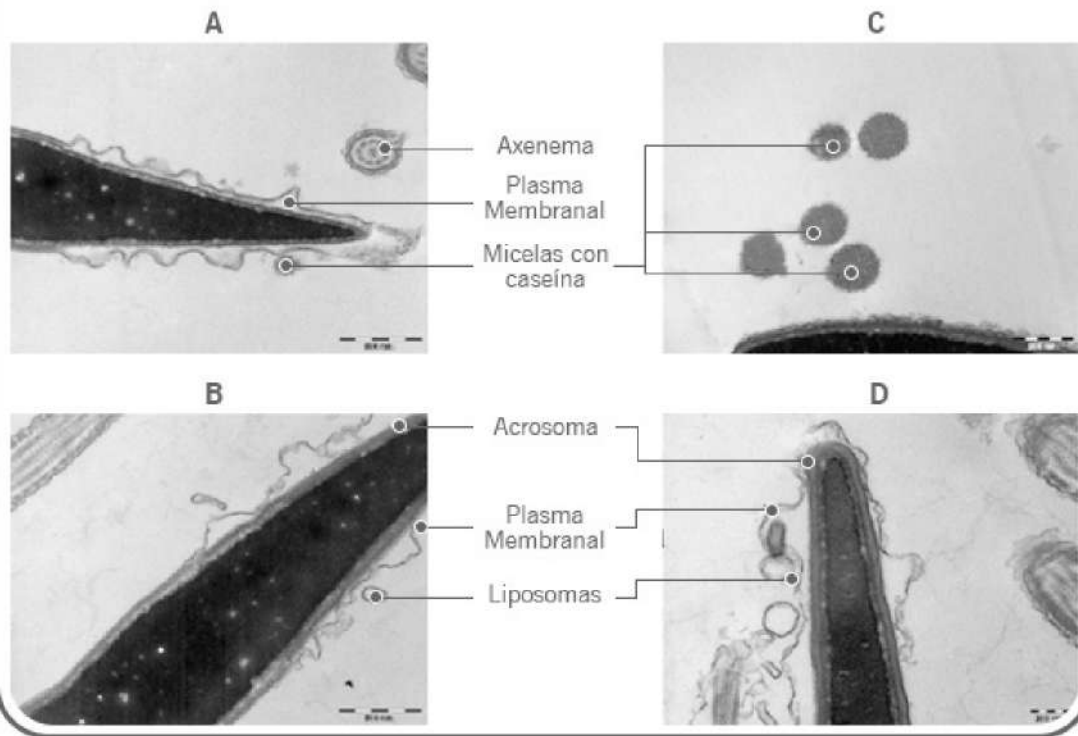
FIGURA 3 | Comportamiento de fase de membrana del esperma de bovino y la de los diferentes fosfolípidos utilizados (Tomada y editada de [11]).



Los autores también reportan el efecto de un extensor (búfer), complementado con diferentes concentraciones de liposomas de EPC (Fosfatidilcolina de huevo) para diferentes concentraciones y tiempos de congelación. Se evalúa la viabilidad del esperma, es decir, el plasma y la integridad de la membrana acrosomal, mediante citometría de flujo, concluyendo que el esperma sobrevive más tiempo, antes y después de la congelación, para concentraciones más altas de liposomas y tiempos de incubación.

Pillet y col. utilizaron liposomas como una alternativa a la yema de huevo, haciendo una comparación entre ambos, en la congelación/descongelación de semen de caballo [12]. El objetivo del estudio fue probar las capacidades de criopreservación de los liposomas compuestos de fosfolípidos extraídos de la yema de huevo. Parte de los resultados del trabajo se muestran en la Figura 4, mostrando la interacción de un espermatozoide con los liposomas, mediante micrografías tomadas con el microscopio electrónico de transmisión (TEM). En la Figura se señalan las interacciones del espermatozoide con micelas con caseína (A y D) después de la congelación/descongelación; con liposomas de EPC80 (B y C) y con liposomas marcados con caseína. De todos los resultados obtenidos, los autores concluyen que los liposomas compuestos de EPC parecen ser una alternativa prometedora para reemplazar a la yema de huevo en la criopreservación del semen de caballo.

FIGURA 4 | Micrografías de una parte de los espermatozoides interaccionando con liposomas y micelas, obtenidas con TEM después de la congelación/descongelación (Tomada y editada de [12]).



JUSTIFICACIÓN

El estudio de la viabilidad y de los efectos de los liposomas para la criopreservación del espermatozoide de ganado, en particular el del ganado bovino, han sido muy escasos, a pesar de que los resultados obtenidos muestran que pueden ser una alternativa al ya muy utilizado método del uso de la yema de huevo. Los estudios con los liposomas han mostrado que estos interaccionan muy bien con los espermatozoides cuando, por ejemplo, son incubados por grandes periodos a 4°C. Esto, debido a que probablemente estas interacciones facilitan la transferencia de lípidos a la membrana del espermatozoide causando una reorganización de sus componentes, las cuales afectan, de manera positiva, a la crioestabilidad del espermatozoide. Sin embargo, el estado de la fase que presentan los lípidos, que constituyen a los liposomas, aún no es un factor determinante que explica la acción de los lípidos como un crioprotector. También se ha visto que los liposomas compuestos de EPC muestran un comportamiento protector al momento de mezclarlos con semen y congelarlos, presentando una alternativa muy prometedora como remplazo a la yema de huevo. No obstante, todavía es necesario optimizar su composición para obtener mejores y concluyentes resultados, aprovechando la ventaja de que los liposomas no presentan toxicidad, ya que están formados por los mismos componentes con los que está hecha la membrana plasmática de los espermatozoides.

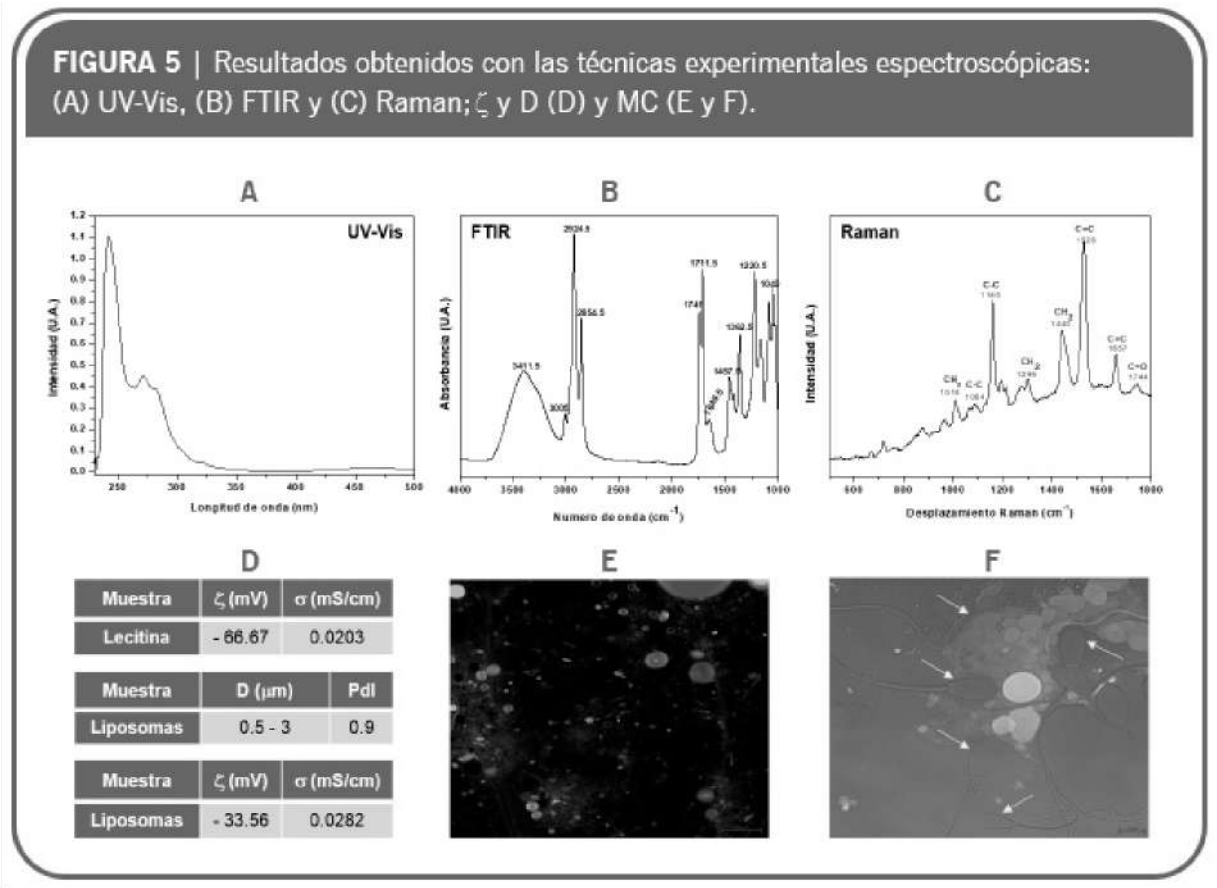
HIPÓTESIS

1. Es posible mejorar el método de criopreservación del semen de ganado mediante el uso de liposomas de diferente composición, conociendo mejor sus propiedades fisicoquímicas. La caracterización fisicoquímica incrementa el conocimiento de la formación, morfología, propiedades eléctricas y mecánicas de los liposomas, características importantes que ayudan a mejorar su interacción con semen bovino, la cual es muy importante e indispensable en el proceso de la IA. Generalmente, la fabricación de liposomas es planeada de acuerdo al uso que se les va a dar a los liposomas, es decir, eligiendo el material con el que se van a fabricar. En la fabricación de liposomas catiónicos es de suma importancia el porcentaje y el tipo de fosfolípidos neutros que se utilizan, pues estos mejoran su estabilidad, misma que se requiere para la criopreservación.

2. Es posible utilizar a los liposomas en el proceso final de la IA sin causar citotoxicidad. La carga superficial de los liposomas varía de acuerdo al porcentaje de fosfolípidos neutros, y esta carga se requiere para asegurar una buena complejación con el semen, pero de manera que no afecte su membrana plasmática y por ende que no sea tóxica al momento de la gestación. Los liposomas, cuya composición sea la más beneficiosa para la criopreservación del semen, serán también utilizados en proceso final en la IA.

RESULTADOS

Para la fabricación de liposomas se utilizaron fosfolípidos (lecitina) purificados de la yema de huevo, y ambos se caracterizaron física y químicamente mediante distintas técnicas experimentales. En la Figura 5 se presentan resultados experimentales de la investigación que aproximan la eficacia de los liposomas en la criopreservación de semen bovino. Los espectros de ultravioleta-visible (UV-Vis), infrarrojo por transformada de Fourier (FTIR) y Raman, Figura 5A, 5B y 5C respectivamente, muestran la pureza de la lecitina una vez extraída de la yema de huevo.



Los liposomas fabricados con los fosfolípidos de lecitina, presentan un valor del potencial Z (?) negativo (Fig. 5D), de acuerdo a la carga eléctrica de la lecitina y cuyo tamaño (diámetro, d) en un rango entre 0.5 y 3 μm, con un índice de polidispersidad (PdI) alto (Fig. 5D). La micrografía de microscopia confocal (MC) muestra a los liposomas de lecitina marcados con un fosfolípido comercial fluorescente NBD-PE (Figura 5E), donde se observa claramente la forma, tamaño y contorno de los liposomas. De la misma forma, la micrografía de la Figura 5F muestra la interacción de los liposomas con los espermatozoides, señalados con flechas amarillas. Fácilmente se pueden cubrir a los espermatozoides con suficientes liposomas para la protección de la membrana celular.

CONCLUSIÓN

De acuerdo a los resultados preliminares, se puede concluir que los liposomas fabricados de lecitina de la yema de huevo interaccionan con el semen bovino, a quien protegerán en el proceso de criopreservación, aumentando su porcentaje de viabilidad y motilidad después de la descongelación y por ende al éxito de la fecundación en la IA.

PERSPECTIVAS

Con la ayuda de distintas técnicas experimentales, como lo son: la microscopia electrónica de transmisión (TEM), microscopia electrónica de barrido (SEM), citometría de flujo, etc., se podrá analizar y cuantificar de mejor manera la interacción de los liposomas con el semen, la viabilidad y motilidad en los procesos de congelación/descongelación a diferentes tiempos.

REFERENCIAS

- [1] K. Rossiianov. Sci. Cont. 2002; 15(2): 277-316.
- [2] J. Gadea. Spanish J. Agric. Res. 2003; 1(2): 17-27.
- [3] P. Shannon. J. Reprod. Fert. 1978; 54: 519-527.
- [4] L.F.C. Brito, et al. Anim. Reprod. Sci. 2002; 70: 181-190.
- [5] A. Januskauskas et al. Theriogenology. 1999; 52: 641-658.
- [6] R.L. Goyal, et al. Theriogenology. 1996; 46: 679-686.
- [7] P. Sutovsky and C.E. Kennedy. Indust. Biotech. 2013; 9(1): 24-30.
- [8] Viviana A. Aires, et al. Theriogenology. 2003; 60: 269-279.
- [9] A.M. van Wagtendonk-de Leeuw, et al. Theriogenology. 2000; 54: 57-67.
- [10] P. J. Quinn, et al. J. Reprod. Fert. 1980; 60: 403-407.
- [11] T. Röpke, et al. Theriogenology. 2011; 76: 1465-1472.
- [12] E. Pillet, et al. Theriogenology. 2012; 77: 268-279.

Buscando innovaciones en las proteínas de plasma porcino para una producción de carne más sustentable

Gabriela Ramos Clamont¹; Silvia Guadalupe Fernández Michel²; José Andrei Sarabía Sainz³; Luz Vázquez Moreno¹

¹ Coordinación de Ciencia de los Alimentos. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. Carretera a la Vistoria Km 0.6. Hermosillo Sonora, México. CP 83304

² Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Coahuila. Carretera Torreón - Matamoros Km. 7.5. Torreón, Coahuila, México. C.P. 27104.

³ Departamento de Investigación en Física, Universidad de Sonora, Hermosillo Sonora 83000, México.

Introducción

México ocupa el noveno lugar en producción de carne de cerdo en el mundo. Una parte importante de esa carne se produce en regiones con escasez de agua como el Noroeste de la República, donde destaca la industria tecnificada, dedicada, en gran medida, a la exportación de cortes especiales hacia diferentes regiones de Asia. Un problema que genera esta industria y al que pudiera no estársele dando gran atención, es la contaminación que generan sus sub-productos. El que ha llamado nuestra atención durante más de 15 años, es la sangre. Por cada canal de 95 kg, se generan de 3 a 4 L de sangre (BREF, 2005) que, en la mayoría de los casos, se descarga con las aguas residuales, contaminando los suelos y la cada vez más escasa agua de la Nación.

La contaminación que produce la sangre de sacrificio animal al agua, depende de su carga biológica y de la frecuencia de las descargas. La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) nos indica la cantidad de oxígeno presente en un cuerpo de agua, que debe utilizarse, para oxidar a la materia biológica que la está contaminado y de esta forma, regenerar al sistema. Este oxígeno demandado se ?roba? a la vida acuática y cuando se agota, la contaminación puede acumularse hasta secar los cuerpos de agua (Neri y col., 2007). Entre todos los subproductos de la producción de carne, la sangre es la que aporta la mayor DBO (140-200 g de oxígeno/litro de sangre). Si ésta no se desecha al drenaje, la contaminación producida por las plantas de sacrificio podría reducirse hasta en un 40 % (Signorini, 2006).

La producción de harina de sangre es una de las alternativas que se aplica en México para aprovechar este subproducto. Esta harina se utiliza como fertilizante o como alimento para ganado. En el último caso, la digestibilidad de las proteínas es baja y la susceptibilidad al enranciamiento de las grasas presentes, alta. Ello debido a las altas temperaturas que se utilizan durante el proceso. En tal sentido, consideramos que la búsqueda de alternativas innovadoras para valorar a las proteínas de la sangre, es una actividad, cuyos frutos podrían contribuir a hacer la industria de la producción de la carne de cerdo, más rentable y sustentable. Los estudios se han venido realizando en Sonora y en Coahuila a partir de sangre de cerdo obtenida de una Planta de sacrificio Tipo Inspección Federal que cuenta con un Sistema de Análisis de Puntos Críticos de Control HACCP integrado. Desde el inicio se llevó a cabo un programa de análisis bacteriológicos para garantizar la ausencia de patógenos y la efectividad de las buenas prácticas de manufactura durante el manejo y transformación de la sangre. También se ha descartado la presencia de virus, mediante análisis realizados en la Universidad Nacional Autónoma de México.

El primer paso: las inmunoglobulinas

Las inmunoglobulinas (Ig's) son glicoproteínas de defensa que protegen a los organismos vertebrados del ataque de patógenos. En el cerdo, las Ig's provenientes de la sangre de sacrificio, actúan de manera efectiva como sustituto de calostro; confieren inmunidad pasiva, contribuyen al desarrollo del sistema inmune mucosal y actúan como profilácticos en la prevención de diarreas en lechones neonatos y recién destetados (Gatnau y Zimmerman, 1991). Esto es importante si se considera que los lechones nacen sin anticuerpos y al tiempo del destete, no ha madurado su sistema inmune. La fuente

comercial de inmunoglobulinas para los cerdos es el plasma sanguíneo deshidratado. Por tanto, el primer objetivo fue buscar una manera efectiva de separar inmunoglobulinas en un solo paso, para hacer preparaciones homogéneas. Se probaron diferentes principios cromatográficos eligiendo al final, la cromatografía de interacción hidrofóbica; un proceso que separa las inmunoglobulinas en condiciones suaves que garantizan la estabilidad moléculas de las Ig's y por tanto, su función biológica. Se sintetizaron y probaron 3 matrices cromatográficas (Sefarosa HA, Novarosa PEI HA y Novarosa HA). En promedio, la capacidad de las matrices para capturar Ig's fue: para Sefarosa HA, de 4.1 mg/mL de matriz, para Novarosa EDA HA, de 3.3 mg/mL de matriz y para Novarosa PEI HA de 0.56 mg/mL de matriz. En síntesis, el proceso consistió en aplicar suero porcino en presencia de sal, a las columnas cromatográficas empacadas con las respectivas matrices. La sal promueve la adsorción de las inmunoglobulinas en la matriz y deja pasar al resto de las proteínas. El proceso (lavado) continua hasta que todas las otras proteínas se han eliminado. Posteriormente, las Ig's se desprenden o eluyen de la matriz, eliminando la sal del medio y colectan por separado (Ramos-Clamont et al., 2006).

Se continuó trabajando las matrices más efectivas, estudiando el tipo de Ig's que se podían separar. Como se observa en la Tabla 1, la Sefarosa HA tuvo la capacidad de separar el total de la IgG y de la IgA y el 55 % de la IgM. Por esta razón fue la matriz seleccionada para escalar el proceso a nivel laboratorio a fin de producir preparaciones líquidas estables o polvos de Ig's liofilizados con solubilidad del 90 a 95 % a pH cercano a la neutralidad; sin patógenos bacterianos. Las pruebas de sero-neutralización para la detección de los virus porcinos: Ojo Azul, Aujeszky, parvovirus porcino, gastroenteritis transmisible y síndrome respiratorio y reproductivo porcino (PRRS), resultaron negativas lo que indica que las preparaciones cuentan con una excelente calidad microbiológica producto de las estrictas medidas de calidad impuestas en la granja y en el sacrificio, además de las buenas prácticas de manufactura seguidas durante la separación cromatográfica y las operaciones de preparación de los concentrados.

Tabla 1.

Contenido de inmunoglobulinas séricas en las fracciones de Sefarosa HA y Novarosa EDA HA.

Inmunoglobulina*	Suero	Sefarosa HA		Novarosa EDA HA	
		Lavado	Elución	Lavado	Elución
mg / mL					
IgA	2.3 ± 0.1	ND	2.2 ± 0.1	1.9 ± 0.1	0.4 ± 0.1
IgG	21.5 ± 0.7	ND	20.8 ± 0.9	4.2 ± 0.3	16 ± 0.5
IgM	4.0 ± 0.1	1.8 ± 0.1	2.2 ± 0.1	0.3 ± 0.1	3.7 ± 0.1

^a Concentraciones estimadas por inmunodifusión radial de acuerdo a Fahey y McKelvey (1965)

^b Media y desviación estándar de 6 determinaciones

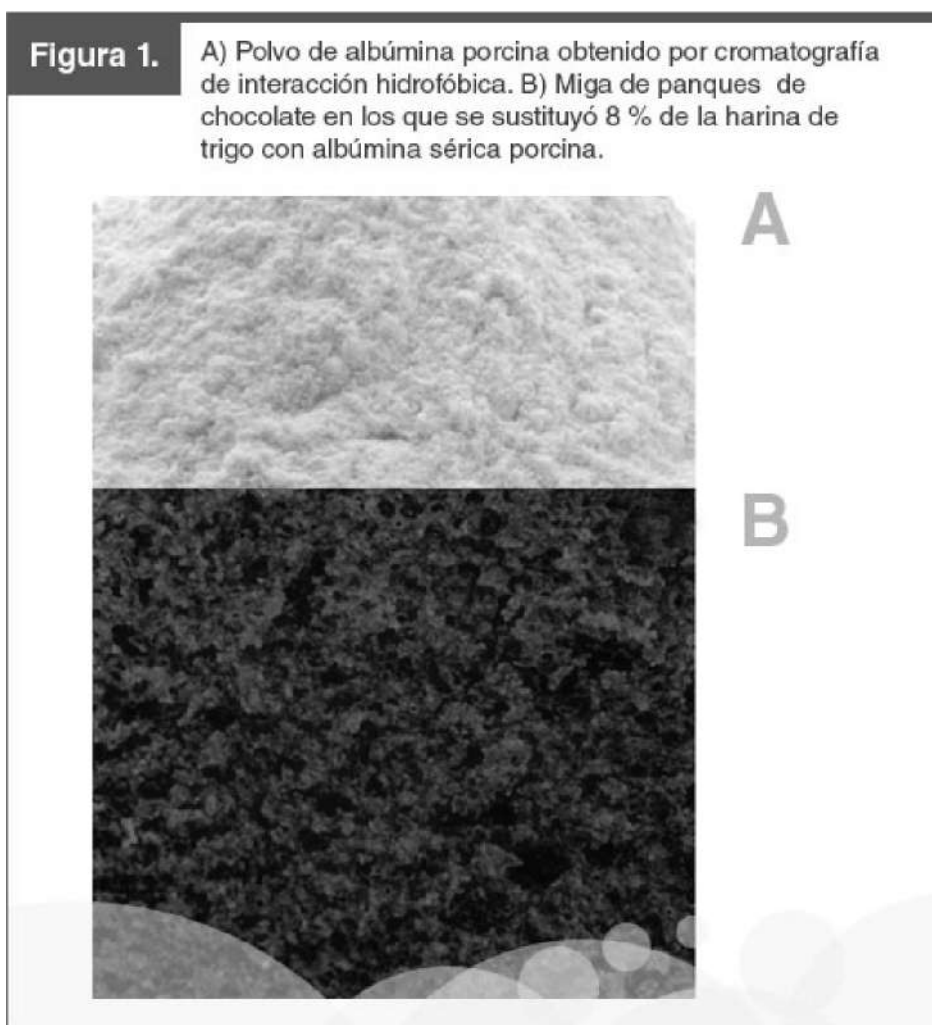
^c No detectada

¿Y ahora qué hacemos con la albúmina?

Al tiempo de continuar con la investigación con las Ig's, surgió la pregunta de que hacer con la fracción de lavado compuesta por 95-97 % de albúmina. Es la proteína más abundante del suero sanguíneo de los organismos vertebrados y es también la más caracterizada bioquímicamente. Posee una masa molecular promedio de 66.5 kDa. Su principal función es la fijación y el transporte de pequeñas moléculas orgánicas, endógenas o exógenas como hormonas, ácidos grasos, vitaminas, antibióticos, etc. También participa en la fijación y el transporte de minerales.

El primer paso fue obtener albúmina porcina (PSA, por sus siglas en inglés) en polvo (figura 1A). Su análisis proximal indico 97% de proteína, 1.2 % de minerales (sin que se detectara la presencia de hierro) y 0.4 % de lípidos. El análisis cromatográfico para determinar la composición de aminoácidos mostró que la albúmina porcina es una excelente fuente de histidina, leucina y lisina; mientras que los aminoácidos limitantes fueron la metionina y el triptofano (Ramos-Clamont et al., 2003). La solubilidad fue mayor del 90%, la estabilidad de emulsión similar a las que imparten las proteínas de suero lácteo y la capacidad espumante similar a la de las proteínas del huevo (Ramos-Clamont y Vázquez-Moreno, 2006). Después de obtener esta

información se decidió desarrollar diferentes alimentos incorporando albúmina porcina en galletas, panes, panqués y productos cárnicos. Todos ellos resultaron con una alta calidad microbiológica. Los productos más aceptados por niños y adultos según los análisis sensoriales fueron panques de chocolates en los que se sustituía parte de la harina por PSA o parte del huevo por PSA. Los panquecitos (peso total 70 g) en los que se sustituyó 8 % de la harina de trigo con PSA mostraron un aumento del doble del contenido proteico con respecto a los controles. Además, un aporte de 70% de la metionina, 82% de la treonina y 95% de la lisina requeridas por niños de 6 a 12 años según la FAO y la OMS. En el caso de todos los demás aminoácidos esenciales, el aporte fue mayor o igual al requerimiento indicado por estas instituciones. La miga (**figura 1B**) y textura de los panes no se vio afectada. Este tipo de productos, ampliamente aceptados en los análisis sensoriales realizados, podrían contribuir a combatir la desnutrición infantil.



Búsqueda de aplicaciones glicoterapéuticas para la PSA

Una de las aplicaciones más prometedoras que hemos encontrado para la albúmina sérica porcina es para la obtención de neoglicanos que sean capaces de prevenir o combatir infecciones bacterianas. La adherencia a la superficie celular intestinal, mediada por reconocimiento lectina-carbohidrato, es una de las tácticas más comunes de las bacterias, para unirse e infectar a los mamíferos (Sharon, 2006). Además, representa un paso crucial para el inicio de la infección (Ofek *et al.*, 2003). Por ello, el bloqueo de estas adhesinas, con carbohidratos que mimeticen a sus receptores naturales, podría ser una estrategia adecuada para evitar infecciones en cerdos y otros animales.

La prevención de la infección mimetizando receptores naturales es un concepto que se basa en la investigación de la acción de componentes de algunas sustancias naturales. Por ejemplo la leche humana y el arándano, contienen glicanos que inhiben la adhesión de diferentes microorganismos (Sharon, 2006). Uno de los principales problemas que enfrenta la glicoterapia es la disponibilidad de glicanos en cantidad suficiente (Sharon, 2006). La síntesis de estos carbohidratos complejos se lleva a cabo a

nivel celular en el retículo endoplasmático y en el aparato de Golgi . La disponibilidad de las enzimas específicas para llevarla a cabo a nivel industrial es muy baja. Por otro lado, las síntesis químicas son costosas y regioespecíficas. Además, los carbohidratos libres son en muchos casos inactivos cuando se suministran por vía oral y sensibles al ataque de enzimas glicosidasas *in vivo* (Ofek *et al.*, 2003).

Una posible alternativa al problema de disponibilidad de glicanos es la síntesis de neoglicanos utilizando la reacción de Maillard (Sarabia-Sainz *et al.*, 2009). Particularmente la albúmina glicada con lactosa (PSA-Glc ? 1-4 Gal) ha demostrado inhibir la unión de *E. coli* K88 a las mucinas intestinales del lechón y a enterocitos de lechón infectados con este patógeno (Sarabia-Sainz *et al.*, 2017). El principio se muestra en la **figura 2A**.

Se probó que neoglicanos de PSA-Glc?1-4 Gal pueden inhibir la adhesión de las tres variantes antigénicas de *E. coli* K88 a las mucinas obtenidas del duodeno y yeyuno del lechón. La inhibición dependió del número de lactosas unidas a la albúmina y del tipo de variante antigénica. La PSA-Glc?1-4Gal logró inhibir *in vitro* en un 50 % la adhesión de *E. coli* K88 a las mucinas de duodeno del lechón y un 40 % a los enterocitos del lechón. Las adhesinas que presentaron mayor afinidad por la PSA-Glc?1-4 Gal son las de *E. coli* K88ab (Sarabia-Sainz *et al.*, 2011). Lo anterior representa una ventaja ya que esta variante es una de las más frecuentes en Norteamérica (Francis, 2002).

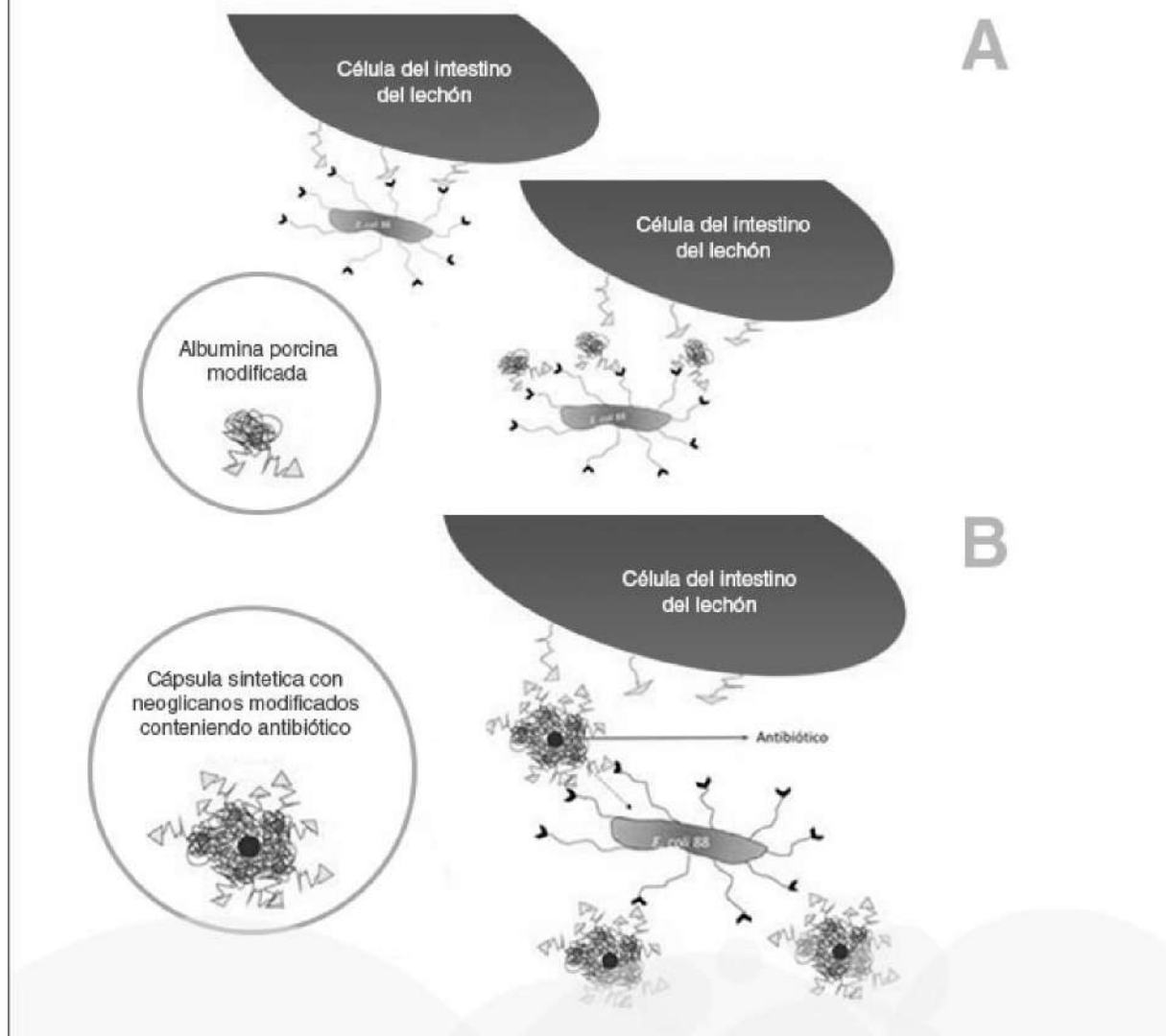
La reacción de Maillard, estudiada por primera vez por Louis-Camille Maillard en 1912, es la descripción general de una serie de reacciones complejas debidas a la reacción de grupos amino libres, de las proteínas, con grupos carbonilo, provenientes de azúcares reductores. Se favorece bajo condiciones de deshidratación, a altas temperaturas, pH alcalinos (primeras etapas) y con las concentraciones adecuadas de reactivo. Los compuestos iniciales de la reacción de Maillard son identificados como productos de Amadori cuyas características son:

- a) Se sintetizan en ausencia de enzimas.
- b) Interviene una base de Schiff formada con un aldehído mas una amina primaria.
- c) Diferentes factores como el tiempo y la temperatura promueven la evolución de los compuestos de Amadori diversos compuestos avanzados de la glicación; entre estos destacan: complejos covalentes, compuestos polimerizados, compuestos escindidos, entre otros.

Para poder obtener neoglicanos de albúmina porcina eficientes en el bloqueo de adhesinas microbianas, la reacción entre la PSA y la lactosa u otros carbohidratos no reductores que sean reconocidos por el patógeno, debe producir compuestos de Amadori y no proceder hacia otras reacciones de Maillard. Por tanto, la parte complicada de la investigación fue encontrar las condiciones óptimas de tiempo, temperatura y pH. Una vez encontrados se estan produciendo otros neoglicanos a partir de la conjugación de PSA con galactooligosacáridos probióticos, quitosanos y dextranos, a fin de probar su efecto en la inhibición de diferentes patógenos. Con ello se busca encontrar una aplicación farmacológica a al albúmina porcina.

Figura 2.

Estrategia de los neoglicanos de albúmina porcina para bloquear la infección A). como neoglicanos; B) usados como matrices de nanopartículas biodirigidas al patógeno de interés.

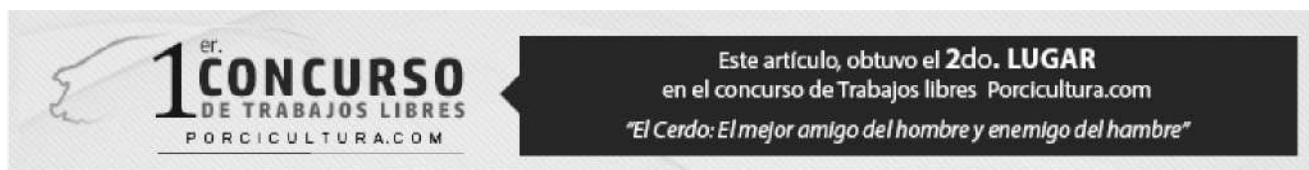


Sistemas de Liberación Controlada

Las formas convencionales de administrar los medicamentos son, tabletas, soluciones inyectables y cremas tópicas, entre otras. Para ser efectivas estas formulaciones deben alcanzar niveles séricos determinados. Algunos fármacos presentan un rango terapéutico estrecho y por ello deben suministrarse en dosis repetidas. Esto origina que la concentración del medicamento en la sangre fluctúe entre niveles demasiado bajos para ser eficientes y demasiado altos como para provocar toxicidad. Además, cuando el medicamento es administrado en forma libre, se absorbe y distribuye provocando que solo una fracción del mismo fármaco llegue al lugar donde se requiere. Para un manejo eficiente de la terapia, los medicamentos deben administrarse al organismo de tal forma que puedan ser liberados de manera controlada, para que las concentraciones del medicamento se sostengan durante un periodo prolongado, reduciendo la necesidad de administrar dosis repetidamente.

Una manera de obtener una liberación controlada de un medicamento es cargarlo en nanopartículas. Las nanopartículas de albúmina sérica, se han aplicado al diagnóstico de diversas patologías como cáncer del tejido mamario, edema pulmonar, artritis reumatoide, entre otras. Para mejorar la efectividad de los neoglicanos producidos en nuestro laboratorio, se investigó la formación de nanopartículas biodirigidas cargadas con diferentes antibióticos y su reconocimiento por *E. coli* K88, mediante la estrategia esquematizada en la **Figura 2B**. Actualmente, realizamos estudios con nanopartículas de albúmina glicada con lactosa, que son reconocidas por receptores presentes en el hígado. El objetivo es cargarlas con agentes anticancerígenos para biodirigirlos hacia tumores hepáticos.

En conclusión, las proteínas séricas obtenidas de la sangre del sacrificio del cerdo, presentan una amplia gama de aplicaciones alimentarias y farmacológicas, que revaloran a un subproducto subutilizado en México y que en el peor de los casos, contamina nuestro entorno. Escalar estas aplicaciones, requerirá de un esfuerzo conjunto entre la industria y la academia.



Desarrollo de un biotipo de cerdo criollo miniatura sindáctilo (pata de mula), para su utilización en estudios biomédicos y zootécnicos

RESUMEN

En este trabajo se describe la importancia de contar con una línea de Cerdos criollos sindactilo para su utilización en estudios biomédicos, aprovechando su gran parecido anatómico y fisiológico con el ser humano, lo cual le da ventajas sobre otros modelos animales. Además de ser una opción idónea por su tamaño para realizar pruebas de campo o controladas en las diferentes áreas de la producción porcina.

Palabras clave: cerdo criollo, miniatura, sindáctilo, pata de mula

Según la Historia de las indias de Fray Bartolomé de las casas, la introducción del cerdo en América ocurre en el segundo viaje de Cristóbal Colón en 1493 y continúa en las expediciones siguientes. Desde entonces este tipo de cerdo se ha mantenido en el continente americano en crianza familiar, con un manejo extensivo y una alimentación basada en desperdicio de cocina y cosechas (Rico et al, 2000).

Las poblaciones de Cerdo criollo mexicano (CCM), son descendientes de los cerdos criollos traídos por los españoles en la colonia, por órdenes de Cortés en el año 1522, provenientes de la isla de Cuba. (Lemus 2005).

En México se reconocen 3 biotipos de cerdos nativos: Cerdo Pelón Mexicano (CPM), Cerdo Cuino (CC) y Cerdos Sindáctilo ¿pata de mula? (FAO 2000).

El primer reporte del Cerdo Sindáctilo, se debe a Charles Darwin y los define como fenómenos de mutación (Anzola 2000).

El cerdo Casco de Mula, se denomina así por presentar sindáctila, es decir la unión de las dos falanges producto de varios factores (Jiménez 1992). Se asume como hipótesis que el casco fundido de este cerdo proviene de una mutación que fija la característica de una población de cerdos de origen español que transita a un estado salvaje (Poveda y Moncada 2001). Es un ejemplar de tamaño mediano, piel negra, pelaje rojo ,aunque existen núcleos completamente negro, la trompa es mediana, rostro cóncavo, orejas grandes y ligeramente caídas hacia adelante, las patas son fuertes y cortas, con anca caída. Es un cerdo rústico y prolífico con gran capacidad de adaptación a todos los climas, principalmente cálidos y húmedos.

Se menciona que el Casco de Mula es un tipo de cerdo que puede resistir la Aftosa y cólera porcino (Arias 2000).Se considera que esta raza está casi extinta, ya que existen entre 100 y 1000 ejemplares.

Los cerdos criollos han desarrollado un papel socioeconómico muy importante, principalmente en el medio rural. El conocimiento científico con respecto a estos animales es bajo. Sin embargo se hace esfuerzo que permitan conservar este valioso recurso (Salas 2012).

En las última dos décadas ha habido un incremento en la utilización del cerdo como modelo experimental y en particular razas de cerdos de talla pequeña (swindle2007), llamados miniatura, que por su tamaño minimizan los inconvenientes de las razas convencionales y con ello cumplir las premisas de un animal de biotero como es: facilitar los proceso de manejo, toma de

muestras limpieza de los mismos y seguridad de los operarios, menos espacio y menor costo de mantenimiento. (Tumbleson 1986 y Vázquez 1986).

De las razas miniatura tenemos las Vietnamitas, Hobo, Lingao Sinclair, Juliana, Gottingen, Yucatan, etc., algunas de ellas son fauna nativa y otro producto de selección genética de alguna institución de investigación o comercial.

En México se ha utilizado el Vietnamita y algunas variedades de cerdo criollo para pruebas de laboratorio y cirugía experimental (Alanís 2003), ya que su desarrollo pulmonar, cardíaco y cerebral es muy similar al humano, es por ello que al ser muy parecido en su anatomía y fisiología, lo hace un excelente biotipo para la elaboración de protocolos de investigación. Tienen características como el desarrollo de úlceras estomacales, enfermedades circulatorias parecidas al hombre, es importante considerar que esta similitud lo hace tener más ventajas sobre otros modelos como son roedores, perros, etc. (Lemus 2005).

Objetivo

Desarrollo de una línea de Minicerdos criollos sindáctilos (pata de mula), para su utilización en el área biomédica y zootécnica, que esté disponible, accesible y en condiciones sanitarias adecuadas en nuestro país, además de encontrar un propósito zootécnico específico que coadyuve o justifique su conservación y evitar su total extinción de este recurso biótico.

Material y métodos.

Se realizaron las cruces de dos hembras homocigóticas sindáctilas del hato origen, las cuales mostraban las características de la raza sindáctila, se efectuó la hibridación con un cerdo miniatura. Se procedió a seleccionar a las crías, que presentarán las características fenotípicas de la raza sindáctila. Las cuales se fijarán en las siguientes generaciones, siendo de menor tamaño del hato origen.

Resultados

Se obtuvieron las dos camadas con 5 y 6 lechones nacidos vivos con un promedio de 220 gramos (cuadro 1), con predominio de características del cerdo criollos sindactilío descritas en la introducción el artículo, dominando el color negro y sin pelo. También se obtuvieron en una camada 2 cerditos con pezuña normal, por lo que se asume que los cerdos sindactilios son heterocigóticos o bien dicha característica obedece a un patrón diferente dominancia ? recesividad.

En el cuadro 2 se muestran algunos datos obtenidos, los cuales coinciden con los reportados para cerdos miniatura (Swindle y Alanís).

MACHO MINIATURA	HEMBRA SINDACTILIA	LECHONES NACIDOS VIVOS	PESO AL NACIMIENTO	SEXO	SINDACTILIO	COLOR	PELO
	1	5	260 g	Macho	Si	Negro	No
			240 g	Hembra	Si	Negro	No
			230 g	Macho	Si	Negro	No
			240 g	Macho	Si	Albino	No
			250 g	Macho	Si	Albino	No
	HEMBRA SINDACTILIA	LECHONES NACIDOS VIVOS	PESO AL NACIMIENTO	SEXO	SINDACTILIO	COLOR	PELO
	2	6	250 g	Macho	Si	Negro	No
			260 g	Hembra	No	Moteado	Si
			240 g	Hembra	Si	Negro	No
			230 g	Macho	No	Negro	Si
			240 g	Hembra	Si	Moteado	No
			250 g	Macho	Si	Negro	No

PESO A PUBERTAD	14 Kg	EDAD A PUBERTAD	8 Meses
-----------------	-------	-----------------	---------

Conclusiones

Biomédicas

La aportación del modelo cerdo ha sido invaluable y de gran utilidad en la enseñanza y práctica en cirugía experimental, así como en los protocolos de investigación en las diferentes especialidades médicas, por lo que cobra relevancia contar con ejemplares de talla pequeña como en Cerdo criollo sindactilio que estamos proponiendo ,que estén al alcance de las instituciones de investigación biomédicas, que cumplan con los estándares de calidad sanitaria, sean accesibles en cantidad y a un costo que permitan su adquisición.

Zootécnicas

El contar con esta línea de Cerdos criollos miniatura sindactilios(SCMS), permitiría realizar estudios en los diferentes aspectos de la producción porcina: nutrición ;,sanidad,reproducción,etc.,de manera controlada y a un costo razonable, para después extrapolar los resultados a unidades de producción intensiva.

El tener un hato de estos CCMS, también permitirá tener un ?Banco genético viviente?, para su estudio y selección de características deseables que enriquezcan la genética de los cerdos comerciales.

Es necesario realizar y ahondar en la investigación de las razas criollas como esta, para encontrar sus ventajas y con ello evitar su desaparición y perder 500 años de selección natural que se ha ejercido sobre ellas.

?Para evitar la extinción, miniaturización?



Bibliografía

Alanís, J,M. 2003.Línea de cerdos miniatura para su utilización en biomédicas: Caracterización fenotípica y zoométrica. AMVEPE. Puebla, Pue..

Arias, D, F.2000. El cerdo sinda colombiano. In: I taller internacional del cerdo criollo de origen Ibérico. La Habana p 267.

Anzola, H.2000.Los animales domésticos criollos y colombianos en la Producción Pecuaria Nacional. Colombia, ICA.CORPOICA Y Asucriollo (Citado por castro).2003.

FAO.2000.World Watch List for Domestic Animal Diversity..Roma,,pp746,.

Lemus,F, C.,Alonzo,S,L.. 2005. El cerdo Pelón Mexicano y otros cerdos Criollos. Nayarit. Universidad Autónoma de Nayarit. UAM.

Jiménez, I.1982 .Cerdo casco de mula .Revista del Departamento de Zootecnia. Universidad de caldas.1992.p.22-25.

Poveda,H.y Moncada, B.A.2001.Cerdo casco de mula .In: Los animales domésticos criollos y colombianos en la producción Pecuaria Nacional (H.Anzola, editor)) Instituto Colombiano Agropecuario. Bogotá 93-96.

Rico, C., Santana García, G.Ly.2000.El cerdo criollo cubano. Memorias del V congreso Iberoamericano de razas autóctonas y criollas. ACPA, FIRC, FE. AGAS. Del 20 de noviembre al 1 de diciembre. La Habana Cuba .p.p244-246.

Salas,G, C. ?Caracterización y perspectivas del cerdo criollo en América Latina?. Universidad Autónoma Agraria ?Antonio Narro?. División de Ciencia Animal. Saltillo Coahuila.2012.

Swindle, M,M. 20079.Swine in the laboratory. South Carolina: CRC.Press.

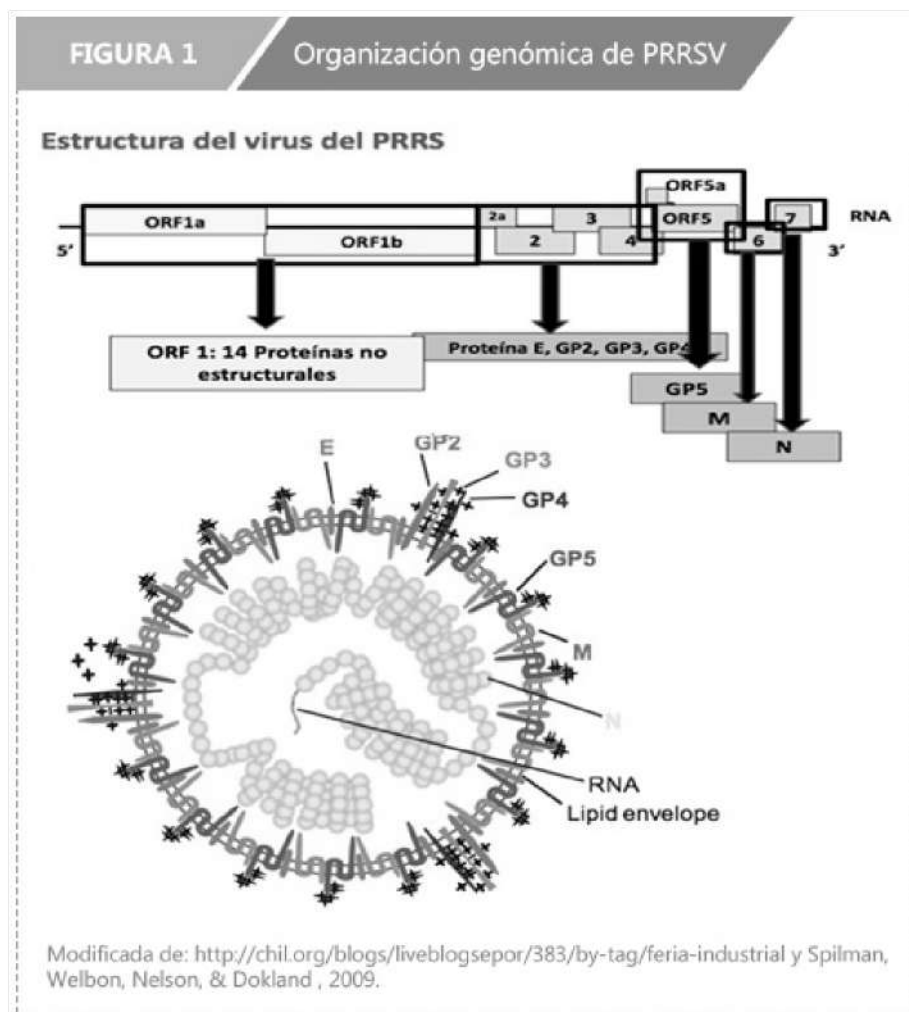
Tumbleson, ME. Swine Biomedical Research, New York, Plenum press, 1986.

Vázquez MT. Estudio recapitulativo del cerdo miniatura como animal de laboratorio .Tesis de licenciatura, Facultad de medicina

Receptores involucrados en la infección y entrada de PRRS a la célula

Alta variabilidad genética y antigénica b) Sus células blanco son los monocitos-macrófagos c) Inducen infecciones persistentes y d) Tienen la capacidad de modular el sistema inmune (7; 16; 17; 18).

Este virus con envoltura contiene un genoma ARN con alrededor de 15 kb de longitud que codifica una poliproteína (marcos de lectura abiertos [ORF's] 1a y 1b) y seis proteínas estructurales (ORF 2 a 7) (2; 6; 7; 9; 11; 14). Los productos de los ORF 2 a 4 son glucoproteínas secundarias asociadas a la membrana (GP2, GP3 y GP4, respectivamente) (Figura 1) y los productos de los ORF5 a 7 son las tres principales proteínas estructurales (proteínas GP5, N y M, respectivamente) (tabla 1) (2; 6; 7; 9; 11; 14; 18)



La glicoproteína GP5 es una de las proteínas más importantes de PRRS, su importancia recae en que es la proteína que se une a los macrófagos alveolares (célula diana) y es un blanco importante para los anticuerpos neutralizantes (AcN), pero tiene un alto grado de mutaciones y recombinaciones, siendo la proteína con mayor variabilidad en el genoma de PRRS (2; 6; 9; 14; 18). En comparación con la proteína de membrana (M), que es el gen más conservado entre las cepas americanas (100% de identidad a nivel nucleótidos), seguido de la proteína de la nucleocápside (N) con un 95 a 100% de identidad entre cepas americanas. Se sabe que GP5 y M generan un complejo que es el que se une con los receptores celulares de la célula diana (2; 7; 9; 10; 14; 18).

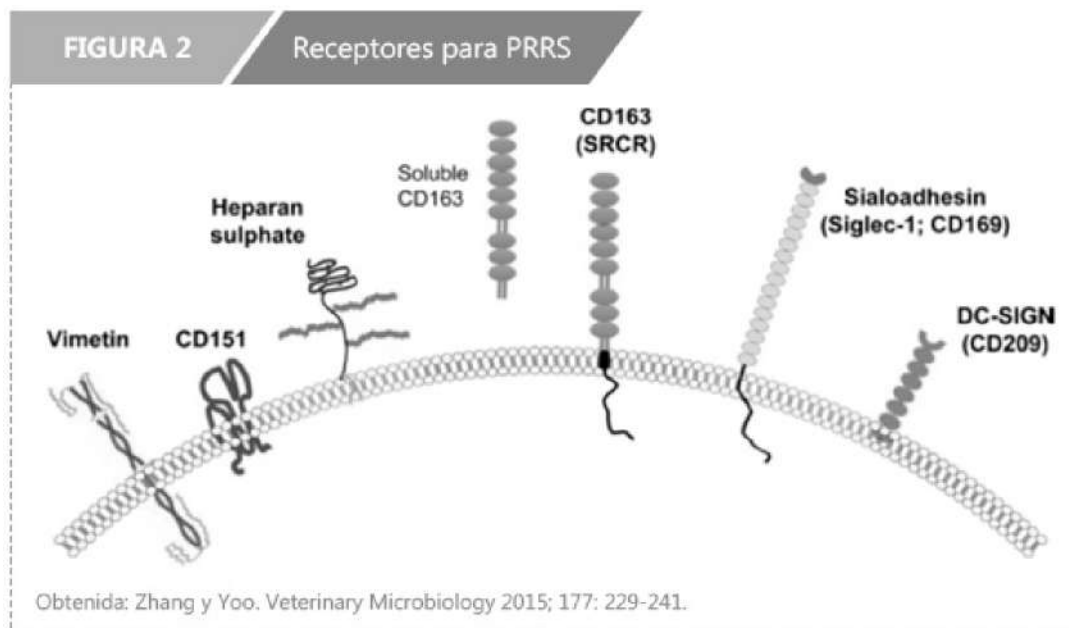
TABLA 1
Codificación de los marcos de lectura abiertos (ORF's) de PRRS

ORF	PROTEINA	REFERENCIA
ORF1. Dividido en ORF1a y ORF1b	14 proteínas no estructurales	(2; 6; 9; 11; 14)
ORF2a y ORF2	Glicoproteína GP2a y Proteína E respectivamente	(2; 6; 9; 11; 14)
ORF3 y ORF4	Glicoproteína GP3 y Glicoproteína GP4 respectivamente	(2; 6; 9; 11; 14)
ORF5	Glicoproteína de envoltura GP5	(2; 6; 9; 11; 14)
ORF5a	ORF5a no glicosilada	(2; 6; 9; 11; 14)
ORF6	Proteína M	(2; 6; 9; 11; 14)
ORF7	Proteína de la nucleocápside (N)	(2; 6; 9; 11; 14)

La presentación clínica de PRRS varía mucho entre granjas y puede ir desde animales asintomáticos a signos clínicos devastadores, esto depende de la etapa de gestación y el estado inmune de los animales individualmente, y la especie (genotipo) y la cepa de PRRSV (6; 7; 13; 17). Dentro de las manifestaciones clínicas por PRRS, existen dos presentaciones, la reproductiva y la respiratoria (3; 6; 7; 13; 14). Sin embargo, los animales pueden no presentar signos clínicos aparentes, pero cuando los signos son evidentes, varían y dependen de diferentes factores como: la virulencia del virus, si se trata de una infección inicial o en curso (endémica con inmunidad de grupo), la edad de los cerdos afectados y si están presentes y causando infección otros agentes patógenos como bacterias (6; 13; 14; 17; 19; 20).

RECEPTORES INVOLUCRADOS EN LA INFECCIÓN DE PRRSV

Se sabe que los cerdos son los huéspedes naturales de PRRSV y la infección de la célula por PRRSV son los macrófagos alveolares porcinos totalmente diferenciados, también llamados MAP's. Hasta el momento se sabe de seis moléculas descritas como receptores potenciales para la infección de PRRSV en MAP, que incluye Heparan Sulfato, Vimentina, CD151, CD163, Sialoadhesina (Sn) (Siglec-1, también conocido como CD169) y DC-SIGN (molécula de adhesión intercelular específica de células dendríticas, también conocida como CD209) (Figura 2) (3; 8; 9; 10; 12; 13; 15; 19; 21; 22).



Los MAP's son considerado como la principal célula diana de replicación del PRRSV, el cual al replicarse en los mismos provoca un efecto sobre varias de sus funciones, entre las que se encuentra la fagocitosis, que es la herramienta que tiene este macrófago para capturar y eliminar a los patógenos respiratorios. Además, este virus puede inducir la muerte de estas células, lo que se traduce en una disminución, no sólo de sus funciones sino también de su número y, por tanto, de este mecanismo de defensa, lo que facilita la colonización del alveolo por aquellos patógenos que llegan a alcanzarlo (7; 10; 17; 19)

HEPARÁN SULFATO (HS)

El primer paso en la infección de los macrófagos parece ser una baja afinidad de unión del complejo M/GP5 con la Heparán sulfato, este paso no es absolutamente necesario para la infección, pero puede concentrar el virus en la superficie celular para una posterior unión a un receptor de mayor afinidad (3; 8; 10; 11; 12; 15; 22). Este dato sugiere la presencia de factores de unión PRRSV adicionales en la superficie celular de los macrófagos porcinos (3; 12; 21; 22). HS está ampliamente presente en la superficie celular y en la matriz extracelular (ECM) de casi todos los tipos de células de mamíferos. Regula una amplia variedad de actividades biológicas tales como la coagulación de la sangre, la angiogénesis, metástasis tumoral, y el proceso de desarrollo. La presencia de estas moléculas en la superficie celular puede explicar por qué muchas células no son permisivas, y son incapaces de internalizar el virus y no permitir una infección productiva (3; 10; 21).

IALOADHESINA (CD169)

CD169 es una proteína transmembrana que pertenece a una familia de lectinas de tipo inmunoglobulina que se unen al ácido siálico y se conoce como CD169 o SIGLEC-1 (3; 10; 20; 22). Además, contiene un sitio de unión al ácido siálico, seguido de un número variable de dominios establecidos con un dominio transmembrana y una cola citoplásmica (figura 2) (3; 20; 22). CD169 se expresa en macrófagos, funciona en interacciones de célula a célula a través de la unión de ligandos de ácido siálico en eritrocitos, neutrófilos, monocitos, células NK, células B y algunas células T citotóxicas (3; 20; 22). Su expresión en macrófagos también facilita las interacciones de patógenos, promoviendo así la absorción de patógenos tales como PRRSV (3; 10).

CD169 media la endocitosis de PRRSV en MAP uniéndose con los ácidos siálicos del complejo GP5/M, el cual se ha identificado como el ligando viral para CD169, y esta interacción depende de la capacidad de unión de CD169 a ácidos siálicos en GP5. Una vez que la unión se da, se logra una internalización exitosa del virus, pero no conduce a la iniciación de la replicación del virus (3; 10; 12; 15; 20; 21; 22).

Prather y colaboradores (2013) demostraron que CD169 no es necesaria para la infección de cerdos con PRRSV. En ausencia del

gen de expresión superficial de la CD169 en PAM's no se vio alterado de ninguna forma la maduración de los macrófagos permisivos al PRRSV. Además, tanto la viremia específica contra PRRSV como la producción de anticuerpos no mostraron diferencias con los cerdos control (9; 22).

CD163

Dentro de los receptores que expresan los macrófagos, CD163 es una proteína perteneciente a los receptores "scavenger" que son ricos en cisteína (Figura 2) (3; 17; 21; 9; 10; 22). Su expresión está restringida al linaje de los macrófagos y está estrechamente regulada por señales proinflamatorias y antiinflamatorias, lo que sugiere un papel crítico en las respuestas inmunitarias (3; 10; 15; 17; 21; 22). Tiene diferentes funciones, pero la función mejor caracterizada de CD163 es eliminar la forma libre de células de la hemoglobina (Hb), que participa en el proceso antiinflamatorio como un factor soluble (3; 10; 22).

Dentro de la infección por PRRSV, CD163 desempeña un papel esencial ya que participa en la eliminación del revestimiento del virión (9; 10; 20; 21; 22). Los estudios sugieren que CD163 es probablemente el receptor esencial y central, además de que determina la susceptibilidad primaria de muchos tipos de células, incluyendo PAM's, ya que la transfección y expresión de CD163 en células no permisivas confiere un rango completo de infección por PRRSV, como en el caso de las células MARC-145, que son totalmente permisivas para PRRSV pero estas células no expresan CD169 y si expresan CD163, por lo tanto, es un receptor esencial para el virus, además de que se distribuye ampliamente en la superficie celular de PAM e interactuando fuertemente con PRRSV (3; 8; 9; 10; 12; 15; 17; 21; 22).

A diferencia de los anteriores receptores, CD163 no se une con el complejo GP5/M, sino con un complejo heterotrímico de GP2a, GP3 y GP4, que son glicoproteínas de membrana menores del virus de PRRS (3; 8; 9; 10; 12; 20; 22). La glicosilación de estas proteínas parece ser necesaria para una interacción eficiente con CD163, en particular con PRRSV-2 (3; 11). Esto indica que el complejo heterotrímico de GP2a, GP3 y GP4 desempeñan un papel crítico para la entrada y que, en combinación con una disminución del pH, el genoma viral se libera en el citoplasma (3; 9; 10; 20; 22).

CD151

CD151 tiene varias funciones celulares incluyendo la señalización celular, la activación celular, y la agregación plaquetaria (3; 22). Se expresa en la superficie de los PAM's y se une en la región 3' del ARN genómico de PRRSV (3; 10; 21; 22). CD151 se propone como un receptor clave en la infección de PRRSV después de probar en células BHK-21 (Células de riñón de Hamster bebe) que no susceptibles a la infección con la transfección del gen de expresión de CD151, estas se convirtieron en susceptibles (3; 21; 22). Por otra parte, la infección por PRRSV en células MARC-145 disminuyó significativamente después del silenciamiento génico contra CD151 y la infección fue completamente bloqueada usando un anticuerpo anti-CD151 (3; 22).

VIMENTINA Y CD209

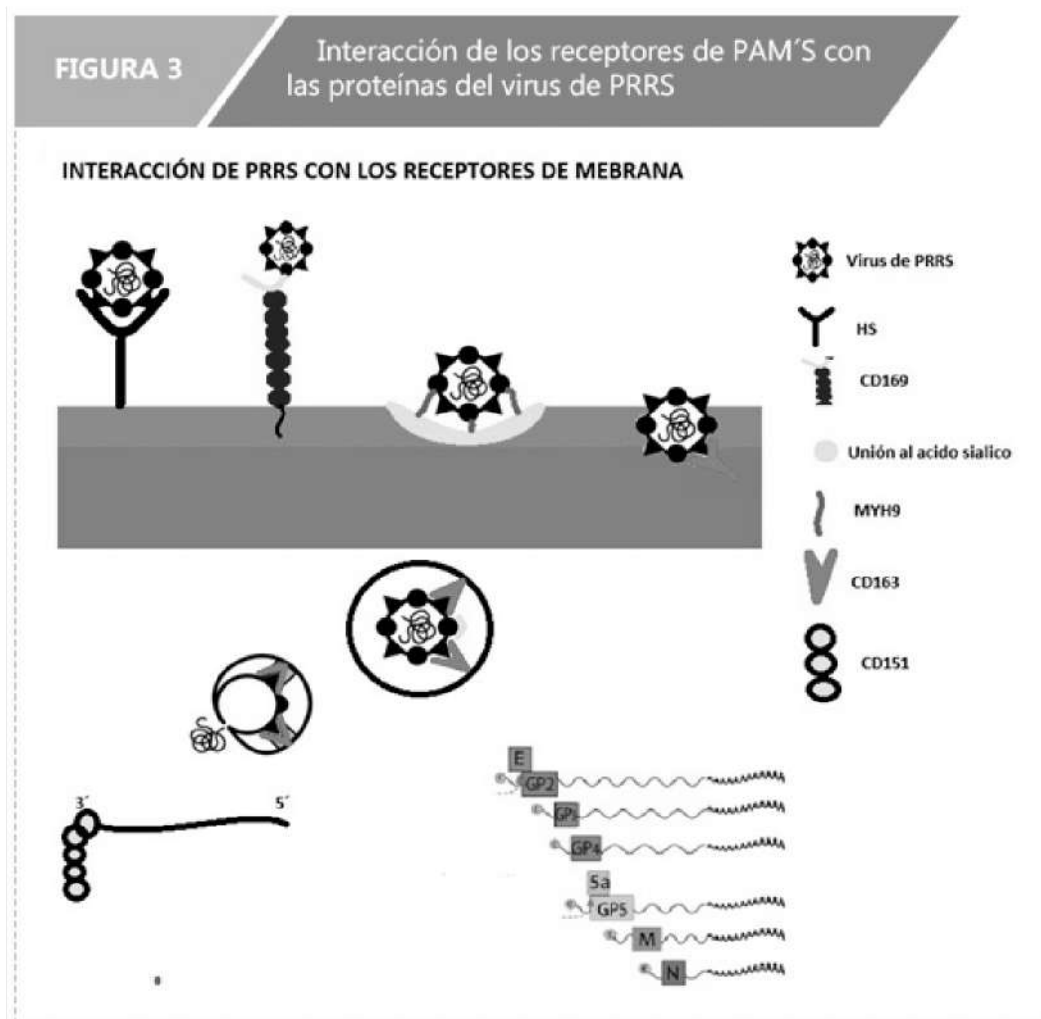
La Vimentina es el componente más abundante de filamentos intermedios (IF) que, junto con los microtúbulos y microfilamentos, comprende las redes citoesqueleto. Se expresa ampliamente en diversos tipos de células, tales como monocitos y macrófagos. La Vimentina opsoniza y endocita a PRRSV con la ayuda de otros filamentos del citoesqueleto, que median el transporte del virus al citosol (3; 8; 10; 11; 21; 22). Su papel se ha podido demostrar utilizando Vimentina de simio en células no permeables a PRRSV (BHK-21 y CRFK (Células de corteza de riñón de gato) haciéndolas susceptibles a la infección por PRRSV uniéndose a la proteína de nucleocápside (3; 21; 22).

CD209, también llamado DC-SIGN se ha descrito como receptor de la superficie celular de los PAM's, se une a diversos agentes patógenos, incluidos virus, bacterias y hongos, y se informó que mejora la transmisión del VIH y muchos otros virus con envoltura. Se ha visto que mejora la transmisión de PRRSV a células diana, pero no está implicado en la entrada de PRRSV (3; 7; 11; 21).

MYH9 COMO CORRECEPTOR EN LA ENTRADA DE PRRS

En un estudio realizado por Gao, y colaboradores (2016), mostraron que MYH9 interactúa con PRRSV en una etapa temprana de la infección, pero no es una proteína de unión al virus, sin embargo es esencial para la infección eficaz por PRRSV en las células. Además de observar que la expresión de MYH9 fue estimulada por la infección del virus en células MARC-145 y PAM y que indujo la redistribución de MYH9 del citoplasma a la superficie celular (8; 9).

La figura 3 muestra las interacciones de múltiples proteínas estructurales de PRRSV con los receptores en macrófagos. La entrada y unión de PRRSV en células permisivas se propone que se lleva a cabo en tres etapas. Etapa I: el PRRSV se une a la superficie celular con la ayuda de otras proteínas celulares, como HS y CD169. Etapa II: Después de unirse a la superficie de la célula, el complejo GP2a/GP4 de PRRSV interactúa con CD163 y MYH9 se redistribuye a la superficie de la célula para unirse a GP5 a través de un mecanismo actualmente desconocido. Etapa III: MYH9 interactúa con CD163 y juntos soportan la entrada del virus (3; 9; 10; 22).



Las proteínas GP2, GP3 y GP5 son muy variables dentro de su secuencia de aminoácidos, que tiene que ver con la evasión de la respuesta inmune del huésped. Las proteínas víricas de unión a los macrófagos, son proteínas altamente glicosiladas. Esta glicosilación desempeña diversas funciones en las glicoproteínas virales, tales como la unión al receptor, la fusión de membrana, la actividad biológica de las proteínas y la internalización del virus a las células. Además, se ha hecho evidente que la glicosilación de proteínas de envoltura viral es un mecanismo importante para la evasión y persistencia viral en el sistema inmune para escapar, bloquear o minimizar la respuesta de anticuerpos neutralizantes del virus (3; 5; 6; 7; 9; 10; 12; 13).

Bibliografía

1. Impacto Económico de la enfermedad de PRRS en granjas porcinas. Herrera Martín del Campo, J. Alberto. México : s.n., 2012. SIMPOSIO INTERNACIONAL DE PRRS.

2. Linear epitope recognition antibodies strongly respond to the C-terminal domain of HP-PRRSV GP5. Wang, Xinglong, y otros. 2014, Veterinary Microbiology, Vol. 174, págs. 565-569.
3. PRRS virus receptors and their role for pathogenesis. Zhang, Qingzhan y Yoo, Dongwan. 2015, Veterinary Microbiology, Vol. 177, págs. 229-241.
4. Zimmerman, J. Chapter one: Historical Overview of PRRS Virus. s.l. : E. editors, 2003.
5. International Committee on Taxonomy of Viruses (ICTV). Virus Taxonomy: 2016 Release. 2016. Taxonomic Information.
6. Síndrome reproductivo y respiratorio del cerdo (PRRS). Revisión. López-Heydeck, Sandra Maricruz, y otros. 2015, Rev Mex Cienc Pecu, Vol. 6, págs. 69-89.
7. Porcine reproductive and respiratory syndrome (PRRS): an immune dysregulatory pandemic. Butler JE, J. E., y otros. 2014, Immunol Res, Vol. 59, págs. 81-108.
8. Improved Vaccine against PRRSV: Current Progress and Future Perspective. Nan, Yuchen, y otros. 2017, Front Microbiol.
9. MYH9 is an Essential Factor for Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome Virus Infection. Gao, Jiming, y otros. 2016, Scientific Reports.
10. Porcine reproductive and respiratory syndrome virus entry into the porcine macrophage. Van Breedam , W, y otros. 2010, J Gen Virol, Vol. 91, págs. 1659-1667.
11. GP5 of porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV) as target for homologous and broadly neutralizing antibodies. Popescu Luca, N, y otros. 2017, Veterinary Microbiology, Vol. 209, págs. 114-123.
12. The structural biology of PRRSV. Dokland, T. 2010, Virus Res, Vol. 154, págs. 86-97.
13. Iowa State University Collage of Veterinary Medicine. Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome (PRRS). [En línea] 2017. <https://vetmed.iastate.edu/porcine-reproductive-respiratory-syndrome-virus-prrs>.
14. PRRSV, the virus. Meulenbergh, JJ. 2000, Vet Res, Vol. 31, págs. 11-21.
15. Arterivirus molecular biology and pathogenesis. Snijder , E. J., Kikkert , M y Fang , Y. 2013, J Gen Virol, págs. 2141-2163.
16. Changes to taxonomy and the International Code of Virus Classification and Nomenclature ratified by the International Committee on Taxonomy of Viruses (2017). Adams, Michael J. , y otros. 2017, Arch Virol, Vol. 162, págs. 2505-2538.
17. Novel insights into host responses and reproductive pathophysiology of porcine reproductive and respiratory syndrome caused by PRRSV-2. Harding, John C. S., y otros. 2017, Vet Microbiol, Vol. 209, págs. 114-123.
18. Aislamiento y caracterización del gen ORF5 del virus del síndrome reproductivo y respiratorio porcino (PRRS) en México. Macías MJ, M. J., y otros. 2006, Vet Mex, Vol. 37, págs. 197-208.
19. BASES DE LA RESPUESTA INFLAMATORIA EN LA FORMA RESPIRATORIA DEL PRRS. Gómez-Laguna, J., y otros. 2011, ANALES, Vol. 24, págs. 157-165.
20. An intact sialoadhesin (Sn/SIGLEC1/CD169) is not required for attachment/internalization of the porcine reproductive and respiratory syndrome virus. Prather, Randall S. , y otros. 2013, Journal of Virology, Vol. 87, págs. 9538-9546.
21. A brief review of CD163 and its role in PRRSV infection. Welch, Siao-Kun W. y Calvert, Jay G. 2010, Virus Research, Vol. 154, págs. 98-103.
22. PRRSV receptors and their roles in virus infection. Shi, Chongxu, y otros. 503-512, s.l. : Arch Microbiol, 2015, Vol. 197.