Pecuarios.com

Biblioteca Digital

Avicultura.mx

Ganaderia.com

Porcicultura.com

VOLUMEN 2 | JULIO – AGOSTO 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 10, julio – agosto 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: 09 de julio de 2024.

Pecuarios.com
Biblioteca Digital

VOLUMEN 2 | JULIO – AGOSTO 2024

CONTENIDOS:

Avicultura.mx

Análisis morfo métrico de testículos de gallo de pelea (Gallus gallus gallus) **05**

Autores: *Erick Tranquilino Arellano*

Efecto del Sesquicarbonato de sodio en condiciones de estrés calórico sobre los parámetros productivos y calidad de huevo en gallinas en postura **17**

Autores: *David Ramos Vidales*

Ganaderia.com

Análisis costo beneficio de la implementación de tecnologías para incrementar la tasa de gestación en bovinos en el trópico húmedo **23**

Autores: *Víctor Fernando Torres Aburto* / *Belisario Domínguez Mancera* / *Valentín Efrén Espinosa Ortiz* / *Dinora Vázquez Luna*

Cuidados de la vaca lechera durante el periodo seco para lograr un óptimo desempeño productivo **32**

Autores: *Vicente Lemus Ramírez*

Uso de la secuenciación genómica para estudiar los riesgos asociados con la presencia de Salmonella spp. en la cadena productiva de bovinos de carne en México **44**

Autores: *Enrique Jesús Delgado Suárez*

Porcicultura.com

Enfermedad del Valle de Seneca: Un riesgo inminente **54**

Autores: *Alicia Sotomayor González*

Interacción entre factores de riesgo epidemiológico asociados a la infección por Cystoisospora suis en granjas porcinas intensivas **60**

Autores: *Juan Carlos Pinilla León*

Las 7 herramientas básicas como instrumento de mejora en la industria porcícola **64**

Autores: *Fernando Flores Montalvo*

Análisis morfo métrico de testículos de gallo de pelea (Gallus gallus gallus)

I. INTRODUCCIÓN

A través del tiempo las diferentes especies han evolucionado para adaptarse mejor a las condiciones del medio que las rodea, sin embargo, muchas especies animales, en particular las productivas, han sido seleccionadas para cubrir las demandas proteicas que requiere la humanidad de modo tal que puedan optimizar los recursos disponibles, haciendo que las diferentes especies produzcan más en menos tiempo.

Lo anterior, conlleva a que mientras por un lado se busca eficientar la producción, por el otro lado se ven mermados los parámetros reproductivos. En contraste, las especies silvestres, han logrado mantener su rusticidad, que aunque siendo menos productivas, mantienen su eficiencia reproductiva.

Recientemente la investigación gonadal ha aparecido como un componente básico en los programas reproductivos para preservar especies en peligro de extinción, aproximadamente el 11% de las especies de aves se listan como amenazadas o están en peligro de extinción (Brien, 2014).

Mientras que la investigación en la aplicación de las biotecnologías reproductivas se ha enfocado en estudiar a los animales productivos, muy poco se ha hecho en cuanto a las especies silvestres, las cuales son muy importantes para mantener la diversidad genética de las poblaciones.

Por lo anterior, resulta importante realizar estudios en cuanto al desarrollo gonadal de aves silvestres de acuerdo a la edad y peso de los animales, como indicadores del funcionamiento y madurez sexual lo cual se realiza a través de estudios de morfometría testicular en animales silvestres destinados para la reproducción como animales de ornato o de exhibición, tal es el caso del gallo de pelea (*Gallus gallus gallus)*.

Para ello el presente trabajo tiene por objetivo buscar la relación que existe entre la edad y el desarrollo gonadal, así como el peso corporal y el desarrollo gonadal de una especie de aves rústicas como lo es el *Gallus gallus gallus,* con respecto a la morfometría testicular de pollo de engorda.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

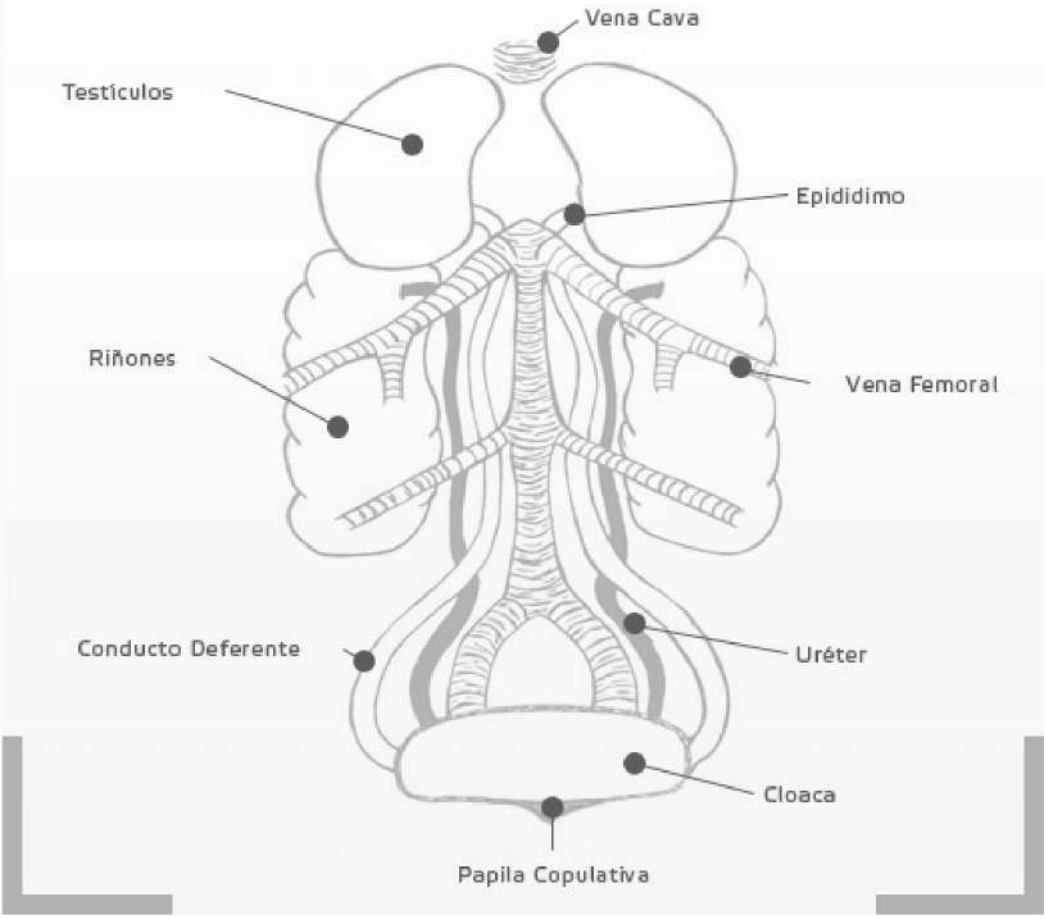
En los párrafos siguientes se mencionan los principales hallazgos del desarrollo gonadal en aves productivas (pollo de engorda); no obstante, cabe resaltar que no se encontró literatura del desarrollo gonadal realizada en aves de combate.

2.1 Aparato reproductor del macho

A la complejidad propia del desarrollo y actividad sexual del macho reproductor se une en el caso de las aves, la problemática de la gran cantidad de factores intrínsecos y extrínsecos al propio animal que afectan de forma significativa tanto el desarrollo testicular como a la implantación o establecimiento de la espermatogénesis (Garcia,1995).

En las aves, el aparato reproductor masculino está constituido por tres unidades morfo funcionales: los testículos, las vías deferentes y el órgano copulador, **(Ver figura 1)**,(Sauveur, 1992).

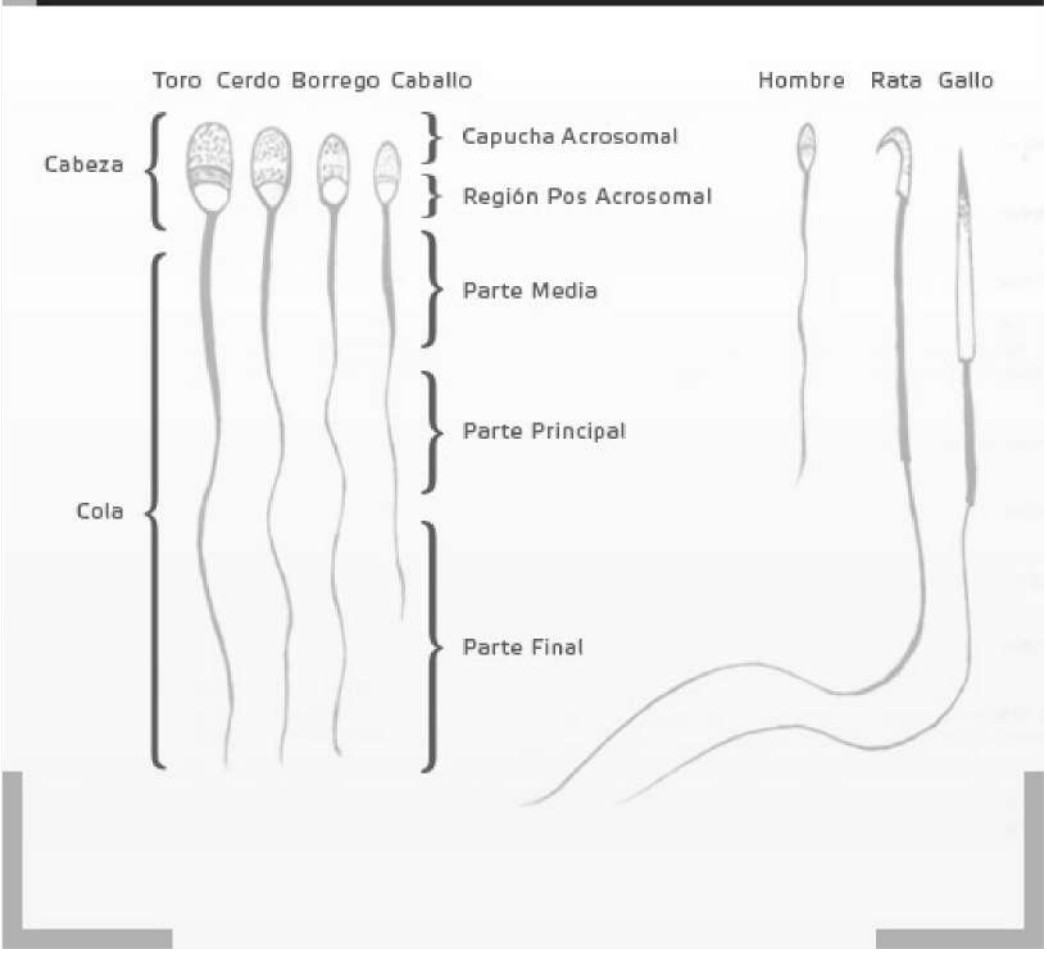
Figura 1. Situación del aparato reproductor masculino. Se muestra un esquema de la ubicación anatómica de los testículos del gallo con respecto al aparato urogenital (Sauveur, 1992)



Las características sexuales secundarias en las aves se manifiestan en un mayor desarrollo corporal, demostración de un plumaje vistoso y atractivo, cambios de fonicación (canto del ave), desarrollo de espolones en el caso de los gallos, así como desarrollo de crestas y barbillas, todo ello por acción de la testosterona.

En la **figura 2** se pueden observar de una manera esquemática las diferencias entre los espermatozoides de mamíferos en comparación con el del gallo.

Figura 2. Estructura espermática. Se muestra el esquema espermático de diferentes especies, nótese la forma y el tamaño (Fuente: Garner, 2002).



III. JUSTIFICACIÓN

En los machos reproductores de las especies comerciales para producción de huevo y carne *(Gallus gallus domesticus)*, se ha visto una fuerte correlación entre el peso corporal y el desarrollo testicular, lo cual se refleja en que a mayor tamaño testicular, mayores son los índices de fertilidad en las gallinas inseminadas; siendo estos aún mayores en aves jóvenes que en las de mayor edad.

Este tipo de estudios no se han realizado en el gallo de pelea, por lo anterior resulta importante evaluar el desarrollo testicular en estos animales *(Gallus gallus gallus)* ya que es una raza silvestre, de la cual no se tienen reportes de estudios relacionados con la morfometría testicular, como los que se han hecho en el pollo de engorda. Además de que es fundamental el mantener elevados niveles de fertilidad de las aves. Por tanto, el presente trabajo se enfoca en describir y buscar correlacionar las características andrológicas como son; peso corporal, peso testicular, largo y ancho del testículo que poseen los gallos de pelea *(Gallus gallus gallus)*, con la finalidad de comprender el desarrollo testicular en esta raza en los machos adultos y comparar los resultados con los reportes que existen en el pollo de engorada *(Gallus gallus domesticus)*.

IV. HIPÓTESIS

Si el desarrollo gonadal de las aves de pelea es similar al de las aves destinadas para la producción *(Gallus gallus domesticus)*, entonces; existe una correlación entre el peso testicular con respecto a la edad y el peso corporal en los gallos de pelea *(Gallus gallus gallus)*.

Existe diferencia entre el tamaño y peso del testículo derecho respecto al testículo izquierdo.

V. OBJETIVOS

Objetivo General.

Determinar la morfometría testicular del gallo de pelea *(Gallus gallus gallus)* en cuanto a peso y talla (largo y ancho), y correlacionar el peso testicular con el peso corporal del ave de acuerdo a la edad.

Objetivos Específicos

Obtener la morfometría de los testículos del gallo de pelea *(Gallus gallus gallus),* el peso, largo y ancho en aves de diferentes edades.

Comparar los resultados obtenidos del peso testicular del gallo de pelea *(Gallus gallus gallus)* con respecto al pollo de engorda *(Gallus gallusdomesticus)*.

Observar si existe una diferencia entre el largo, ancho y peso del testículo derecho con respecto al testículo izquierdo del gallo de pelea *(Gallus gallus gallus).*

Determinar si existe una relación entre el peso corporal del animal con respecto al peso testicular, como sucede en el pollo de engorda.

VI.METODOLOGIA.

El presente trabajo fue realizado mediante el muestreo de 59 gallos de pelea de diferentes líneas, cuyas muestras fueron procesadas en el laboratorio de biología de la reproducción, del Departamento de Reproducción Animal.

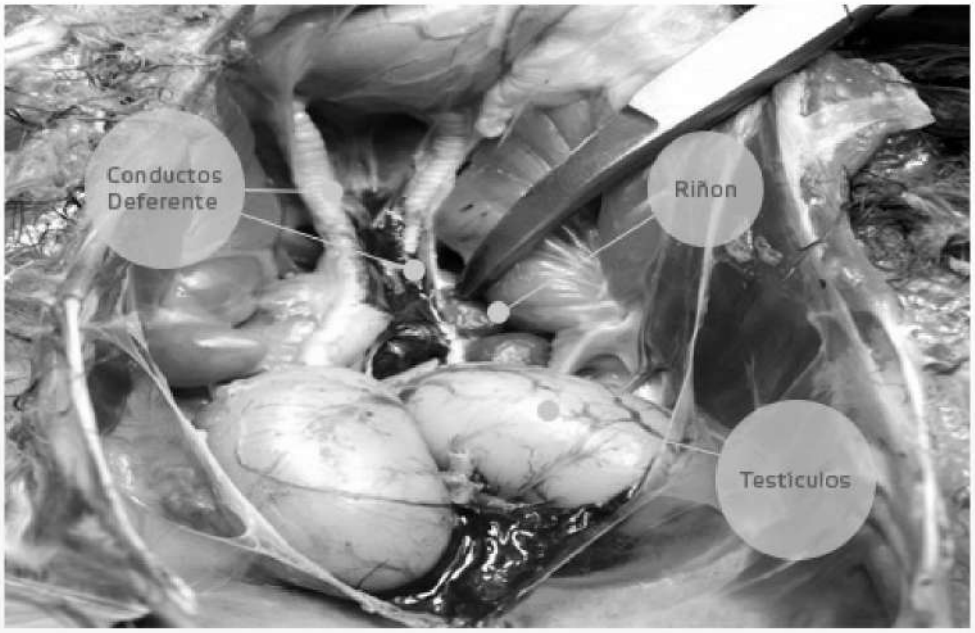
El presente trabajo se realizó a través de la extracción y evaluación de los testículos de diferentes gallos de pelea. Se acudió a diferentes localidades en las que se llevó a cabo el casteo o peleas, organizados porlos diferentes criadores incorporados a la Federación Mexicana de Criadores de Gallos de Pelea A. C., dentro del Estado de México.

Primeramente se obtuvieron los pesos corporales de los animales, posteriormente se realizó la necropsia en aquellos que fueron perdedores durante los casteos, procediendo a realizarla extracción de los testículos. Seguido del llenado de encuestas con las respuestas de los propietarios de cada uno de los animales.

6.1 Obtención de los testículos de los gallos de pelea *(Gallus gallus gallus)*

Para el desarrollo del experimento, se conto con 59 pares de testículos de gallos de pelea *(Gallus gallus gallus)*, la obtención se realizó mediante la necropsia del ave, en la cual se expusieron las vísceras para posteriormente poder localizar los testículos los cuales fueron extraídos con sus respectivos conductos deferentes, **(Observar en figura 3).**

Figura 3. Testículos in situ, se puede observar a los testículos junto a su conducto deferente, dentro de la cavidad del ave.



6.2 Procesamiento de los testículos. Luego de la extracción, se identificó el testículo izquierdo con un alfiler, y ambos testículos fueron colocados en recipientes con SSF (solución salina fisiológica) a temperatura ambiente (± 20ºC), etiquetando cada uno de los recipientes, marcados con el mismo número de la encuesta correspondiente realizada a los propietarios de cada animal.

6.3 Transporte de las muestras. Posterior a su apropiada identificación, cada muestra de testículos fue guardada en hieleras de unicel, con refrigerantes, para mantener una temperatura más baja durante el transporte de las muestras hasta el laboratorio. Una vez en el laboratorio, las muestras fueron guardadas a 4ºC.Al día siguiente, cada par de testículos fue evaluado para determinar la morfometría testicular, para ello fueron debridados, de modo que no contuvieran restos de tejidos adyacentes al propio tejido gonadal. Una vez limpios, se colocaron dentro de cajas de Petri, lavando con SSF a temperatura de cuarto (20ºC).

6.4 Análisis morfométrico de los testículos. La evaluación se inició desde el momento de realizar la necropsia del ave, observando los testículos en su posición normal, *in situ*, dentro de la cavidad del ave, lo cual permite identificar si existe alguna alteración anatómica, como en uno de los casos donde se observó hipotrofia unilateral izquierda,(observar figura 5). También, se observó el color y la apariencia de los testículos para denotar aquellos que hayan sufrido alguna alteración por traumatismo o lesión durante el combate.

Ya en el laboratorio, cada par testicular se pesó de manera conjunta y por separado, teniendo bien identificado cuál correspondía al lado derecho e izquierdo. Después del pesaje, se realizó la medición del largo y ancho de

cada testículo, con el uso de una escala de Bernier. La longitud se leyó midiendo la distancia entre los polos de cada testículo, mientras que el ancho testicular se midió tomando la distancia de la parte media del testículo o región ecuatorial de cada uno.

Clasificación de muestras

Debido a que todas las muestras testiculares obtenidas para el presente estudio se obtuvieron de manera aleatoria, una vez que se obtuvieron los datos de los animales se procedió a clasificarlos por grupos de edad, de modo que se obtuvieron 4 grupos, quedando de la siguiente manera:

Grupo 1: gallos de 144 semanas

Grupo 2: gallos de 120 semanas

Grupo 3: gallos de 96 semanas

Grupo 4: gallos de 32 a 72 semanas

Análisis estadístico

Los resultados obtenidos fueron analizados mediante comparaciones para medias múltiples con análisis de varianza (One-way ANOVA); mientras que para hacer las correlaciones entre variables se empleó el método de correlación de Pearson, se utilizó el paquete estadístico Systat Software, Inc. SigmaPlotfor Windows (Versión 12.5). Las gráficas de barras y de puntos presentadas se realizaron con Excell.

VII. LÍMITE DE ESPACIO

La toma de muestras para el presente trabajo se realizó en diferentes municipios del Estado de México dado que los eventos gallísticos se realizaban en los domicilios de los criadores de gallos, los cuales contaron con un permiso emitido por gobernación para poder llevar acabo los casteos de gallos, dichos permisos son gestionados por la federación y fueron entregados el día deL evento, para el análisis de las muestras se procedió a llevarlas a el Laboratorio de Reproducción Animal.

VIII. RESULTADOS.

Conformación de las muestras

Los datos obtenidos se dividieron en 4 grupos de acuerdo a las edades de los gallos muestreados, lo cual nos permitió observar el peso, longitud y ancho de los testículos en el gallo de pelea de acuerdo a la categoría de edad en semanas, los resultados obtenidos fueron los siguientes.

Grupo 1. Este grupo estuvo conformado por 8 gallos de pelea*(Gallus gallus gallus)*, los cuales tenían 144 semanas de edad y un peso de 2.100 a 2.900 kg, con un peso promedio de 2.53 kg.

Grupo 2. Este grupo estuvo conformado por 8 gallos de pelea*(Gallus gallus gallus)*, los cuales tenían 120 semanas

de edad y un peso de 2.00 a 2.500 kg, con un peso promedio de 2.350 kg.

Grupo 3. Este grupo estuvo conformado por 24 gallos de pelea*(Gallus gallus gallus)*, los cuales tenían 96 semanas de edad y un peso de 1.800 a 2.500 kg, con un peso promedio de 2.31

Grupo 4. Este grupo estuvo conformado por 15 gallos de pelea *(Gallus gallus gallus)*, los cuales tenían una edad de 32-72 semanas de edad y un peso de 1.800 a 2.300 kg, con un peso promedio de 2.04 kg.

Del análisis de varianza (One-wayanova) se encontró diferencia estadística significativa (P=0.006) entre el grupo 1, de los gallos más jóvenes con respecto al resto de los grupos **(Ver cuadro 1).**

Cuadro 1. Parámetros obtenidos en gallos de pelea *(Gallus gallus gallus)*.

EDAD SEMANAS	PESO CORPORAL (G) ± D.E	TESTÍCULO DERECHO			TESTÍCULO IZQUIERDO			% DEL PESO TOTAL DEL AVE
		LARGO (CM) ± D.E	ANCHO (CM) ± D.E	PESO (G) ± D.E	LARGO (CM) ± D.E	ANCHO (CM) ± D.E	PESO (G) ± D.E	
32 a 72 semas (n= 15)	2040 ± 0.20[b]	3.62 ± 0.52	1.82 ± 0.23	8.95 ± 2.71 X=.44%	3.6 ± 0.46	1.82 ± 0.29	9.26 ± 2.38 X=45%	0.89
96 semas (n= 14)	2310 ± 0.21[a]	3.32 ± 0.56	1.47 ± 0.31	8.75 ± 2.77 X=38%	3.38 ± 0.52	1.48 ± 0.56	9 ± 2.78 X=39%	.77
120 semas (n= 8)	2330 ± 0.17[a]	2.88 ± 1.07	1.16 ± 0.65	7.69 ± 4.41 X = 33%	3.07 ± 0.48	1.52 ± 0.27	8.73 ± 3.40 X=37%	.70
144 semas (n= 8)	2500 ± 0.27[a]	3.37 ± 0.68	1.65 ± 0.52	6.9 ± 3.23 X = 28%	3.13 ± 0.44	1.6 ± 0.42	7.04 ± 3.53 X=28%	.55

*Literales distintos entre filas, indican que existe diferencia estadística significativa (P<0.05).

IX DISCUSIÓN

El presente estudio incluyó tanto el análisis cuantitativo como cualitativo de los testículos del gallo de pelea, cuyas muestras fueron categorizadas de acuerdo a la edad de los animales.

Evaluación cuantitativa

Peso/ edad

Se encontró evidencia estadística significativa de que el peso fue diferente de acuerdo a la edad, siendo altamente significativa la diferencia entre el grupo 1, correspondiente al grupo de gallos más jóvenes, de 36 a 56 semanas de edad (P=0.006), contra el resto de los grupos (2, 3 y 4) lo cual no coincide con los reportes encontrados en los pollos de engorda, puesto que su edad productiva concluye a las 65 semanas de edad, según lo reportado por John (2008) y García (1998). De modo que al considerar las variables de edad y el peso de las aves para compararla contra lo que marca la literatura, no es posible, dado que no se cuentan con reportes para poder discutir estos resultados. Sin embargo, en los gallos de pelea, existe una tendencia a obtener mayores pesos conforme incrementa la edad de las aves. Siendo el peso influenciado entre algunas cosas, por el tipo de alimentación que reciben y la poca o nula actividad física que los animales realizan, puesto que permanecen enjaulados la mayor parte de su vida, y solamente en caso de que los gallos de pelea sean seleccionados para llevarlos a un casteo de gallos reciben una preparación o entrenamiento físico.

Peso corporal / peso testicular

Los resultados obtenidos en el presente estudio, en los gallos de pelea *(Gallus gallus gallus)* de 32 semanas de edad, mostraron un peso testicular promedio de 18.21± 5.25g y un peso corporal promedio de 2040 ± 0.20g. De tal manera que en el grupo de gallos más jóvenes, el peso testicular equivale al 0.89% del peso total del ave.

Los reportes referentes al desarrollo testicular de pollos de engorda, los cuales a partir de las 15 semanas el crecimiento de los testículos, se acelera según lo reportado por García (1998) y hasta las 20 semanas de edad. Antes de cualquier estímulo de luz, el peso de los testículos oscila entre los 0,5-2g, según lo reportado porJohn (2008), quien menciona que de las 32 a las 35 semanas de edad, los pollos alcanzan el máximo peso promedio testicular que es de 43 g, cabe mencionar que estos pollos de producción (engorda) tenían un peso corporal de 4850 g, por lo que en estos, el peso testicular equivale al 0.88% del peso corporal. Lo cual es muy similar a lo encontrado en el presente estudio para los gallos más jóvenes (grupo 1: de 32 a 56 semanas de edad), cuyo peso testicular fue del 0.89% de peso corporal de los gallos de pelea.

A las 96 semanas de edad, las aves (*Gallus gallus gallus*) registraron un peso corporal de 2310 ±0.21g y el peso promedio de los testículosfue de 17.75± 5.48g. De modo que el peso testicular en los gallos del grupo 2 equivale al 0.77% del peso total del ave.

En los gallos de pelea de 120 semas de edad, se obtuvo un peso corporal promedio de 2330 ± 0.17 g y registraron un peso testicular promedio de 16.42± 6.20g. Siendo el peso testicular el 0.70% del peso total del ave.

Mientras que los gallos de pelea (*Gallus gallus gallus*) de 144 semanas de edad, obtuvieron un peso corporal promedio de 2500±0.27g, en este grupo se obtuvo un peso testicular promedio de 13.94± 5.99g, mismo que equivale al 0.55% del peso total del ave.

De acuerdo a estos resultados, debe considerarse la posibilidad de que la tasa de fertilidad pueda verse mermada conforme aumenta la edad de los gallos de pelea(*Gallus gallus gallus*), siempre y cuando esto coincida con los reportes en pollo de engorda, según John (2008), que afirma que el tamaño testicular decrece con la edad en los pollos, conjuntamente con los índices de fertilidad de estos machos.

Morfometría testicular

En los gallos del grupo 1, de 32 a 56 semanas, las mediciones realizadas en el testículo derecho mostraron que tuvo un largo de 3.62± 0.52cm promedio, un ancho de 1.82± 0.23cm, mientras que el testículo izquierdo tuvo un largo de 3.6± 0.46cm promedio y un ancho de 1.82± 0.29cm, de modo que existe una simetría entre ambos testículos para este grupo.

En los gallos del grupo 2, de 96 semanas de edad, el testículo derecho tuvo un largo de 3.32± 0.56cm y un ancho de 1.47± 0.31 cm, los valores del testículo izquierdo fueron, un largo de 3.38± 0.52 y un ancho de 1.48± 0.56cm, de modo que existe muy poca diferencia entre ambos testículos, siendo ligeramente más grande el testículo izquierdo.

En los gallos del grupo 3, de 120 semas de edad, el testículo derecho tuvo un largo de 2.88± 1.07 cm y un ancho de 1.16 ± 0.65 cm, el testículo izquierdo tuvo en promedio un largo de 3.07±0.48cm promedio, y un ancho de 1.52± 0.27 cm, siendo en este grupo donde se observó una asimetría más marcada.

En los gallos del grupo 4, de 144 semanas, el testículo derecho tuvo un largo promedio de 3.37± 0.68cm un ancho de 1.65± 0.52 cm, y el testículo izquierdo tuvo un largo de 3.13 ± 0.44cm promedio y un ancho promedio de1.6± 0.42cm, de modo que no se observó una marcada asimetría testicular en este grupo.

Evaluación cualitativa testicular

Los testículos muestreados presentaron una coloración blanco lechosa como se reporta en la literatura, aunque se presentaron 2 casos en los que existió asimetría testicular (3.4% del total de los gallos muestreados), ya que hubo testículos que presentaron hipoplasia unilateral. En un gallo se observó que el testículo derecho, además de la hipoplasia, se observó una morfometría anómala, presentando bordes irregulares, que daban la apariencia de una mora de coloración amarillenta casi marrón.

Algunos otros presentaron una ligera capa de grasa en la periferia del testículo, lo cual puede ser atribuible a lesiones previas en combates anteriores y/o por la aplicación indiscriminada de medicamentos.

En el presente estudio, en el 74% de los gallos, los criadores reportaron haber aplicado vitaminas, siendo la más utilizada la del complejo B12 (B12-5500), seguida por multivitamínicos (Vitanegra y Ascorbol). Mientras que para la aplicación de hormonales (Testosterona, Estanozul y Niquiqual), sólo se reportaron en el 8.5% de los casos analizados.

Entre los medicamentos que se reportan con mayor uso de forma indiscriminada son las vitaminas y anabólicos, seguidos de antibióticos y en menor frecuencia se recurre al uso de anti-inflamatorios, antipiréticos o analgésicos. Dichos fármacos se aplican de una manera irracional, dado que los criadores de gallos no aplican las dosis recomendadas y esto trae como consecuencia que existan cambios en la estructura anatómica de testículo, lo cual puede repercutir en el desarrollo testicular y verse afectados los parámetros productivos y reproductivos del animal.

X. CONCLUSIONES

El peso de lostestículos en los gallos de pelea (*Gallus gallus gallus*), decrecen conforme incrementa la edad [Grupo 1 (32 a 56 semanas): 0.89%; Grupo 2 (96 semanas): 0.77%; Grupo 3 (120 semanas): 0.70% y Grupo 4 (144 semanas): 0.55%].

Se concluye que el peso testicular en los gallos de pelea *(Gallus gallus gallus)*, no está correlacionado con el peso corporal del animal (P>0.05), en contraste con lo reportado en el desarrollo gonadal en pollos de producción de la semana 2 a la semana 35 de edad.

Los datos globales obtenidos en cuanto a relación de edad y el desarrollo testicular en los gallos de pelea, nos indican que animales de 32 semanas tuvieron mayor peso, largo y ancho del testículo, en comparación con los gallos de pelea de 96 semanas, 120 semanas, 144 semanasde edades, ya que estos 3 últimos grupos presentaron una diminución de los testículos en cuanto a peso, largo y ancho se refiere. Lo cual sugiere que conforme avanza la edad de los gallos de pelea se observa una disminución en el tamaño testicular, mismo que podría afectar de manera negativa la fertilidad de estas aves.

XI. LITERATURA CITADA

Abad JC (2003): Reproducción e Incubación en Avicultura Técnica De Inseminación Artificial en las Aves. Biblioteca de Avicultura. Real Escuela de Avicultura. España

Bakst M. (1990): Preservation of aviancells. En Poultry breeding and genetics. Edited by

Brillard J. (1993). Spermstorage and transportfollowing natural mating and artificial insemination,72.

Botana J.M (199). Farmacología y Terapéutica Veterinaria, mc grawhill.pag 345-347

Cumpa GM,Diaz ZJ. (2002): Criopreservacion de semen de gallos reproductores de carne (cornish) y criollos utilizando belstvillepoultry semen.

Duarte OA. (1999): Manual de inseminación artificial. Universidad de Tamaulipas, 6: 53.

Duchi DN, Almela LV, Peinado BR, Poto AR. (2002):Criopreservación de semen de gallo: una alternativa para la recuperación y conservación de la gallina de raza murciana.Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA). Alberca, Murcia. España.

García Sacristán A. Fisiología Veterinaria. Ed 1998. McGraw Hill.

Garner DL. (2002): Spermatozoa and seminal plasma. En Reproduction in farm animals, Edited by S, H. E. LEA&FEBIGER. Philadelphia, 7: 163-187.

González A. J(2009). Aceleración hormonal en la adquisición del canto en canarios juveniles (Serinus canaria).Universidad de Buenoa Aires, Facultad de Ciencias Exactas. pag 136-142.

Gill SP and Barbato GF. (2006): Cryopreservation of Rooster Sperm: influence of genotypes and methodologies. BioPoreInc, 2-21.

Gill SPS, Buss EG and Mallis RJ. (1996): Cryopreservation of rooster semen in thirteen and sixteen percent glycerol. *PoultryScience*, 75:254-256.

Gutiérrez G. (1999). Hormonas y reproducción en aves: Revista Latinoamericana, vol.31 num. 1, pp.151-174

Hammerstedt RH and Graham JK. (1992): Cryopreservation of Poultry Sperm: The enigma of glycerol. Cryobiology, 29:26-38.

Holt WV. (2000): Fundamental aspects of sperm cryobiology: The importance of species and individual differences. *Theriogenology,* 53- 47-58.

Howarth B. (1995): Physiology Of Reproduction: The Male. En Poultry Production. Ed Interamericana. Zaragoza España, 243.

John P 2008. Desarrolo testicular y fertilidad en aves, RoosTech Notes.

LAKE, P. E. Male genital organs. In: KING, A.S. &McLELLAND, J. (eds.) Form and function in birds. London, Academic Press, 1981. V.2 pp. 2-37.

Orozco F. (2014): Mejora genética avícola. Agroguíasmundi-prensa.

Peralta MF y Miazzo R. (2002): Cursos de Introducción a la Producción Animal y Producción Animal I. Primera Edición, FAV UNRC,2-3-5.

Pérez PF. (1966): Reproducción e inseminación artificial ganadera. Editorial científica. Barcelona,España, 521-542.

Philips JJ, Bramwell RK, and Gran JK, (1996): Cryopreservation of rooster sperm using methyl cellulose, Poultry Science, 75:915-923.

Polge C, Parkers CG. (1941): Revival of spermatozoa after vitrification and dehydration at low temperatures. *Nature,*164-666.

Reviers M y Williams J. (1984): Testis development and production of spermatozoa in the cocerel (Gallus domesticus) In Reproductive biology of Poultry. Ed. Cunningham, F., Lake, P. y Hewitt, D. British Poultry Science Ltd. (LongmanGroup, Harlow), 183-202.

Salisbury GW, VanDemark NL, Lodge JR. (1978): Fisiología de la reproducción e inseminación artificial de los bóvidos. 2ª edición, Ed. Acribia, 518-519.

Sauveur B y Riviers M.(1992): Reproducción de las aves. Ed. Mundi Prensa, España, 35-76-81-108.

Sexton TJ. (1979): Preservation of poultry semen. A reviewin: Animal Reproduction Science. BARC Symposium No. 3. H. Hawk, ed. USDA/ARS/BARC,Beltsville, MD, 158?170.

Sommerfeld V, Niemann H. (1999): Cryopreservation of bovine in vitro produced Embryos Using Ethylenglicol in Controlled Freezing or Vitrification. *Cryobiology*, 38: 95-105.

Sumano S.S.H Ocampo C. L(2006). Farmacología Veterinaria. Mc Graw Hill. Tercera edición. pág. 872-879

Tiba TK, Yoshida M, Miyake K, Tsuchiya I, Kita, y Tsubota T. (1993): Regularities and irregularities in the structure of the seminiferous epithelium in the domestic fowl (Gallus domesticus). I. Suggestion of the presence of the seminiferous epithelial cycle. Anat. Hist. Embryol. 21:241-253.

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) 2014).

Efecto del Sesquicarbonato de sodio en condiciones de estrés calórico sobre los parámetros productivos y calidad de huevo en gallinas en postura

Ramos VD[1], Fuente MB[1], Tirado AFJ[2], Escobosa LA[3], Ávila GE[1].
[1]CEIEPAV-FMVZ-UNAM, [2]Asesor Independiente, [3]Nutrición Planificada S.A. de C.V

Introducción:

Las altas temperaturas ambientales son una de las mayores causas de estrés para las gallinas en postura, generando enormes pérdidas económicas anualmente en todo el mundo, relacionadas con la disminución en la producción y consumo de alimento, así como reducción del peso del huevo y pérdida de calidad del cascarón (Zhang et al. 2017). Tradicionalmente la adición de bicarbonato de sodio en la dieta ha sido utilizada como una estrategia para lidiar contra los efectos adversos del estrés calórico (pérdida de CO2 por aumento de ventilación pulmonar y desbalance electrolítico) (Leeson & Summers 2005). El sesquicarbonato de sodio es un amortiguador del pH, que puede proporcionar los electrolitos que son requeridos cuando el calor es intenso, además su combinación con carbonatos de calcio y óxido de magnesio brinda elementos que pueden ser aprovechados por las gallinas para la correcta formación del huevo. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de una mezcla de sesquicarbonato de sodio, carbonatos de calcio y óxido de magnesio sobre los parámetros productivos y calidad del huevo en gallinas en postura Bovans White alojadas bajo condiciones de estrés calórico como alternativa al uso de bicarbonato de sodio.

Material y Métodos

Se utilizaron 216 gallinas en postura de la estirpe Bovans White de 59 semanas edad con 41 semanas de producción y un peso promedio de 1708±120 g, las cuales fueron alojadas en una caseta de ambiente natural en jaulas tipo California (3 aves por jaula, con dimensiones 40 x 45 x 45 cm). El experimento se realizó en la temporada más calurosa del año, teniendo una temperatura promedio determinada en la caseta de 22.4°C con una máxima de 33.5°C y una mínima de 16.4°. Las aves fueron asignadas al azar en 3 tratamientos con diferente número de réplicas: Tratamiento 1 Testigo (Cloruro de Sodio), 5 réplicas con 9 aves cada una y Tratamientos 2 y 3 con Bicarbonato de Sodio y Sesquicarbonato de Sodio[1], 16 réplicas con 6 aves cada una (se utilizaron estas tres fuentes de sodio para cubrir los requerimientos de sodio y cloro). Se proporcionó un fotoperiodo de 16 horas luz por día. El agua y el alimento fueron ofrecidos *ad libitum*. Se emplearon comederos de canal (13 cm de comedero/ave) y bebederos tipo copa (1 bebedero/6 aves). La duración del experimento fue de 12 semanas. Se emplearon 3 dietas basales tipo práctico con base sorgo-pasta de soya de acuerdo a los requerimientos establecidos por el manual de la estirpe (Cuadro 1). Los tratamientos o dietas basales fueron:

- Tratamiento 1 (Testigo): adicionado con cloruro de sodio como fuente de este último elemento mineral
- Tratamiento 2: adicionado con bicarbonato de sodio (2.5 Kg/Ton), para reducir el nivel de cloro

- Tratamiento 3: igual que T2 adicionado con sesquicarbonato de sodio en una relación 1:1 en sustitución de bicarbonato de sodio, para reducir el nivel de cloro.

Se llevaron registro de las principales variables productiva. Semanalmente se determinaron: consumo de alimento/ave día^{-1} (g), peso de huevo (g), porcentaje de postura gallina día^{-1} (%), masa de huevo ave día^{-1} (g), conversión alimentaria (Kg: Kg), porcentaje de huevo sucio (heces y sangre) y roto o en fárfara (%). Todas las variables fueron corregidas conforme a la mortalidad. Se realizó el pesaje de las aves al inicio y final de la prueba. Los parámetros de calidad de huevo fueron medidos al final del experimento. Tres huevos por réplica, fueron evaluados para las variables: unidades Haugh, color de la yema y resistencia a la fractura del cascarón. Las Unidades Haugh fueron determinadas con el sistema QCD de la empresa Technical Services and Supplies (TSS®). El color de yema fue valorado con el abanico colorimétrico de DSM y con el equipo Digital YolkFan? (NIX Sensor Ltd.) con trasformaciones a valores absolutos de abanico de DSM. La resistencia a la fractura del cascarón fue determinada con un texturómetro (QC-SPA de TSS®).

Las variables productivas y de calidad de huevo fueron analizados mediante un análisis de varianza de un factor para un Diseño Completamente Aleatorizado. Se utilizó el programa JMP™ *Design of Experiments*, versión 8.0 (2008) para el análisis estadístico de los mismos.

Resultados y Discusión

El sesquicarbonato de sodio ha sido utilizado como amortiguador del pH en rumiantes debido a que posee una capacidad neutralizante comparable a la del bicarbonato de sodio (Aldai et al. 2010); sin embargo, su efecto en combinación con carbonato de calcio y óxido de magnesio no ha sido reportado en gallinas en postura. El presente estudio reveló que el uso de bicarbonato de sodio y sesquicarbonato de sodio no afectó los parámetros productivos en comparación con una dieta adicionada con cloruro de sodio (Cuadro 2). No se encontró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos para porcentaje de postura, peso de huevo, masa de huevo, conversión alimentaria, ni para ganancia de peso, porcentaje de huevo roto, fárfara y sucio por heces ($P>0.05$), lo anterior, en contraste a lo reportado en otro estudio (Ghorbani & Fayazi 2009) donde se observaron mejoras en cuanto a porcentaje de postura y peso de huevo tras la adición de bicarbonato de sodio, cabe destacar que en dicho estudio se reportaron temperaturas promedio más elevadas (36-42°C) que las reportadas en nuestro estudio (16.4-33.5°C). Se encontró una tendencia a tener menor consumo de alimento en el tratamiento testigo y con bicarbonato de sodio con respecto al tratamiento con sesquicarbonato de sodio ($P<0.09$); el porcentaje de huevo sucio por sangre tendió a ser menor en el tratamiento con bicarbonato de sodio en 0.53% con respecto al tratamiento con sesquicarbonato de sodio ($P<0.09$).

La adición de Bicarbonato de sodio o sesquicarbonato de sodio no mostró un efecto sobre las Unidades Haugh, pigmentación de la yema medida en abanico y por el dispositivo NIX, ni para resistencia del cascarón a la ruptura ($P>0.05$) en comparación con una dieta tipo comercial adicionada con cloruro de sodio (Cuadro 3). Estos resultados concuerdan con lo reportado por Ghorbani y Fayazi (2009) quienes tampoco encontraron diferencias estadísticas en las variables de calidad de huevo al comparar una dieta adicionada con sal y niveles ascendentes de bicarbonato de sodio (0.5, 1 y 1.5%) en condiciones de estrés calórico. Algunos autores sugieren que los efectos del bicarbonato de sodio sobre la calidad del cascarón son menos evidentes en aves mayores a 50 semanas de edad (Jiang et al. 2015).

Conclusiones

De los resultados obtenidos bajo las condiciones experimentales empleadas se puede concluir que: El empleo de sesquicarbonato de sodio en sustitución del bicarbonato de sodio en dietas para gallinas Bovans White con 59 semanas de edad no afectó los parámetros productivos ni la calidad interna del huevo.

Implicaciones

La adición de una mezcla de sesquicarbonato de sodio, carbonatos de calcio y óxido de magnesio puede ser empleada como una alternativa al bicarbonato de sodio bajo condiciones de estrés calórico en gallinas en postura con 59 semanas de edad.

Cuadro 3. Calidad de huevo de gallinas alimentadas por 12 semanas con Sesquicarbonato.

INGREDIENTE (KG)	TESTIGO	BICARBONATO	SESQUICARBONATO
Sorgo	640.581	587.704	587.704
Pasta de Soya	218.182	257.587	257.587
Carbonato de Calcio	107.438	112.377	112.377
Aceite Vegetal Acidulado	13.639	24.981	24.981
Ortofosfato 1820	7.340	8.203	8.203
Sal	**4.396**	2.895	2.895
Bicarbonato de Sodio	-	**2.500**	-
Sesquicarbonato de Sodio	-	-	**2.500**
Vitaminas+Colina+Minerales	3.000	1.700	1.700
DL-Metionina 99%	2.202	1.721	1.721
L-Lisina HCl	2.517	0.012	0.012
L-Treonina	0.286	-	-
Antioxidante	0.150	0.150	0.150
Ronozyme Hi Phos GT Laying Hen	0.100	0.100	0.100
Enradin	0.100	-	-
Pigmento sintético amarillo	0.050	0.050	0.050
Pigmento sintético rojo	0.020	0.020	0.020
TOTAL	1000.000	1000.000	1000,000
NUTRIENTE	**ANÁLISIS CALCULADO**		
Energía Metabolizable (Kcal/Kg)	2840	2860	2860
Proteína Cruda (%)	17.00	18.295	18.295
Metionina +Cistina total (%)	0.71	0.71	0.71
Lisina total (%)	0.89	0.88	0.88
Treonina total (%)	0.63	0.66	0.66
Calcio total (%)	4.30	4.50	4.50
Fósforo Disponible (%)	0.40	0.42	0.42
Sodio (%)	0.18	0.18	0.18
Cloro (%)	0.33	0.25	0.25

Cuadro 2. Parámetros productivos de gallinas alimentadas por 12 semanas con Sesquicarbonato.

VARIABLES	TESTIGO	BICARBONATO	SESQUICARBONATO	P>	EEM
Postura, %	94.76	94.19	94.86	0.57	1.79
Peso de huevo, g	62.6	62.5	62.0	0.51	1.39
Masa de Huevo ave/día/g	59.3	58.9	58.8	0.81	1.66
Consumo de alimento ave/día, g	108.3	108.5	109.9	0.09	2.05
Conversión alimentaria, kg: kg	1.834	1.849	1.877	0.13	0.05
Huevo roto,%	3.58	2.05	2.88	0.51	2.83
Huevo fárfara,%	2.13	1.31	0.85	0.49	2.11
Huevo sucio, %	4.98*	3.85	3.32	0.40	2.38
Huevo sangre,%	ND	0.73	1.26	0.09	0.86
Ganancia de Peso Total, g	18.4	122	93.8	0.20	111

*La ausencia de literales indica que no existieron diferencias estadísticas P>0.05
*se contaron juntos heces y sangre. ND = no determinado. EEM= error estándar de la media

Cuadro 3. Calidad de huevo de gallinas alimentadas por 12 semanas con Sesquicarbonato.

VARIABLES*	TESTIGO	BICARBONATO DE SODIO	SESQUICARBONATO	P>	EEM
Unidades Haugh	101.6	101.5	100.6	0.61	4.98
Pigmento Abanico	12.9	12.6	12.9	0.21	0.68
Pigmento NIX**	12.7	12.6	12.8	0.52	0.71
Resistencia del Cascarón g/cm2	3459	3730	3660	0.46	737.4

*n = 111 huevos muestreados **Digital YolkFan™ (NIX Sensor Ltd.) con trasformaciones a valores absolutos de abanico de DSM
La ausencia de literales indica que no existieron diferencias estadísticas (P>0.05). EEM= error estándar de la media

Bibliografía

Aldai, N. et al., 2010. Trans-18:1 and conjugated linoleic acid profiles after the inclusion of buffer, sodium sesquicarbonate, in the concentrate of finishing steers. *Meat Science*, 84(4), pp.735?741.

Ghorbani, M. & Fayazi, J., 2009. Effects of Dietary Sodium Bicarbonate and Rearing System on Laying Hens Performance, Egg Quality and Plasma Cations Reared Under Chronic Heat Stress (42°C). *Research Journal of Biological Sciences*, 4(5), pp.562?565.

Jiang, M. et al., 2015. Dietary supplementation with sodium bicarbonate improves calcium absorption and eggshell quality of laying hens during peak production. *British Poultry Science*, 56(6), pp.740?7.

Leeson, S. & Summers, J., 2005. *Comercial poultry nutrition* 3th ed., Guelph, Ontario: Nottingham University Press.

Zhang, P. et al., 2017. Probiotic mixture ameliorates heat stress of laying hens by enhancing intestinal barrier function and improving gut microbiota. *Italian Journal of Animal Science*, 16(2), pp.292?300.

Análisis costo beneficio de la implementación de tecnologías para incrementar la tasa de gestación en bovinos en el trópico húmedo

Autores

Victor Fernando Torres Aburto[1], Belisario Domínguez Mancera[1], Valentín Efrén Espinosa Ortiz[2] y Dinora Vázquez Luna[3].

1. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
2. Departamento de Economía, Administración y Desarrollo Rural. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México.
3. Facultad de Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuaria Universidad Veracruzana.

Resumen

La ganadería tiene un papel relevante como actividad económica a nivel internacional derivado de la producción de leche y carne. Sin embargo, existen limitaciones para aumentar la productividad y que afectan la rentabilidad en las unidades de producción pecuaria (UPP). El estudio se realizó en ocho UPP ubicadas en el municipio de Juan Rodríguez Clara, Veracruz, éstas cuentan con un promedio de 155 animales, de las razas Simmental, Brahman Rojo y cruzas F1, la alimentación es a base de pastoreo, el manejo sanitario contempla la prevención de enfermedades clostridiales y rabia paralítica bovina. Se contemplan seis fases para el desarrollo de la investigación: 1) Se realizó un diagnóstico estático para la obtención de la tasa de gestación y costos de producción de un becerro en las UPP antes de la implementación de las tecnologías, 2) Se inició la suplementación con rastrojo de piña y sales minerales 3) Se realizó la evaluación reproductiva de los sementales, 4) Se implementó un programa sanitario para la prevención de enfermedades reproductivas causadas por Rinotraqueitis infecciosa bovina, diarrea viral bovina y Leptospira 5) Se obtuvo la tasa de gestación después de la implementación de tecnologías 6) Obtención de la relación costo beneficio. Para el análisis estadístico se realizó un análisis multi variable entre los grupos de variables económicas, productivas y reproductivas con la finalidad de encontrar relaciones mediante el análisis de correlación canónica (*P* ? 0.05), usando Stat graphics® Centurión XV (STATGRAPHICS, 2006).Se obtuvieron en el primer año de investigación los siguientes resultados: Tasa de preñez del 67%, está es mayor a lo reportado por Domínguez-Viveros, 2003; Flores, 2011 la cual es de 35 y 40 %, variables económicas costos de producción por becerro promedio de $12,438, el uso de diferentes tecnologías da como resultado una variación de $ 7, 653.78, hasta $9,576.02 de acuerdo Juárez *et al*., 2015; Larson *et al*., 2011 y una relación costo beneficio de 0.90 en la investigación, ésta varía de acuerdo a los factores que influyen en la producción obteniendo una relación costo beneficio de 1.12 hasta 22.33 Retes *et al*., 2013; Hernández *et al*., 2015.

Palabras clave: Costo beneficio, tecnología, bovinos, trópico húmedo.

Introducción

La eficiencia reproductiva es uno de los principales factores que influyen en los hatos bovinos, por lo que su incremento es uno de los retos más importantes en la ganadería (Galvão, 2013), debido a que un comportamiento

descendente tiene como consecuencia pérdidas económicas (Giordano, 2012). La reproducción en las UPP se ven afectadas por factores como: estado nutricional de los animales (Cortez y Arriola, 2009), pérdidas de gestacion causadas por enfermedades reproductivas (Doole, 2015), baja fertilidad de los sementales, a los cuales no se ralizan pruebas de fertilidad como parte del manejo reproductivo (Hannson, 2007; Kumar *et al*.,2015). En México, faltan estudios que incluyan de manera integral la implementación de tecnologías. Es por ello que la implementación de procesos tecnológicos, debe ser sometido al análisis económico, con la finalidad de realizar un seguimiento histórico de su comportamiento económico y con ello tener elementos para la toma de decisiones. Por ello se planteó el siguiente objetivo general; evaluar la relación costo beneficio de la implementación de tecnologías en bovinos del trópico húmedo, con los siguientes objetivos específicos; determinar la tasa de gestación y analizar la relación costo beneficio de la aplicación de tecnologías.

Material y Métodos

Las unidades de producción pecuaria se localizan en el municipio de Juan Rodríguez Clara, esta es una localidad que se encuentra situada en la zona sur del estado de Veracruz, en la región llamada Papaloapan. Está ubicado en las coordenadas Latitud: 17° 59' 35" Norte, Longitud: 95° 24' 10" Oeste a una altura de 148.0 MSN (CONAGUA, 2015).

Desarrollo de la investigación.

Fase 1. Parámetros reproductivos, productivos y económicos de las UPP antes de la aplicación de un programa reproductivo. Consistió en la realización del diagnóstico de gestación con el objetivo de determinar la tasa de gestación en cada una de las UPP. Se obtuvo el costo de producción de un becerro, mediante la metodología de cálculo de costos por insumos. **Fase 2. Suplementación en la alimentación** La fase de suplementación se realizó en dos etapas: Se suministró rastrojo de piñal (14 kilogramos /animal / día) a todo el pie de cría y sementales, esta suplementación se llevará a cabo hasta un mes después de concluir la temporada de estiaje. Se incluyeron 50 gramos/ animal/ día de sales minerales a todo el pie de cría y sementales. **Fase 3. Evaluación de la capacidad reproductiva de los sementales**. Se realizó a la evaluación de toros con la finalidad de identificar aquellos que son aptos para la reproducción y desechando los que no cumplan con los indicadores mínimos (circunferencia escrotal, motilidad individual, masal y morfología) recomendados por la Sociedad Internacional de Teriogenología. **Fase 4 . Vacunación del ganado.** En el pie de cría y en los sementales se implementó un programa de vacunación contra enfermedades reproductivas, el cual consistirá en la aplicación de biológicos que contengan fracciones de virus vivo modificado de Rinotraqueitis Infecciosa Bovina, Diarrea Viral Bovina y bacterinas como Leptospira con los serotipos *L. pomona, L. canicola, L. icterohaemorrhagiae, L. hardjo* y *L. grippotyphosa* con una dosificación de 2 ml vía intramuscular previo al período de empadre. **Fase 5. Parámetros reproductivos, productivos de las UPP después de la implementación de tecnologías**. En esta fase se realizó, diagnóstico de gestación, con la finalidad de comparar con el diagnóstico inicial de las UPP. **Fase 6. Validación económica de las tecnologías implementadas.** Se realizó la validación económica de las tecnologías orientadas a mejorar la tasa de gestación y la relación beneficio costo de los becerros destetados, así como se analizó la relación que guarda éstos con los indicadores con la tasa de preñez.

VARIABLES REPRODUCTIVAS

Intervalo inter parto IEP = $\frac{\text{Días entre parto y parto}}{\text{No. Total de vacas}}$

Tasa de preñez (%) TP= $\frac{\text{No. De vacas preñadas}}{\text{Total de vacas en el hato}}$

VARIABLES PRODUCTIVAS

Becerros nacidos vivos (%) = $\frac{\text{No. De becerros nacidos vivos}}{\text{No. De vacas expuestas en el empadre}}$ X 100

Becerros destetados (%) = $\frac{\text{Terneros nacidos año – Terneros muertos año}}{\text{Núm. De ternero nacidos durante el mismo año contable}}$ X 100

COSTOS FIJOS

Costo mano de obra = $\frac{\text{Mano de obra diaria x 30.4 x12}}{\text{Producción de becerros}}$

Depreciación de ganado = $\frac{\text{VI - Vr}}{\text{Vu}}$ X Número de animales x12/Producción de becerros

Valor Inicial (VI)
Valor de recuperación (Vr)
Años de vida útil (Vu)

Equipo sin motor = $\frac{\text{VI - Vr}}{\text{Vu}}$ / 12

Valor Inicial (VI)
Valor de recuperación (Vr) = 5%
Años de vida útil (Vu) = 10 años

Equipo con motor = $\frac{\text{VI - Vr}}{\text{Vu}}$ / 12

Valor Inicial (VI)
Valor de recuperación (Vr) = 7 %
Años de vida útil (Vu) = 5 años

Predial = $\frac{\text{Pago de predial}}{\text{Producción de becerros}}$

Energía eléctrica = $\frac{\text{Pago de energía bimestral x 6}}{\text{Producción de becerros}}$

COSTOS VARIABLES

Alimentación de vacas gestantes = $\frac{\text{Costo diario de alimentación por vaca gestante x No. de vacas gestantes x 30.4 x 12}}{\text{Producción de becerros}}$

Alimentación de vacas no gestantes = $\frac{\text{Costo diario de alimentación por vaca no gestante x No. de vacas no gestantes x 30.4 x 12}}{\text{Producción de becerros}}$

Alimentación de vacas sementales = $\frac{\text{Costo diario de alimentación por semental x No. de sementales x 30.4 x 12}}{\text{Producción de becerros}}$

Programa Sanitario = $\frac{\text{Costo del programa de vacunación}}{\text{Producción de becerros}}$

Evaluación de sementales = $\frac{\text{Costo de la evaluación de sementales}}{\text{Producción de becerros}}$

Diagnóstico de gestación = $\frac{\text{Costo del diagnóstico de gestación}}{}$

Producción de becerros

COSTO TOTAL

Costo total = Costo fijo total + Costo Variable total

$$\text{Relación costo beneficio} = RB \frac{\sum_{J=0} \frac{Bj}{(1+i)^n}}{\sum_{J=0}^{n} \frac{Cj}{(1+i)^j}}$$

Dónde:
Bj = Flujo neto positivo en el período j
Cj = Flujo neto negativo en el período j
i = Tasa de descuento del inversionista (TMAR)
n = Horizonte de evaluación

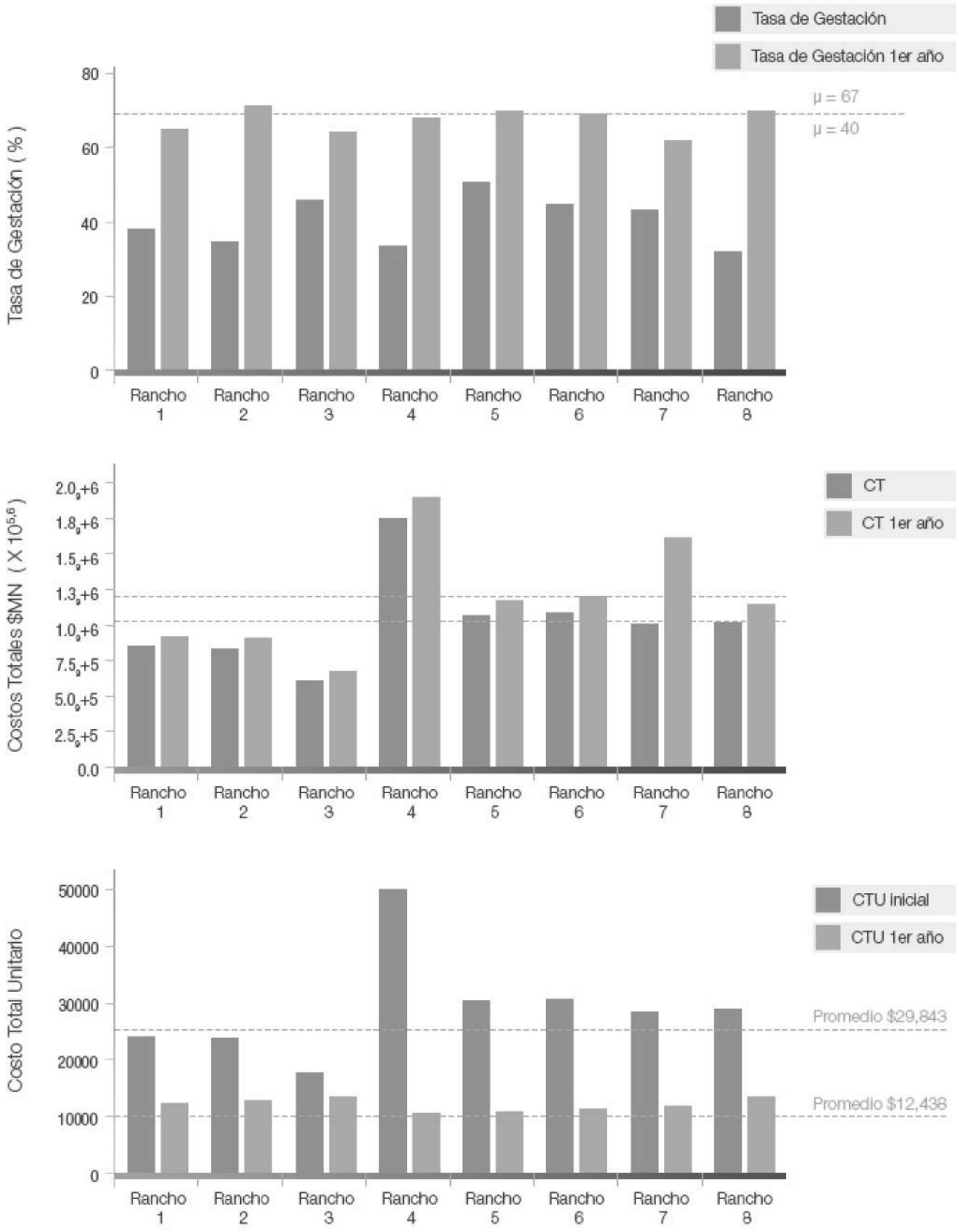
Análisis estadístico

Se utilizó el análisis de multivariados (regresión lineal simple y regresión lineal múltiple) entre los parámetros reproductivos, productivos y económicos para encontrar relaciones entre ellos (*P* ? 0.05; Sigma Plot ® 2014). Se analizó la relación entre los indicadores desarrollados, mediante el software Statistic 11 (2014).

Resultados

Parámetros reproductivos, la tasa de gestación mejoro un 27% (Fig. 1) en el primer año que se aplicaron las tecnologías propuestas en la investigación, los costos fijos y variables para la producción de un becerro disminuyo $ 17,405, contribuyendo en el incremento en 0.40 centavos por peso invertido por los productores. La tasa de gestación y los días abiertos tienen una estrecha correlación con el costo beneficio (Fig. 2), ya que al incrementar estos mejora la recuperación de la inversión realizada.

Figura 1 Comparativo de tasa de gestación, costo total, costo unitario y relación costo beneficio después de la implementación de tecnologías.



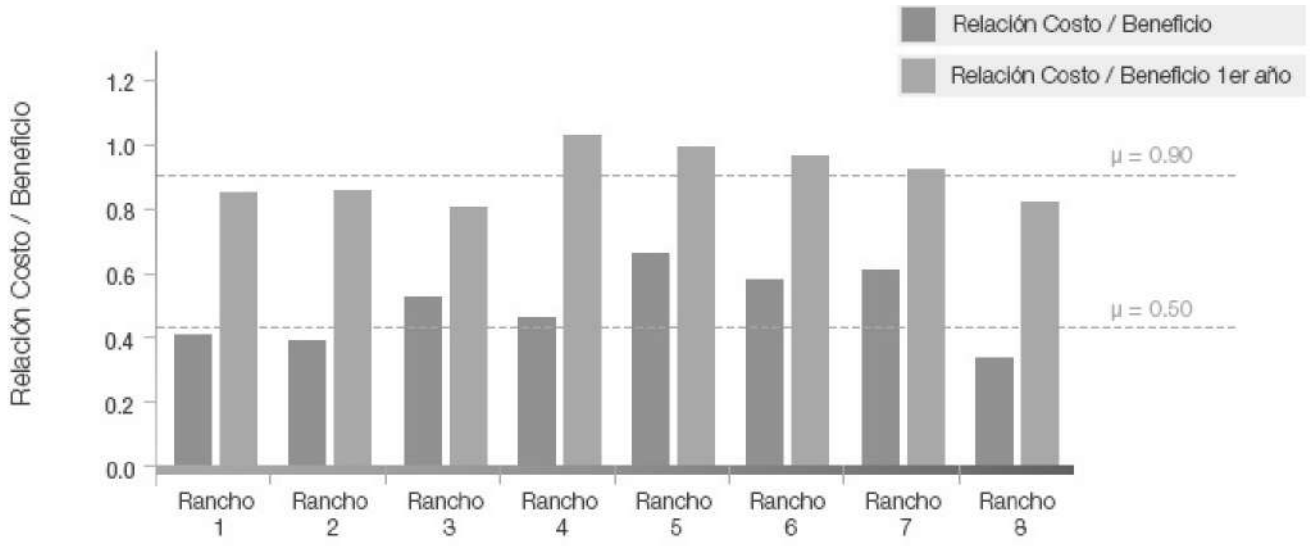
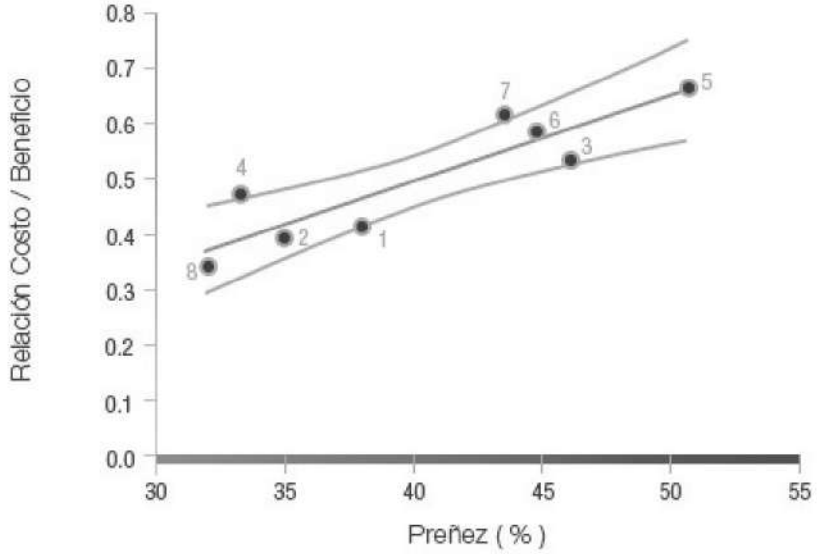

Relación Costo / Beneficio
Relación Costo / Beneficio 1er año
Relación Costo / Beneficio
1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
μ = 0.90
μ = 0.50
Rancho 1
Rancho 2
Rancho 3
Rancho 4
Rancho 5
Rancho 6
Rancho 7
Rancho 8

Figura 2 Relación que guarda el costo beneficio, con tasa de gestación, días abiertos, becerros destetados y costo unitario.

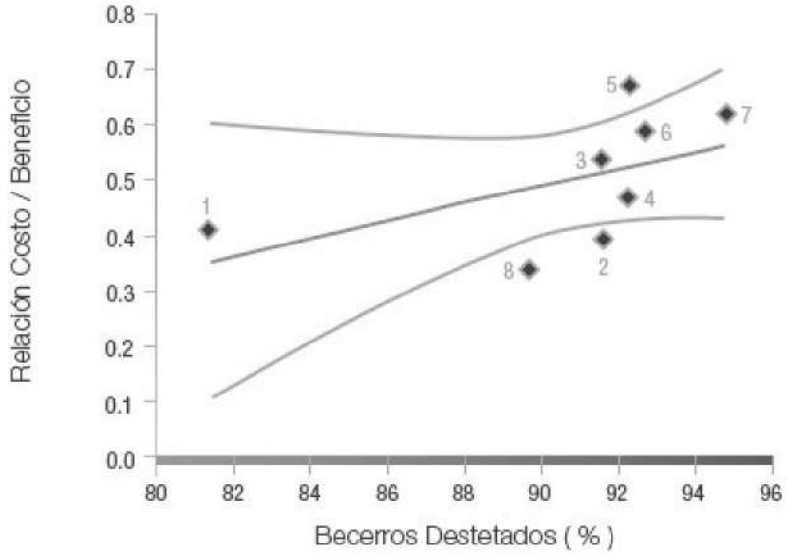


Preñez VS Relación C/B
Ajuste Lineal
Intervalo de Confianza (95%)

f = y0 + a^x

Donde:
f = Relación Costo / Beneficio
y0 = Intercepto (-0.1265)
a = pendiente (0.0155)
x= Preñez (%)
R = 0.8990
R2 = 0.8082

A

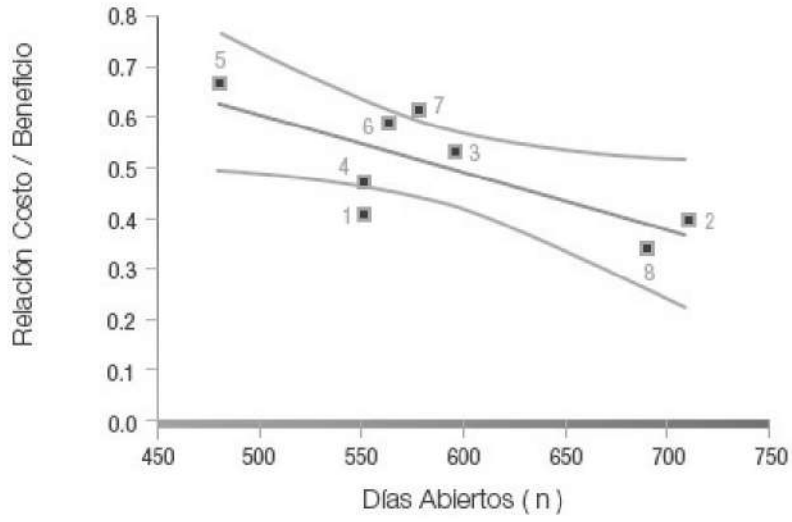


Becerros Destetados VS Relación C/B
Ajuste
Intervalo de Confianza (95%)

f = y0 + a^x

Donde:
f = Relación Costo / Beneficio
y0 = Intercepto (-0.9121)
a = Pendiente (0.0156)
x= Becerros Destetados(%)
R = 0.5385
R2 = 0.2900

B

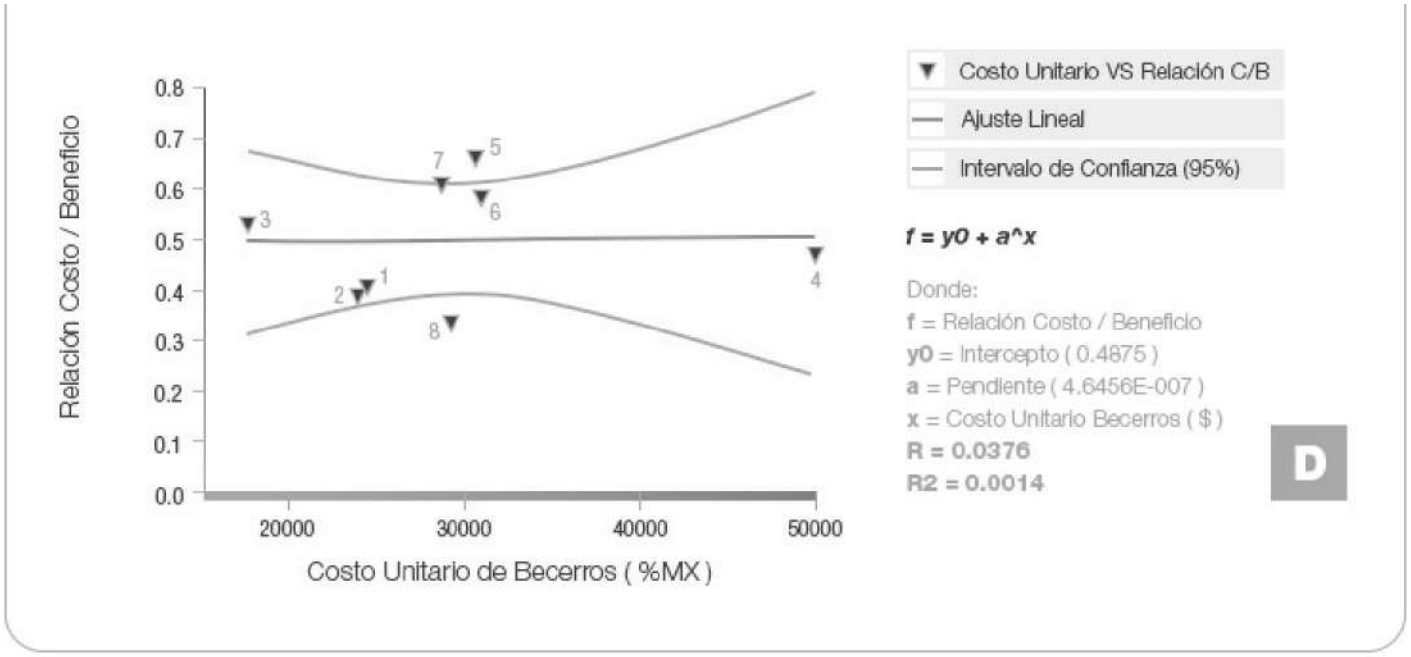


Días Abiertos VS Relación C/B
Ajuste Lineal
Intervalo de Confianza (95%)

f = y0 + a^x

Donde:
f = Relación Costo / Beneficio
y0 = Intercepto (1.1734)
a = Pendiente (-0.0011)
x = Días Abiertos (n)
R = 0.7373
R2 = 0.5437

C



Discusión

Las tasas de gestación alcanzó un 67% en el primer año de investigación lo cual contrasta con la de las 35 y 40 % (Domínguez-Viveros, 2003; Flores, 2011), el costo unitario disminuyo en $ 12,438 el cual es mayor por lo reportado por Juárez *et al*., 2015 $9,576.02 esto debido a la diferentes tecnologías implementadas en la producción, esto impacta también en la relación costo beneficio en pastoreo obtenida de 0.90 la cual es inferior 1.12 (Retes *et al*., 2013), becerros en pastoreo y becerros con implante anabólico relación costo beneficio de 22.33 (Hernández *et al*., 2015).

Conclusión

La inversión realizada en el primer año de investigación mejora la tasa de gestación, lo cual incrementará el número de becerros nacidos y destetados en las explotaciones bovinas disminuyendo los costos de producción y mejorando la rentabilidad, sin embargo se requiere la aplicación de las tecnologías por mas años para incrementar la relación costo beneficios.

Literatura citada

Cortez-Arriola, J., J. C. J. Groot, et al. (2014). "Resource use efficiency and farm productivity gaps of smallholder dairy farming in North-west Michoacán, México." Agricultural Systems **126**: 15-24.

Doole, G. J. and A. J. Romera (2015). "Trade-offs between profit, production, and environmental footprint on pasture-based dairy farms in the Waikato region of New Zealand." Agricultural Systems **141**: 14-23.

Hansson, H. (2007). "Strategy factors as drivers and restraints on dairy farm performance: Evidence from Sweden." Agricultural Systems **94**(3): 726-737.

Hernández-Moctezuma, J., R. Arieta?Román, et al. (2015). "Relación beneficio?costo utilizando zeranol en la empresa bovina." REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria **16**(4): 1-7.

Kumar, S., S. Luthra, et al. (2015). "Identification and evaluation of critical factors to technology transfer using AHP approach." International Strategic Management Review **3**(1?2): 24-42

Galvão, K., P. Federico, et al. (2013). "Economic comparison of reproductive programs for dairy herds using estrus detection, timed artificial insemination, or a combination." Journal of Dairy Science **96**(4): 2681-2693.

Giordano, J., A. Kalantari, et al. (2012). "A daily herd Markov-chain model to study the reproductive and economic impact of reproductive programs combining timed artificial insemination and estrus detection." Journal of Dairy Science **95**(9): 5442-5460.

Cuidados de la vaca lechera durante el periodo seco para lograr un óptimo desempeño productivo

INTRODUCCIÓN

Durante las últimas décadas la producción de leche lograda por vaca por lactancia, se ha incrementado sustancialmente. Estos incrementos han resultado como consecuencia de una intensa selección genética y por supuesto de una importante mejora en la nutrición y manejo general del hato. Desafortunadamente, las mejoras si no se aplican de manera adecuada y en el momento preciso, los resultados se notarán en una caída en la producción de leche, en la salud y fertilidad del ganado. Para complicar más ésta situación, la lechería a nivel global enfrenta un compromiso creciente para reducir la contaminación ambiental, lo cual obliga a una mayor eficiencia en el proceso productivo. Es así que la producción lechera enfrenta retos cada vez más complicados y multifactoriales. Enfrentar y resolver algunos es asunto del productor y su asesor técnico, otros escapan a su responsabilidad o capacidad para darles solución, por lo cual todos los esfuerzos que se puedan hacer a nivel de unidad de producción para disminuir esta problemática no se deben escatimar.

En este sentido se ubica el tema que éste documento tiene como objetivo abordar, enfocándose en mejorar la salud, evitar al máximo los principales problemas productivos y reproductivos que disminuyen la eficiencia de las vacas, tomando en cuenta que estos problemas se presentan de manera frecuente durante el periodo de transición, los cuales están vinculados a las adaptaciones y regulaciones anatómico-fisiológicas durante el periodo de descanso de lactar.

INICIO DEL PROGRAMA DE SECADO

El periodo seco es un estado crítico por el cual transitan todas las vacas y este idealmente debe iniciar desde 60 días antes de la fecha esperada para el parto. La razón de porque enfatizar este periodo radica en que la mayoría de los problemas de salud en la vaca lechera ocurren durante el periodo de transición (periparto) y estos en muchos de los casos tienen como origen común una mala o insuficiente atención durante el periodo seco. Estos problemas perduran hasta el posparto, lo cual deja al animal en un alto riesgo de enfermedades como las digestivas, ?metabólicas? y las infecciosas que afectan a una variedad de órganos y tejidos. Es ampliamente aceptado, que estos problemas de salud se pueden reducir a través de establecer estrategias de mejora en la alimentación, en la salud y en el manejo general del ganado, por lo cual se deben tomar en cuenta para su aplicación.

Iniciando el periodo seco

Para entender la importancia que tiene el periodo seco en la futura producción es importante conocer que sucede en la glándula mamaria con su proceso metabólico. De acuerdo a Van Saun, (1991) la actividad metabólica de la glándula mamaria se puede dividir en tres fases: 1) La primera es en la cual el tejido glandular de la ubre detiene su actividad secretora de leche que involuciona, la reabsorción de la leche residual y una regresión de las células epiteliales del tejido secretor. Esta fase con todos sus cambios toma alrededor de 30 días. 2) La siguiente se llama fase media y aquí es cuando un verdadero descanso ocurre ya que la glándula o propiamente el tejido glandular,

se mantiene no productivo y la duración depende de la extensión del periodo seco. 3) La tercera fase, se reconoce que ocurre durante las últimas tres semanas del periodo seco. A esta también se le nombra como de transición donde el tejido glandular se regenera y se prepara para la próxima lactación, el calostro es producido y puede ser secretado durante éste momento. Este periodo de preparación es clave para la nueva lactación, por lo cual debe ser evaluado en cada momento de manera muy cuidadosa ya que se considera como la base para lograr una alta producción de leche y un exitoso desempeño reproductivo (Van Saun, 1991).

Duración del periodo seco

La duración del periodo seco puede llegar a ser muy variable entre vacas, esto por diversas razones, aunque como ideal se sugiere que sea entre 50 a 70 días como intervalo para todo el hato (Funk et al., 1987; Días et al., 1982; Enevoldsen and Sorensen, 1992). Cuando se observan periodos más cortos a 50 días, especialmente en vacas de primera y segunda lactancia, se puede provocar una considerable caída en la producción esperada para la subsecuente lactación (Kuhn, et al., 2006). En contraste, un periodo seco demasiado largo (por arriba de 70 días) reduce la producción de leche por tiempo de vida productiva debido a una baja producción por unidad de tiempo y pudiera también verse aumentada de manera excesiva la condición corporal (más allá de lo recomendable) y por supuesto incrementa los costos de manutención del ganado.

Programa de secado

Todo programa de secado debe considerar evaluar la condición corporal (CC) y la salud de la ubre durante el tiempo que dure este periodo, ya que esto se considera de gran trascendencia para la futura productividad de la vaca. Es altamente recomendable que antes de iniciar el secado se confirme la preñez, para asegurar que transcurra con normalidad.

El manejo del secado puede ser muy estresante para las vacas, debido a los cambios drásticos en la ración alimenticia, a la separación de sus compañeras de grupo, introducción a un nuevo lote o cambio de medio ambiente, a la supresión de la lactación y a lo avanzado de su preñez. Por lo tanto, existe la necesidad de manejarla durante el secado de manera gentil, y si es posible, secar por grupos familiarizados para reducir el impacto del estrés.

Método de secado

Al momento del secado, las vacas llegan con diversos niveles de producción láctea, se piensa que reduciendo la cantidad de leche producida antes del secado pudiera ayudar a que cesara la producción láctea mucho más rápido y por ello reducir los escurrimientos de leche debido a sobre-carga. Aunque reduciendo la producción de leche se reduce el escurrimiento (no siempre ocurre), se debe tener siempre en mente que esto está relacionado con la velocidad de ordeño, por lo cual se debe dar una mayor atención en la selección de los sementales que trasmiten esta característica.

Comúnmente, se provoca el descenso en la producción de leche antes del secado reduciendo el consumo de energía, lo cual se logra retirando el concentrado o granos en la dieta y alimentando con forrajes bajos en energía. Los cambios de dieta pueden ser hechos en cualquier momento, pero se sugiere que se hagan de manera gradual, esto es particularmente importante en vacas que están produciendo por arriba de 20 kg de leche por día.

La gran mayoría de los ganaderos secan de manera abrupta otros lo hacen ordeñando de manera intermitente para reducir progresivamente la cantidad secretada de leche antes del secado. Es recomendable que se sequen de manera abrupta todas las vacas, ya que así se reducirá notablemente el estrés y será mucho más fácil su

manejo.

Protocolo de secado

Las vacas que requieren secado y que recibirán un tratamiento profiláctico a base de antibióticos, deberán ser tratadas con mucho cuidado en la higiene de la ubre y particularmente en cada pezón antes de introducir cualquier medicamento. El protocolo para la aplicación de los antibióticos al secado no es complicado donde simplemente se enfatiza la limpieza con que se realice. Lo que proponemos consiste en lo siguiente:

- Ordeñar a fondo (muy importante, con énfasis en la limpieza tanto en la vaca como en el ordeñador).
- Limpieza profunda del pezón y secado con toalla limpia (de preferencia desechable).
- Presellar todos los pezones con yodo u otro desinfectante igual o más efectivo (cuidar que se desinfecte no menos de 80% del pezón).
- Dejar a la vaca sola por 5 o 10 minutos para que el desinfectante actué de manera efectiva.
- Presellar de nueva cuenta (es muy importante cuidar que estos preselladores y selladores no sean irritantes y dañen los tejidos del pezón).
- Aplicar la infusión de antibióticos especial para secar vacas (asegurarse de que sea de larga duración), introduciendo únicamente la punta de la cánula (5mm) a través del conducto del pezón.
- Finalmente aplicar el sellador a todos los pezones y retener a la vaca alrededor de una hora esperando el cierre del esfínter y así evitar la introducción de bacterias a las glándulas expuestas.

Las vacas recién secas, se deben vigilar para detectar si hay escurrimientos de leche, especialmente durante la primera y última semana del secado (una semana antes del parto). Se debe diseñar una estrategia de supervisión durante todo el periodo seco para detectar oportunamente glándulas o pezones lesionados o inflamados. El tratamiento para mamitis o lesiones en cualquier parte de las glándulas, debe ser aplicado a la brevedad posible.

Otros cuidados durante ésta etapa

Es altamente recomendable que durante el secado se examinen las pezuñas de todas las vacas y se recorten las que así lo requieran. Adicionalmente, ellas deben pasar por un pediluvio a base de formalina por lo menos una vez cada tres semanas como medida de prevención de la pododermatitis u otra afección de la pezuña. Las vacas deben tener excelentes pezuñas durante el posparto, ya que se espera de ellas grandes cantidades de leche durante toda su lactación. Las enfermedades de la pezuña, reducen el consumo de alimento y por consiguiente la producción de leche. Adicionalmente, es muy seguro que el desempeño reproductivo de las vacas que padecen o padecieron algún problema en la pezuña también se vea afectado por lo tanto, se deben tomar medidas precautorias.

Medicina preventiva

Salud de la ubre

Se recomienda que todas las vacas sean examinadas para detectar mamitis clínica y subclínica dos semanas antes del secado. Aquellas con un conteo de células somáticas (CCS) por arriba de 200,000 /ml, en las dos últimas

pruebas diagnósticas previas al secado, deben ser examinadas a través de la prueba de California (CMT) y las glándulas (cuartos) positivas deben ser muestreadas para pruebas bacteriológicas. Lo anterior proveerá información acerca de los patógenos involucrados y la sensibilidad a los antibióticos de los mismos. El tratamiento de la mamitis subclínica causada por *Staphylococcus aureus* es más efectivo y menos costoso al momento del secado que durante la lactación, donde la leche debe ser eliminada. Las vacas crónicamente infectadas deben ser excluidas de la posibilidad de tratamiento ya que es recomendable optar por desecharlas. Los tratamientos curativos para la mamitis al momento del secado deben culminar con la aplicación de antibióticos de depósito (larga acción terapéutica) como medida preventiva.

Programa de vacunación

Como se adelantó, el periodo de vaca seca es un momento oportuno para detectar la existencia de enfermedades que no se diagnostican a simple vista, como es la mamitis, la paratuberculosis, el virus de la Diarrea Viral Bovina (DVB), la Leucosis bovina etc. Cuando la vaca está seca y se encuentra en la primera semana de este periodo, es el mejor momento para aplicar cualquier esquema de vacunación y con la adición de multivitamínicos (ADE) y suplementos de micro-minerales (fosforo, selenio, etc.), ya que con este manejo se espera proteger al ganado de las enfermedades más comunes existentes en la zona y que la fracción de vitaminas y minerales administrada, provea de una reserva tanto para la madre como para la cría. La razón más importante para realizar la vacunación en este momento, radica en conferir protección a la vaca por supuesto, pero también para estimular la producción de anticuerpos que estarán presentes en el calostro, el cual protegerá a la cría de las enfermedades que afectan a ambos (Hjerpe, 1992).

Manejo de la vaca durante el periodo seco

Agrupación de las vacas secas

De manera ideal, se sugiere que las vacas secas sean manejadas por lo menos en tres grupos, los cuales se integran con las que están en proceso de secado o recientemente secas; las que se encuentran en el segundo tercio del secado (?en pleno descanso?) y las que se encuentren en el último tercio del periodo seco, también conocido como periodo de impulso o de ?reto? (Sniffen, 1991). Para realizar lo anterior es importante tener información precisa respecto a las fechas en que quedaron preñadas, de tal manera que esto nos permita calcular el tiempo aproximado que estarán en cada una de estas etapas. Es importante considerar el entrenamiento de las vaquillas para entrar a la sala de ordeño con el grupo en lactante, esto reducirá el estrés cuando ellas requieran ser ordeñadas.

Alojamientos para las vacas secas

Durante el periodo seco las vacas pueden estar alojadas en corral o bien estar en condiciones de pastoreo. Si no se cuenta con experiencia en el manejo del pastoreo, es preferible alojarlas en corrales para un mejor control de la alimentación. Si están en condiciones de confinamiento, siempre que sea posible se les debe dejar disponible un patio o asoleadero para ejercicio con suficiente espacio. La zona de echaderos debe ser mantenida limpia y seca y el tamaño debe ser adecuado para el largo y ancho de la vaca, de tal manera que pueda entrar, permanecer y salir cómodamente. Actualmente existe una creciente tendencia para alojar las vacas próximas a parir en corrales colectivos con suficiente cama de arena (mucha comodidad y limpieza), se recomienda de 8 a 20 cabezas por corral (dependiendo de la población de ganado y disponibilidad de personal), con esta práctica se ha visto que se reduce el estrés y mejora mucho el tiempo de expulsión de la cría y sus membranas (partos más rápidos), disminuyendo la incidencia de placenta retenida lo cual propicia un puerperio sano.

En cuanto a la ubicación de los corrales de secas, se debe decidir tomando en cuenta las necesidades de supervisión que ellas demandan en cada etapa por la que estén atravesando. Comúnmente se puede observar que estos corrales se encuentran en un área lejana a los de lactantes y es por lo cual casi no se supervisan, incrementando el riesgo de presencia de problemas de diversa índole. Para evitar esto, se recomienda que estas instalaciones (si es el caso y de ser posible) se localicen en un sitio estratégico donde haya mayor actividad laboral.

Nutrición de la vaca seca

El primer objetivo de la nutrición de la vaca seca es optimizar el rendimiento en la producción de leche, la reproducción y la salud durante la subsiguiente lactancia, mediante el inicio en el control del balance energético negativo (BEN) y el metabolismo de los minerales durante este periodo. Un pobre manejo en la nutrición durante el periodo seco pudiera resultar en síndrome del hígado graso, fiebre de leche y enfermedades asociadas.

Basándonos en los requerimientos de nutrientes, podemos dividir las vacas secas en grupos, como son las recién secas (15 días), mediados de periodo seco (hasta 6 semanas) y las vacas próximas a parto (de 2 a 3 semanas antes del parto). Este agrupamiento permite la oportunidad de formular una ración alta en fibra y baja en energía al inicio del periodo seco y para las vacas próximas al parto, una ración más rica en energía con menos fibra. La idea de proporcionar una dieta más densa en energía para las próximas a parto, es prepararlas al alimento que recibirá durante la lactación y así compensar la caída en el consumo de materia seca (MS) por alta demanda metabólica durante este momento. Los requerimientos de nutrientes durante el periodo seco, son presentados en los cuadros 1 y 2 (Van Saun, 1991).

CUADRO 1 | Requerimientos de nutrientes de las vacas secas
(tomado de Van Saun, 1991)

Nutriente	Al inicio y mitad del periodo seco	Periodo de impulso (3 semanas antes del parto)
CMS, % de BW	1.9 - 2.1	1.6 - 1.8
PC, % MS	12 - 13	13 - 14
PS, % PC	40 - 50	22 - 28
PD, % PC	65 - 70	62 - 67
EN, Mcal/kg	1.10 - 1.20	1.5 - 1.61
FAD, % MS*	35 - 40	20 - 24
FND, % MS**	50 - 65	37 - 44
Grasa, % MS	3 - 4	3 - 5
Vit. A, UI/kg	4,000	4,700
Vit. D, UI/kg	1,200	1,400
Vit. E, UI/kg	25	30

CMS consumo de materia seca; **BW** peso corporal; **PC**: proteína cruda; **MS**: materia seca; **PS**: proteína soluble; **PD**: proteína digestible; **EN**: energía neta Mcal: mega calorías; **FAD**: fibra ácido detergente; **FND**: fibra neutro detergente; *FAD es una medida de la cantidad de fibra en el alimento, y está asociada con la digestibilidad y no con el consumo; **FND es una medida del contenido total de la pared celular y es negativamente asociada con el consumo de **MS**.

CUADRO 2 | Requerimientos de minerales de las vacas secas
(Van Saun, 1991)

Mineral	Al inicio y mitad del periodo seco	Periodo de impulso (3 semanas antes del parto)
Ca, % MS	0.35 - 0.35	0.36 - 0.80
P, % MS	0.19 - 0.21	0.24 - 0.35
K, % MS	0.65 - 0.75	0.70 - 0.80
Mg, % MS***	0.18 - 0.20	0.25 - 0.28
S, % MS***	0.16 - 0.18	0.25 - 0.36
Na, % MS	0.10 - 0.13	0.12 - 0.15
Cu, ppm	10 - 15	12 - 18
Co, ppm	0.10	0.12
I, ppm	0.60	0.70
Fe, ppm	50	60
Se, ppm	0.30	0.30
N:S tasa	10 - 13: 1	5 - 12: 1

***Incrementar la concentración en la dieta a 0.38% cuando la concentración de potasio exceda 1.1%

La ración de una vaca en la mitad del periodo seco debe contener por lo menos 50% de fibra neutro detergente (FND) con base en la MS que recibe, con 75% del total de la fibra que provenga de forraje gruesamente picado o forraje henificado que contenga alta cantidad de tallo (las raciones que contengan de 50 a 55% de FND son las mejores). Un alto contenido de forraje en la dieta al inicio del periodo seco (>85%) se piensa que es benéfico para mantener un máximo volumen ruminal y que mejore la motilidad. Además, debido a una mayor rumia, la cantidad de saliva que se produce es más alta, y ésta a su vez actúa como un amortiguador en el rumen ayudando a mantener el pH alto, lo que favorecerá a la recuperación de posibles lesiones en la pared del rumen, las cuales frecuentemente ocurren durante la lactación y que se dice están provocadas por altas concentraciones de grano en las raciones (Van Saun, 1991).

Condición corporal (CC)

Las vacas deben ser alimentadas para mantener su condición corporal dentro de los intervalos recomendados. La CC recomendada para ellas, es de 3.5 (3.25 a 3.75) en escala de 5 puntos. Las vacas con alto potencial genético para la producción de leche deben parir con suficientes reservas corporales para compensar el BEN durante el inicio de la lactación. Esto ayudará a cubrir la energía y la proteína requeridas sobre todo durante el pico de lactación (De Koster J, et al. 2015.; Gearhart et a l., 1990).

Periodo de impulso

Durante este periodo el consumo de alimento frecuentemente se encuentra deprimido, siendo el momento más severo de esta depresión justamente antes o el día del parto, cuando la vaca necesita energía para expeler al feto y sus membranas, así como incrementar la producción de leche (figura 1). La severidad de la depresión en el consumo de MS varía desde 28 a 40% dependiendo del contenido de energía en la dieta durante este periodo (Hayirli, A. and R.R. Grummer. 2004**,** Bertics et al., 1992; Vazquez-Anon et al., 1994; Studer et al., 1993; Grummer, 1995). Investigaciones realizadas por Brydl, (1995) mostraron que el tiempo de rumia disminuye desde un promedio de 500 minutos por día diez días antes del parto a menos de 100 minutos por día en el día del parto (figura 2). Las concentraciones plasmáticas de ácidos grasos, los cuales son un indicador del incremento de actividad lipolítica, normalmente se incrementan hasta que finaliza el parto, para decrecer poco después (Sandrum, A., 2015; Grummer, 1995; Studer et al., 1993).

FIGURA 1 | Comportamiento en el consumo de MS en el periparto.
(Adaptado de Bertics et al., 1992)

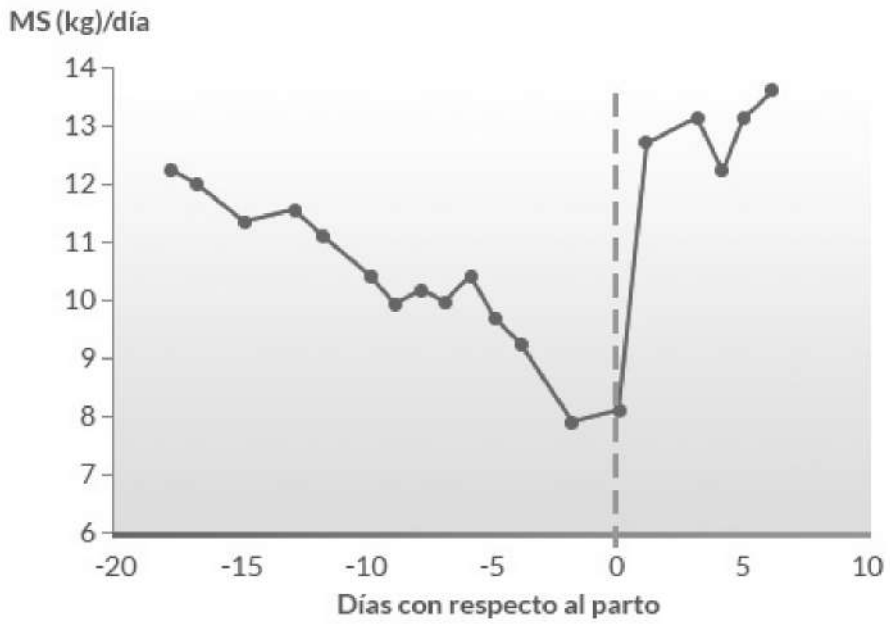


FIGURA 2 | Caída en la actividad de rumia durante el periparto.
(Adaptado de Bryld., 1995)

Además de los cambios en el útero y en el consumo de MS, una reducción progresiva de la mucosa ruminal tiene lugar cuando una ración pobre en energía es proporcionada. En un experimento realizado por Bertics et al., (1992), reportaron que cuando se cambió de una dieta baja a una alta en energía, se pudo observar el inicio de un intenso proceso proliferativo. Esto significa que la mucosa ruminal, está sujeta a una condición reductiva y proliferativa durante el periodo seco, dependiendo del tipo de alimento que se proporcione (Dirksen et al., 1985).

Otra probable razón por la que se reduce el consumo de MS, pudiera ser la expansión del útero a lo largo del abdomen, lo cual pudiera interferir con el llenado pleno del rumen. Sin embargo, es dudoso si la capacidad del rumen llega a ser el único factor limitante antes del parto (Bertics et al., 1992). Por lo tanto, la acción física del llenado del rumen no es la única razón para la reducción en el consumo de alimento antes del parto, pero ciertamente, tiene algún efecto. Con respecto a todo esto se ha hipotetizado que los factores endocrinos, tales como cambios en el estrógeno sanguíneo o en la tasa estrógeno-progesterona, están involucrados también en la reducción en el consumo de MS alrededor del parto (Grummer et al., 1990).

Todo esto significa que en el periodo de impulso, los requerimientos del feto y sus membranas asociadas y las subsiguientes demandas por la lactancia, se incrementan en orden conforme el consumo de MS decrece. El decremento en el consumo de alimento ocasiona un balance de nutrientes negativo en el periodo de impulso, el cual es un factor crítico que influencia el desarrollo de hígado graso (Grummer, 1995).

Nutrición antes del parto

La influencia de la dieta durante este periodo (3 semanas antes del parto) tiene igual relevancia que la del periodo inicial de secado con relación a la salud, la producción láctea y el desempeño reproductivo del siguiente ciclo. Esta situación en muchas ocasiones es subestimada o ignorada por el ganadero e incluso el nutricionista (Grummer,

1995). Durante el periodo de impulso, las vacas deben estar en un creciente plan de nutrición para compensar el deficiente consumo de MS y así prevenir o disminuir el BEN y una subsiguiente movilización de tejido adiposo, así como también cubrir con los requerimientos nutricionales a medida que la preñez avanza (Bertics et al., 1992). Dicha ración deberá contener los mismos forrajes y concentrados que las vacas lactantes consumen. La mayor parte de esta ración debe contener forrajes con baja cantidad de potasio y sodio. Cuando sea necesario incrementar la densidad energética de los alimentos durante este periodo, se puede hacer a través de la adición de granos altamente energéticos.

Los cambios a dietas altas en granos durante el impulso, deben hacerse gradualmente y no hacer todo en una sola vez. Durante este periodo, la vaca no debe recibir más de 3 a 4 kg de concentrado o granos por día, principalmente pocos días antes del parto. Esta cantidad limitada de grano en su dieta ayuda a la microflora del rumen a adaptarse a concentraciones altas de almidón que contienen las dietas de las vacas en lactación temprana. De manera paralela, esta dieta proveerá de nutrientes necesarios para el crecimiento del feto y la regeneración de otros tejidos y el crecimiento glandular que se prepara para la siguiente lactación. Aunque los requerimientos de nutrientes son comparativamente bajos, la composición de la dieta previa al parto es tan importante como lo es la cantidad que la vaca consume (Van Saun, 1991).

De acuerdo a Van Saun, (1991), el contenido de proteína cruda de la ración al parto debe ser de 13 a 14 % con base al total de MS. La razón para incrementar las concentraciones de proteína se basa en que debe ayudar a cubrir las demandas metabólicas del feto durante las últimas semanas de gestación así como para la vaca en el inicio de su lactación. Cuando existe un inadecuado consumo de proteína, se desarrolla una movilización corporal para cubrir esas demandas, lo que puede resultar en una depleción de las reservas de proteínas (Bell, et al., 2000; Botts et al., 1979) y por lo tanto un bajo pico en la producción de leche y la productividad en general. La sobre alimentación proteica resulta tan solo en un ineficiente proceso, debido al costo energético para excretar el exceso de nitrógeno.

Debido a las grandes cantidades de carbohidratos estructurales en las dietas al inicio y al final del periodo seco, 40 a 50% de la dieta, la fracción proteica debe ser en forma de proteína soluble o de otras fuentes no proteicas. En el periodo de impulso, el porcentaje de proteína soluble debe ser reducido de 22 a 28% (cuadro 1). Las fuentes de proteína soluble son rápidamente convertidas en amoniaco (un nutriente esencial para las bacterias celulolíticas) y la cantidad de proteína no degradable en rumen que debe ser consumida durante el periodo de impulso no está bien definida.

Algunos estudios (Van Saun, 1991), han proporcionado resultados preliminares, que pueden indicar que la alimentación con proteína no degradable adicional durante el impulso, pudiera mejorar la condición corporal al parto, el rendimiento subsiguiente de leche, el desempeño reproductivo y como resultado pocas posibilidades de daños a la salud. Las vacas en este momento deben ser mayormente vigiladas por su salud y se les debe proveer suficiente cantidad de minerales y vitaminas. Los elementos minerales que se sugieren como esenciales para esta categoría de vacas, se dividen de manera general como ?macrominerales? (por la cantidad presente en los alimentos), tales como el calcio (Ca), magnesio (Mg), fósforo (P), cloro (Cl), sodio (Na), potasio (K) y azufre (S). Y, otro grupo está representado por los minerales traza (cantidad mínima pero necesaria), el cual incluye al cobalto (Co), cobre (Cu), cinc (Zn), yodo (I), hierro (Fe), manganeso (Mn), molibdeno (Mo) y selenio (Se).

Con respecto a los ?macrominerales?, se sugiere fuertemente que las concentraciones de K en la dieta no excedan 0.8% de la MS. Si exceden 1.1% de la MS, se recomienda elevar las concentraciones de S, Mg y Ca, al máximo recomendado para contrarrestar lo elevado del K (cuadros 1 y 2). Adicionalmente, las sales aniónicas

administradas a las dietas durante este periodo, han mostrado ser eficaces en muchos casos para reducir los efectos negativos de las concentraciones altas de K. La clave comienza con la utilización de forraje de alta calidad y bajos niveles de K, y así lograr altos niveles de consumo de MS y mantener el aporte de minerales bajo control. Si las concentraciones de K se pueden mantener en 0.8% del total de la MS o menos, los elementos Ca, Mg y S pueden ser administrados en concentraciones recomendadas (pero en la concentración más baja). Sin embargo, resulta muy difícil encontrar forrajes con niveles de K suficientemente bajos como para mantener la dieta por debajo de 0.8% del total de la MS requerida por lo cual hay que actuar con mucha cautela. Agua fresca, limpia y en abundancia (*ad libitum*) debe ser provista en todo momento (Van Saun, 1991).

CONCLUSIONES

Programas de este tipo implican un reto para el productor ya que requieren de disciplina y compromiso para que todas las indicaciones se cumplan cabalmente. Las negociaciones y modificaciones en todo el proceso productivo, que son poco o nada exitosas en cualquier punto, incrementan el riesgo de un fracaso total. Particularmente, el estrés al parto debe ser intensamente combatido para evitar el riesgo de enfermedades al periparto e incrementar la probabilidad de éxito. Se puede establecer, que las fases del periodo seco necesitan varios niveles de nutrición y cuidados para cumplir con las respectivas demandas metabólicas durante todo este periodo y la subsiguiente lactación. La metafilaxis en vacas próximas a parir no se recomienda, ya que sostenemos que hay que privilegiar la cultura de la prevención apoyándonos en buenas prácticas de manejo y excelentes medidas de higiene en todo proceso. Finalmente, cuidando todos los detalles de manejo en forma correcta y asegurando el consumo adecuado de todos los nutrientes, todo esto junto, se convierte en elemento clave para el éxito en cualquier programa de producción lechera.

REFERENCIAS

Bell, A.W. W.S. Burhans, and T. R. Overton, 2000. Protein nutrition in late pregnancy, maternal protein reserves and lactation performance in dairy cows. Proc nutrition Soc. 59(1): 119-126.

Bertics, S.J., R.R. Grummer, C. Cadorniga-Valino, and E.E. Stoddard. 1992. Effects of prepartum dry matter intake on liver triglyceride concentration and early lactation. J. Dairy Sci. 75:1914-1922.

Botts, R.L., R.W. Hemken, and L.S. Bull.1979. Protein reserves in the lactating cow. J. Dairy Sci. 62:433-440.

Brydl, E. 1995. Prevention of metabolic disorders of dairy cow by multi-phase feeding strategy during peripartal period. Hung. Vet. J. 50:718-720.

De Koster J, M Hostens, M. Van Eetvelde, K Hermans, S Moerman, H Bogaert, E Depreester, W Van den Broeck, G Opsomer. 2015. Insulin response of the glucose and fatty acid metabolism in dry dairy cows a range of body condition scores. J Dairy Sci.;98 (7):4580-4592.

Días, F.M.,and F.R. Allaire. 1982. Dry period to maximize milk production over two consecutive lactation. J.Dairy Sci. 65:135-146.

Dirksen, G.U., H.G. Liebich., and E. Mayer, 1985. Adaptive changesof the ruminal mucosa and their functional and clinical significance. The bov. pract. 20:116-120.

Enevoldsen, C. and J.T. Sorensen. 1992. Effects of dry period length on clinical mastitis and other major clinical health disorders. J. Dairy Sci. 75:1007-1014.

Funk, D.A., A.E. Freeman, and P.J. Berger. 1987. Effects of previous days open, previous days dry, and present days open on lactation yield. J. Dairy Sci. 70:2366-2373.

Gearhart, M.A., C.R. Curtis, H.N. Erb, R.D. Smith, C.J. Sniffen, L.E. Chase, and M.D. Cooper. 1990. Relationships of changes in condition score to cow health in Holsteins. J. Dairy Sci. 73:3132-3140.

Grummer, R.R., S.J. Bertics, D.W. Lacount, J.A. Snow, M.R. Dentine, and R.H. Stauffacher. 1990. Estrogen induction of fatty liver in dairy cattle. J. Dairy Sci. 73:1537-1543.

Grummer, R.R. 1995. Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. J. Anim. Sci. 73:2820-2833.

Hayirli, A. and R.R. Grummer. 2004. Factors affecting dry matter intake prepartum in relationship to etiology of peripartum lipid-related metabolic disorders: A review. Can. J. Anim. Sci. 84 (3): 337-347.

Hjerpe, C.A. 1992. Vaccines and vaccination programs. In: Large Dairy Herd Management. Van Horn, H.H. and C.J. Wilcox (eds.). pp. 538-555.

Kuhn, M.T.; J.L Hutchison.; H.D Norman. 2006. Dry period length to maximize production across adjacent lactations and lifetime production. J. Dairy Sci. 89 (5):1713-1722.

Sandrum, A., 2015. Metabolic disorders in the transition period indicate that the dairy cow´s ability to adapt is overstressed. Animal (Basel) 5(4); 978-1020.

Sniffen, C.J., 1991. Grouping management and physical facilities. In: Dairy Nutrition Management.The Vet. Clin. Of North Amer: Food Anim. Pract. Sniffen, C.J.and T.H. Herd (eds.). 7:465-471.

Studer, V.A., R.R. Grummer, S.J. Bertics, and C.K. Reynolds. 1993. Effect of prepartum propylene glycol administration on periparturient fatty liver in dairy cows. J. Dairy Sci. 76:2931-2939.

Van Saun, R.J., (1991). Dry cow nutrition. In: Dairy Nutrition Management. The Vet. Clin. Of North Amer: Food Anim. Pract. C.J. Sniffen and T.H. Herd (eds.). 7:599-620.

Vazquez-Anon, M., S. Bertics, M. Luck, and R.R. Grummer. 1994. Prepartum liver try glyceride and plasma metabolites in dairy cows. J. Dairy Sci. 77:1521-1528.

Uso de la secuenciación genómica para estudiar los riesgos asociados con la presencia de Salmonella spp. en la cadena productiva de bovinos de carne en México

1. Introducción

La salmonelosis transmitida por alimentos es una de las principales preocupaciones de salud pública a escala global[1]. En este ámbito, México no es la excepción, pues la *Salmonella* no tifoidea (asociada con los animales de abasto), ocupó el segundo lugar como agente de infecciones humanas en 2016, según datos de la Secretaría de Salud (http://www.epidemiologia.salud.gob.mx/anuario/html/anuarios.html).

Dado que en el país no se dispone de un sistema activo de vigilancia epidemiológica, no es posible conocer los alimentos involucrados en las infecciones de origen alimentario. No obstante, investigaciones recientes de México y de otros países demuestran que los bovinos constituyen un importante reservorio de *Salmonella* spp[2-5].

En casi la totalidad de los estudios antes referidos, se sugiere que la presencia de *Salmonella*, en animales aparentemente sanos y en los productos que de ellos se derivan, constituye un riesgo para la salud. Además, se considera que el riesgo es aun mayor cuando las cepas aisladas son capaces de resistir a varios antibióticos empleados para tratar infecciones humanas. Sin embargo, son muy escasos los estudios que profundizan en los determinantes genéticos asociados con la habilidad para causar infecciones y los mecanismos de resistencia a antimicrobianos de las cepas obtenidas. Lo anterior es vital para identificar los factores que favorecen la persistencia de *Salmonella* en la cadena alimenticia y, por ende, para estimar los riesgos que estas cepas representan para la inocuidad de los alimentos y la salud pública.

Para atender esta problemática, el grupo de investigación del Laboratorio de Ciencia de la Carne (Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México), abrió recientemente una línea de investigación sobre estudios genómicos de las poblaciones de *Salmonella* presentes en la cadena de bovinos de carne en México. Con ello se espera contribuir a mejorar el conocimiento de las bases genéticas asociadas con el establecimiento, la persistencia y la diseminación de *Salmonella* en la cadena alimenticia y, por ende, a identificar medidas de control para minimizar el riesgo asociado con este patógeno, tanto en México como a escala global. En el presente trabajo se resumen los resultados más relevantes de los proyectos realizados recientemente por nuestro equipo de investigación.

2. Resumen de la metodología de investigación empleada

El Cuadro 1 describe el panel de 59 cepas, obtenido en investigaciones realizadas en 2013. Se incluyeron cepas de múltiples serotipos y ubicaciones geográficas distantes, todas asociadas con la especie bovina y obtenidas en diferentes segmentos de la cadena productiva: 39 en un rastro Tipo Inspección Federal ubicado en el norte de

México y las 20 restantes en puntos de venta de las ciudades de México y Guadalajara.

CUADRO 1. Número de cepas de Salmonella enterica recolectadas por serotipo, ubicación geográfica y segmento de la cadena productiva de bovinos de carne

UBICACIÓN	n	FUENTE DE AISLAMIENTO	SEROTIPO
Mexicali[1]	25	Contenido rectal	Montevideo
	4		Newport
	2		Muenster
	2		Reading
	1		Bergen
	4	Canales	Montevideo
	1	Cortes	Muenster
Ciudad de México[2]	4	Carne molida	Give
	4		Derby
	3		Muenster
	2		Senftenberg
Guadalajara[3]	4		Give
	2		Roodepoort
	1		London

[1]Rastro Tipo Inspección Federal (100 muestras de rectos, canales y cortes, 300 en total)
[2]Puntos de venta (supermercados, tianguis y mercados públicos, n=100)
[3]Puntos de venta (supermercados, tianguis y mercados públicos, n=50)

La detección y el aislamiento de *Salmonella* se realizó conforme a la Norma Oficial Mexicana vigente en 2013[6]. Las muestras presuntivas fueron confirmadas mediante la técnica de reacción en cadena de la polimerasa (PCR), utilizando el gen *invA* (284 pb), según métodos descritos previamente[7]. Además, se determinó el perfil de resistencia a antimicrobianos, por el método de Kirby-Bauer[8], utilizando un panel de 14 antibióticos incluidos en la lista de medicamentos esenciales de la Organización Mundial de la Salud (OMS)[9].

El genoma completo de las cepas se secuenció en un equipo Illumina MiSeq, utilizando el kit Nextera XT version 2 para preparar la biblioteca de ADN, con un inserto de 250 pb y una profundidad estimada mínima de 30X. Los datos de secuenciación se analizaron y depuraron con los programas FastQC y Trimmomatic, respectivamente. Por último, los genomas fueron ensamblados *de novo* con el algoritmo Spades[10] y anotados en el servidor RAST[11].

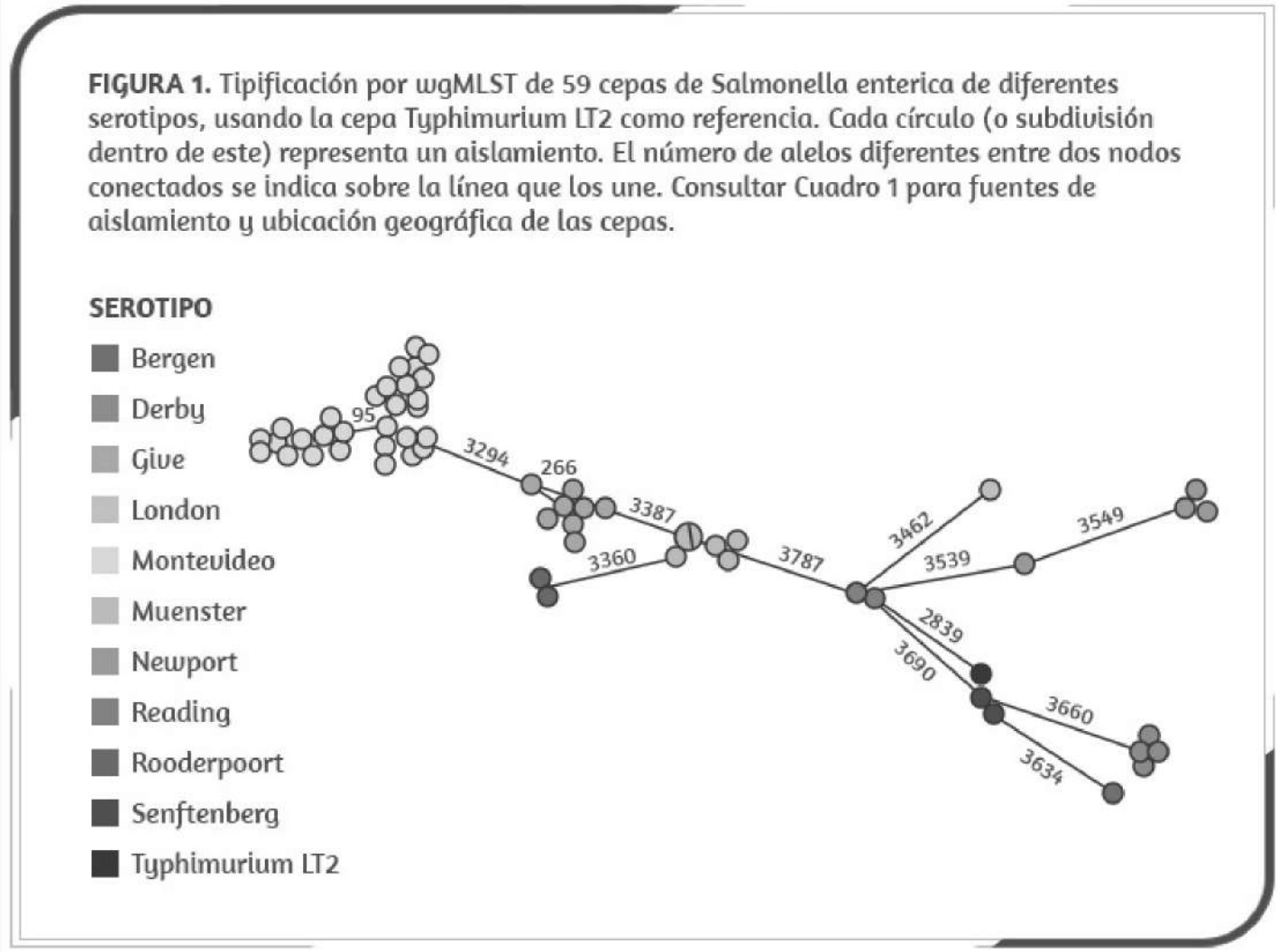
3. Los bovinos como reservorio de *Salmonella enterica*

Estos estudios mostraron que *Salmonella* puede encontrarse en altas frecuencias en las heces de bovinos aparentemente sanos. Lo anterior podría deberse al establecimiento del patógeno en granjas; o bien, al incremento en la excreción fecal del mismo, que suele ocurrir debido al estrés fisiológico de los animales durante el transporte y el manejo *ante mortem*[12]. Cabe destacar, no obstante, que las intervenciones antimicrobianas que se aplican en el rastro (retiro de materia fecal visible y tratamiento con vapor) reducen considerablemente la contaminación en canales y cortes, en los cuales el patógeno se presentó en niveles similares a los que se observan en países desarrollados[13].

4. La producción animal parece favorecer poblaciones de *Salmonella* con perfiles genómicos adaptados para sobrevivir en ciclos continuos de infección fecal-oral

La tipificación por multi-locus basada en la secuenación completa del genoma (wgMSLT, por sus siglas inglesas), permite determinar, con un alto poder discriminatorio, la diversidad genética de las poblaciones. En el caso de *Salmonella*, el wgMSLT agrupa las cepas considerando la similitud en la secuencia de 21,065 clusters de genes obtenidos a partir del pangenoma de 537 cepas. Este análisis, realizado en el servidor de Enterobase (http://enterobase.warwick.ac.uk), demuestra el origen fecal de la *Salmonella* presente en carne de bovino, debido a que aislamientos de canales y de cortes son prácticamente idénticos a los presentes en el contenido rectal (ver agrupación de cepas Montevideo y Muenster, Figura 1 y Cuadro 1). Además, evidenció la diseminación clonal de cepas en el país. Por ejemplo, aislamientos Give y Muenster, obtenidos en zonas separadas entre sí por 500-2000 km, resultaron prácticamente idénticos.

FIGURA 1. Tipificación por wgMLST de 59 cepas de Salmonella enterica de diferentes serotipos, usando la cepa Typhimurium LT2 como referencia. Cada círculo (o subdivisión dentro de este) representa un aislamiento. El número de alelos diferentes entre dos nodos conectados se indica sobre la línea que los une. Consultar Cuadro 1 para fuentes de aislamiento y ubicación geográfica de las cepas.



Es interesante notar que las cepas que conforman el subgrupo mayoritario (lado izquierdo de la Figura 1), representan el 76% de los aislamientos, cercanos entre sí a pesar de ser de diferentes serotipos y provenir de fuentes no relacionadas epidemiológicamente. Además, éstas muestran una evolución divergente con respecto al subgrupo minoritario, cuyos representantes se asemejan a Typhimirum LT2.

Dado que todas las cepas son de origen bovino, este patrón de diversidad genética sugiere que la presión evolutiva del nicho ecológico estudiado pudo haber favorecido la emergencia de genotipos menos virulentos hacia el bovino, creando "genovariedades" especializadas para sobrevivir en el mismo. Estas "genovariedades" adaptadas pueden persistir y diseminarse de forma más eficiente en la cadena productiva, por lo que resultan más preocupantes para la inocuidad de los alimentos y la salud pública.

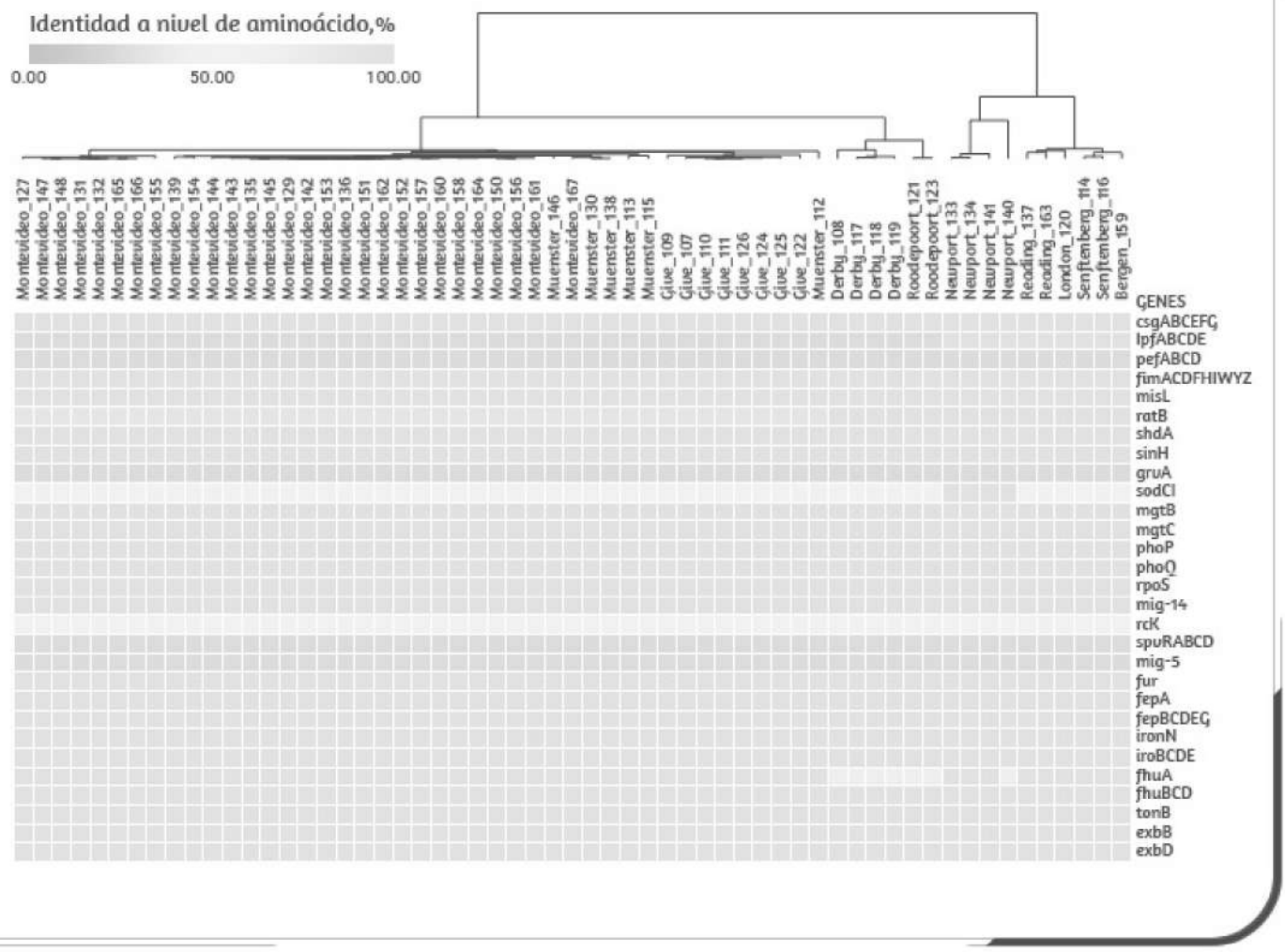
5. La adaptación a los bovinos no excluye el riesgo de infecciones humanas

Aunque las cepas de *Salmonella* estudiadas son capaces de infectar los bovinos sin provocar signos visibles de enfermedad, éstas poseen un repertorio conservado de genes de virulencia, por lo que su potencial para provocar infecciones humanas no debe descartarse.

Por ejemplo, aunque ninguna de las cepas presentó genes asociados con fenotipos de alta virulencia (ej. *spvRABCD*, *pefABCD*, *rcK*, *mig-5*), se observó que los factores asociados con adherencia intestinal (ej. *fimACDFHIWYZ*, *csgABCEFG*), captación de hierro (*fur, iroBCDE, fepBCDEG, fhuBCD, exbBD, tonB*) y activación y/o regulación de los mecanimos de invasión y de supervivencia intracelular (*phoPQ, fur, mgtBC, rpoS, mig-14*) están prácticamente

inalterados (Figura 2).

FIGURA 2. Perfil de virulencia de 59 cepas de *Salmonella enterica* asociadas con ganado bovino. Los genes están coloreados de acuerdo con el porcentaje de similitud a nivel de aminoácidos en relación con las proteínas de referencia en la Base de Datos de Factores de Virulencia[14]. El árbol en la parte superior muestra la agrupación de cepas con base en la distancia Euclideana.

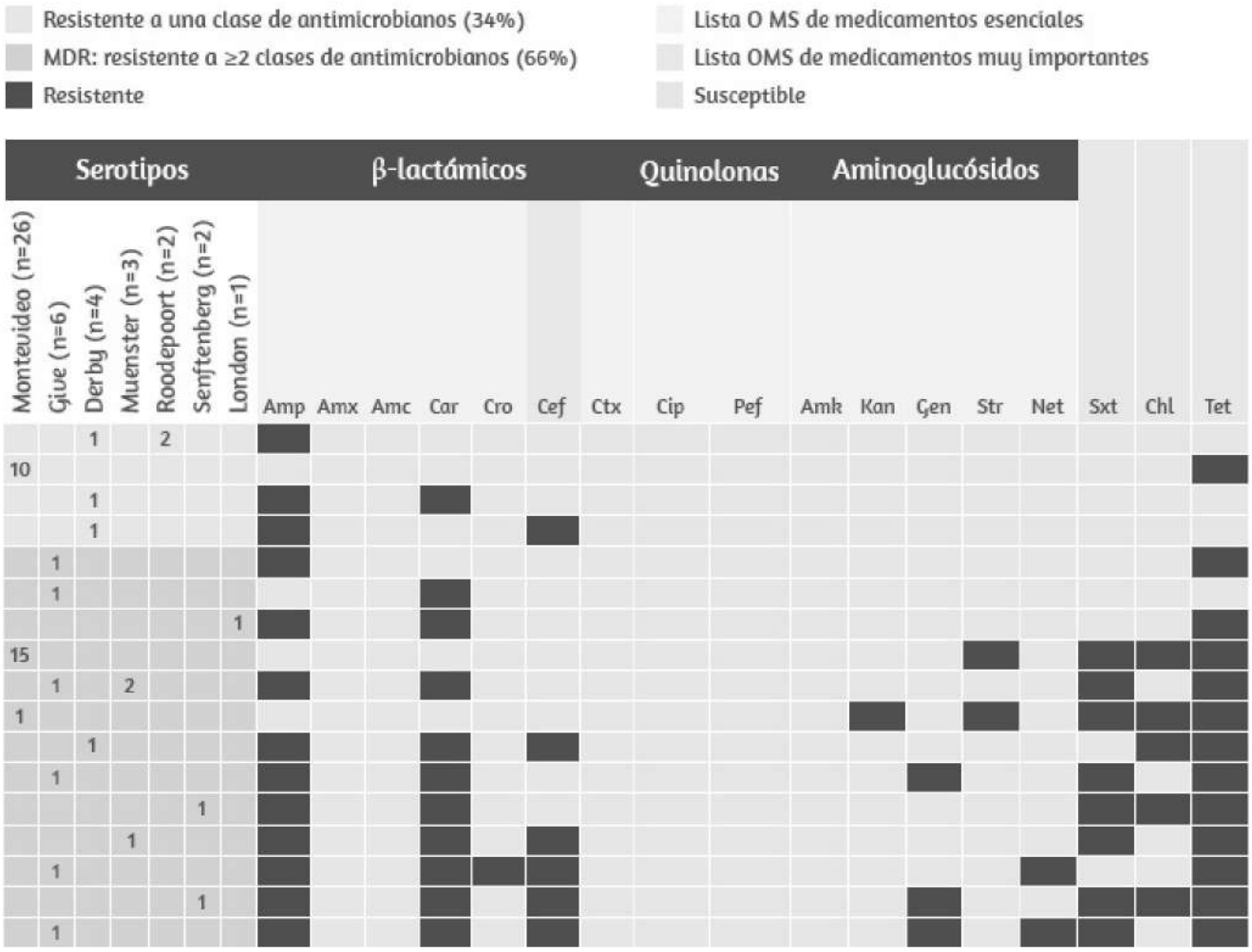


También se estudiaron las islas de patogenicidad (SPI, por sus siglas inglesas), las cuales se sabe que juegan un papel importante en la patogenia de *Salmonella*. Salvo algunas diferencias en genes de función desconocida, las SPI 1 a 5 están altamente conservadas en las cepas bajo estudio.

6. Preocupante perfil de resistencia a antimicrobianos

Las pruebas de susceptibilidad realizadas en un subgrupo de 44 cepas, demostraron que 66% de estas (casi 7 de cada 10) resisten dos o más clases de antibióticos (Figura 3), por lo que se consideran multi-resistentes (MDR). El perfil de MDR incluye varios de los fármacos considerados como medicamentos esenciales por la OMS[9].

FIGURA 3. Resultados de pruebas de susceptibilidad a antibióticos incluidos en la lista OMS de medicamentos esenciales en 44 cepas de *Salmonella enterica* asociadas con ganado bovino.



Amp, ampicilina; **Amx**, amoxicilina; **Amc**, amoxicilina ácido clavulánico; **Car**, carbenicilina; **Cro**, ceftriaxona; **Cef**, cefalotina; **Ctx**, cefotaxima; **Cip**, ciprofloxacino; **Pef**, pefloxacino; **Amk**, amikacina; **Kan**, kanamicina; **Gen**, gentamicina; **Str**, streptomicina; **Net**, netilmicina; **Sxt**, trimetoprim-sulfametoxazol; **Chl**, cloramfenicol; **Tet**, tetracilina

En general, el genotipo de resistencia explicó los fenotipos observados, excepto en betalactámicos, tetraciclina y quinolonas (Figura 4). En los dos primeros, se observó resistencia en algunas cepas, a pesar de que éstas no tenían genes específicos que explicaran tal fenotipo. Sin embargo, esto puede deberse a la presencia de bombas de eflujo, las cuales se sabe que pueden compensar la falta de genes de resistencia[15].

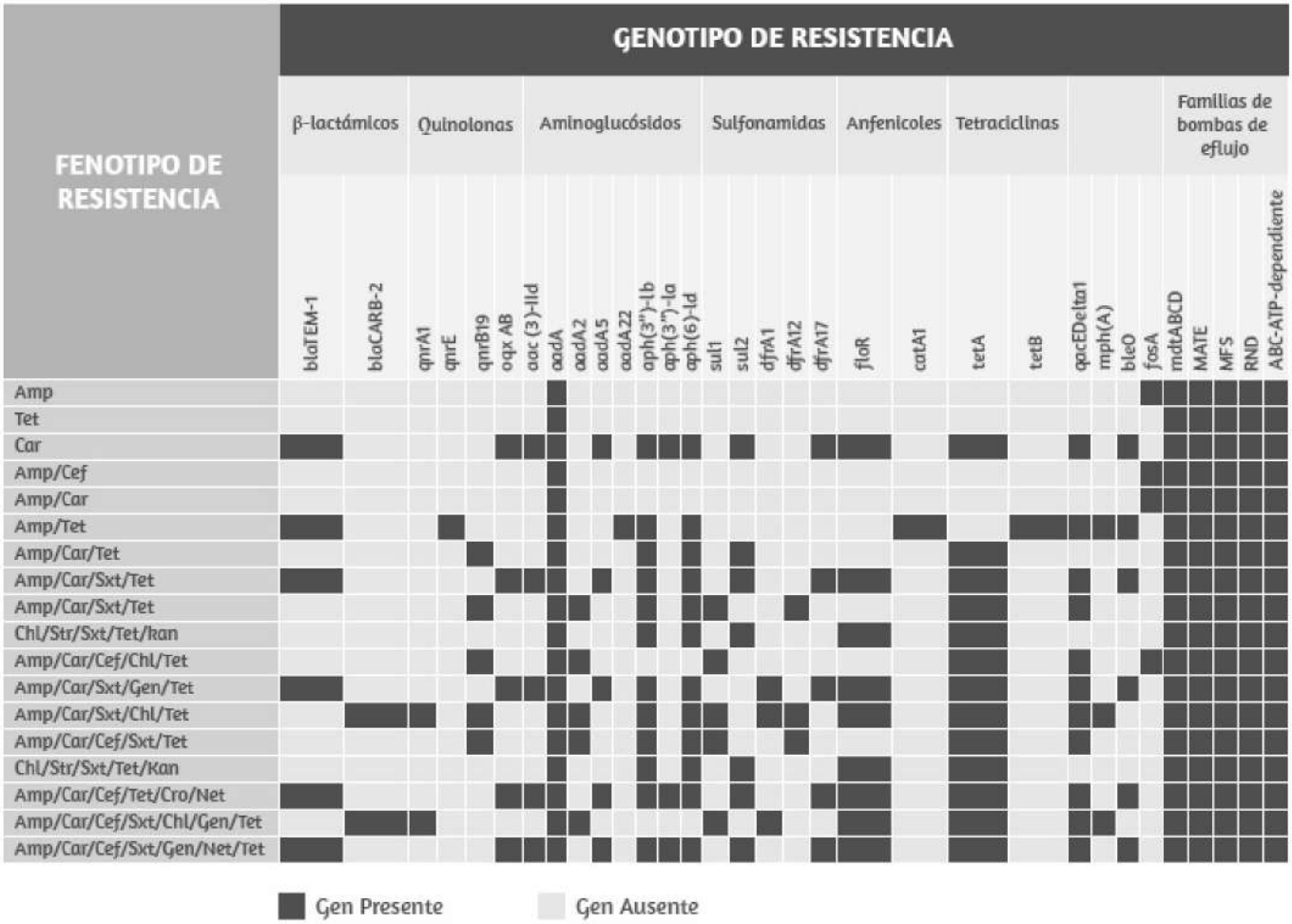
En el caso de las quinolonas, resulta preocupante la detección de genes de resistencia asociados con plásmidos (PMQR, por sus siglas inglesas). Aunque ningún aislamiento mostró resistencia a quinolonas, se sabe que los PMQR confieren bajos niveles de resistencia, inferiores al punto de quiebre utilizado como referencia en las pruebas de susceptibilidad. Esto podría resultar en niveles de resistencia superiores si el patógeno es desafiado con quinolonas en concentraciones terapéuticas[16].

También se detectaron genes de resistencia a fosfomicina y azitromicina, ambos en la lista OMS de medicamentos esenciales. Aunque éstos no fueron incluidos en las pruebas de susceptibilidad, varias cepas codifican factores de resistencia para ambos, por lo que existe el potencial de que el perfil de resistencia sea mucho más amplio que el observado.

Por último, se observó una amplia diseminación del gen *qacEDelta1*, que confiere resistencia a los compuestos de amonio cuaternario[17]. Esto evidencia la necesidad de revisar las prácticas de aplicación y sobre todo de rotación de desinfectantes en la producción de alimentos, con el fin de evitar la selección de cepas resistentes y, de esta forma, contribuir a su persistencia y diseminación en el ambiente.

En resumen, los resultados de resistencia a antimicrobianos evidencian la importancia de estos genes para la supervivencia y la diseminación del patógeno. Sin duda, su presencia en el genoma obedece al continuo estrés selectivo a que es sometida la bacteria, producto del empleo de agentes antimicrobianos en producción animal. La presencia en puntos de venta de “supercepas” capaces de resistir entre 4 y 7 antibióticos diferentes así lo confirma.

FIGURA 4. Genotipo de resistencia a antimicrobianos en 44 cepas de *Salmonella enterica* asociadas con ganado bovino.



Amp, ampicilina; **Amx**, amoxicilina; **Amc**, amoxicilina ácido clavulánico; **Car**, carbenicilina; **Cro**, ceftriaxona; **Cef**, cefalotina; **Ctx**, cefotaxima; **Cip**, ciprofloxacino; **Pef**, pefloxacino; **Amk**, amikacina; **Kan**, kanamicina; **Gen**, gentamicina; **Str**, streptomicina; **Net**, netilmicina; **Sxt**, trimetoprim-sulfametoxazol; **Chl**, cloramfenicol; **Tet**, tetracilina

7. Conclusiones

La secuenciación completa del genoma de cepas de *Salmonella* de origen no clínico, obtenidas a lo largo de la cadena de bovinos de carne en México, evidencia que éstas poseen una maquinaria de virulencia prácticamente intacta, así como un vasto repertorio de genes de resistencia a antibióticos. Lo anterior reafirma la necesidad de mejorar el control del patógeno desde las granjas, que es el segmento desde el que ocurre la diseminación. Por ejemplo, la aplicación de programas de monitero de infecciones subclínicas podría favorecer la detección oportuna y, por ende, el aislamiento de diseminadores potenciales.También se debe señalar la necesidad de optimizar el uso de antibióticos y desinfectantes en la producción de alimentos, para evitar que las prácticas zootécnicas favorezcan la emergencia de “supercepas”, mismas que pueden representar un serio desafío para la salud pública.

8. REFERENCIAS

1. WHO. 2015. WHO estimates of the global burden of foodborne diseases. Foodborne disease burden epidemiology reference group 2007-2015. World Health Organization, <http://www.who.int/foodsafety/areas_work/foodborne-diseases/ferg/en/>. Consultado: December 11, 2016.

2. Eguale, T. *et al.* Fecal prevalence, serotype distribution and antimicrobial resistance of Salmonellae in dairy cattle in central Ethiopia. *BMC microbiology* **16**, 20, (2016).

3. Cabrera-Diaz, E. *et al.* Occurrence, serotype diversity, and antimicrobial resistance of salmonella in ground beef at retail stores in Jalisco state, Mexico. *J Food Prot* **76**, 2004-2010, (2013).

4. Varela-Guerrero, J. A., Talavera-Rojas, M., Gutierrez-Castillo Adel, C., Reyes-Rodriguez, N. E. & Vazquez-Guadarrama, J. Phenotypic-genotypic resistance in Salmonella spp. isolated from cattle carcasses from the north central zone of the State of Mexico. *Trop Anim Health Prod* **45**, 995-1000, (2013).

5. Yin, M. *et al.* Prevalence and characterization of Salmonella enterica serovar in retail meats in market place in Uighur, Xinjiang, China. *Food Control* **64**, 165-172, (2016).

6. SSA. (Diario Oficial de la Federación. 15 de agosto de 1994, 1994).

7. Rahn, K., De Grandis, S. A., Clarke, R. C., Curtiss, R. & Gyles, C. L. Amplification of an invA gene sequence of Salmonella typhimurium by polymerase chain reaction as a specific method of detection of Salmonella. *Molecular and cellular probes* **6**, 271-279, (1992).

8. Bauer, A. W., Kirby, W. M., Sherris, J. C. & Turck, M. Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. *Am J Clin Pathol* **45**, 493-496, (1966).

9. WHO. WHO list of critically important antimicrobials for human medicine 5th revision. (2017). <http://who.int/foodsafety/publications/antimicrobials-fifth/en/>.

10. Bankevich, A. *et al.* SPAdes: a new genome assembly algorithm and its applications to single-cell sequencing. *J Comput Biol* **19**, 455-477, (2012).

11. Overbeek, R. *et al.* The SEED and the Rapid Annotation of microbial genomes using Subsystems Technology (RAST). *Nucleic Acids Research* **42**, D206-D214, (2014).

12. Gopinath, S., Carden, S. & Monack, D. Shedding light on Salmonella carriers. *Trends in microbiology* **20**, 320-327, (2012).

13. Rhoades, J. R., Duffy, G. & Koutsoumanis, K. Prevalence and concentration of verocytotoxigenic Escherichia coli, Salmonella enterica and Listeria monocytogenes in the beef production chain: a review. *Food Microbiol* **26**, 357-376, (2009).

14. Chen, L., Zheng, D., Liu, B., Yang, J. & Jin, Q. VFDB 2016: hierarchical and refined dataset for big data analysis--10 years on. *Nucleic Acids Res* **44**, D694-697, (2016).

15. Hur, J., Jawale, C. & Lee, J. H. Antimicrobial resistance of Salmonella isolated from food animals: A review. *Food Research International* **45**, 819-830, (2012).

16. Strahilevitz, J., Jacoby, G. A., Hooper, D. C. & Robicsek, A. Plasmid-mediated quinolone resistance: a multifaceted threat. *Clin Microbiol Rev* **22**, 664-689, (2009).

17. Wassenaar, T. M., Ussery, D., Nielsen, L. N. & Ingmer, H. Review and phylogenetic analysis of qac genes that reduce susceptibility to quaternary ammonium compounds in Staphylococcus species. *Eur J Microbiol Immunol (Bp)* **5**, 44-61, (2015).

El presente artículo se deriva de la siguiente publicación científica. Delgado Suárez et al. Whole genome sequencing reveals widespread distribution of typhoidal toxin genes and VirB/D4 plasmids in bovine-associated nontyphoidal Salmonella. Scientific Reports 8, Article number: 9864 (2018). DOI: 10.1038/s41598-018-28169-4.

Enfermedad del Valle de Seneca: Un riesgo inminente

Alicia Sotomayor-González[1*], María Elena Trujillo-Ortega[2], Rosa Elena Sarmiento-Silva[1], Carlos Rosales-Ortega[3]

1. Laboratorio de Virología e Inmunología, Departamento de Microbiología e Inmunología, FMVZ, UNAM. 2. Departamento de Medicina y Zootecnia de Cerdos, FMVZ, UNAM. 3. Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública, FMVZ, UNAM

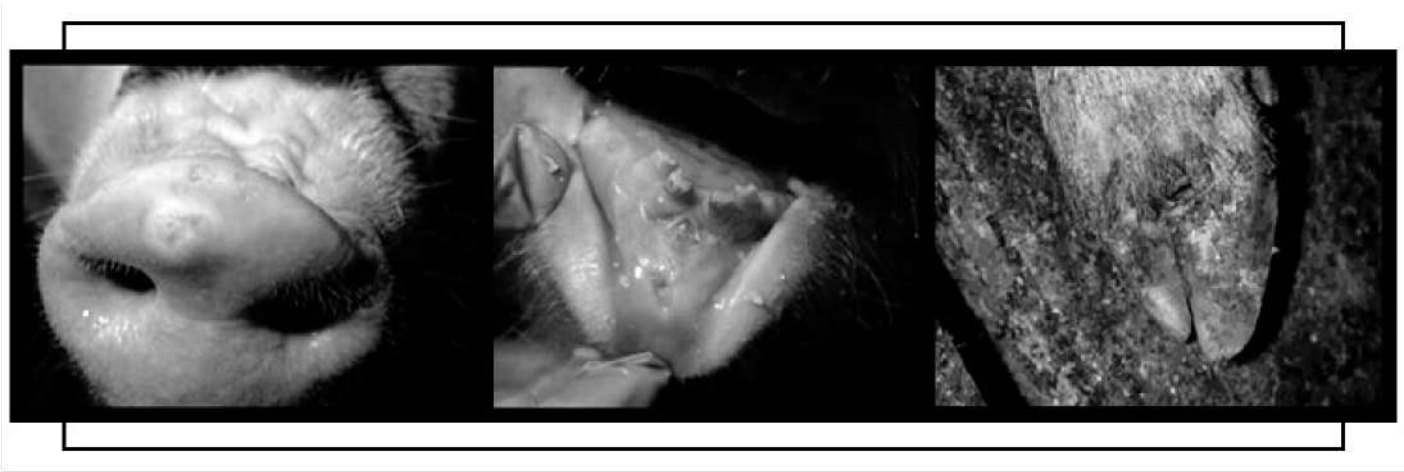
Los avances tecnológicos y la globalización que actualmente vivimos han propiciado el riesgo constante que durante muchos años fue más fácil de controlar: las enfermedades emergentes. En los últimos años nuestro país ha sufrido la llegada de diversas enfermedades en todas las áreas de producción. Desafortunadamente el área de producción de cerdos no fue la excepción y las enfermedades emergentes en porcinos han aumentado significativamente. El ejemplo más cercano en nuestro país ocurrió en el 2013 con la llegada del virus de diarrea epidémica porcina (DEPv) seguido por la posible presencia del delta-coronavirus agravando los casos (Trujillo-Ortega et al., 2016, Health and Welfare, 2014, Lara-Puente, 2017, Rivera-Benítez, 2016). Estas enfermedades implican mayores pérdidas económicas para los productores, sin mencionar el riesgo zoonótico de algunas de ellas.

Entre estas enfermedades, una de las que ha llamado la atención a partir del 2015 es conocida como Enfermedad del Virus del Valle de Seneca, debido a su presencia en Estados Unidos (EE.UU.) y Brasil, ocasionando brotes con elevada morbilidad y mayor mortalidad (Tousignant et al., 2017, Leme et al., 2017). El virus de Seneca es considerado un agente emergente, que causa enfermedad vesicular (EV), la cual clínicamente es indistinguible de otras (EV). Hay varias (EV) que afectan a los cerdos y que solo pueden diferenciarse por medio de pruebas de laboratorio: fiebre aftosa (FA), enfermedad vesicular del cerdo (EVC), estomatitis vesicular (EV) y Senecavirus A (SVA) (Vannucci et al., 2015, Segalés et al., 2016). De estas enfermedades con signología vesicular, solo la FA está contemplada por la OIE (Organización Mundial de la Sanidad Animal) en la lista única de enfermedades de declaración obligatoria y debido a la similitud de signos con el SVA obliga a realizar el diagnóstico diferencial con las consecuentes implicaciones en la movilización y sacrificio de cerdos (OIE, 2016).

A 1 y 2. Fiebre aftosa (A1 tomada de www.agriculture.gov.au, A2 tomada de http://www.cfsph.iastate.edu) B 1 y 2. Senecavirus A (B1 tomada de https://www.pig333.com, B.2 tomada de http://www.cresa.cat)

El virus del Valle de Seneca es un virus de RNA de una sola cadena, de sentido positivo, no envuelto que pertenece a la familia *picornaviridae*, género Senecavirus, familia Senecavirus A (SVA). El ARN genómico del SVA consiste en aproximadamente 7200 nucleótidos (nt). El genoma del virus tiene un único marco de lectura abierto (ORF) que codifica una poliproteína de aproximadamente 2180 aminoácidos (aa) (Leme et al., 2017, Venkataraman et al., 2008, Luo et al., 2017). A pesar de la alta variabilidad que caracteriza a los virus de RNA, la similitud de las cepas de SVA reportadas recientemente en Estados Unidos y Brasil es alta con 98-99% de homología y 95-97% de homología entre las cepas de EE. UU y los aislamientos brasileños recientes; sin embargo, muestran mucha diferencia con las cepas anteriores encontradas en EE. UU. (86-88%) (NA-PRRS-S, 2016). Se consideran cepas diferentes cuando existe una variabilidad mayor al 8% por lo que podría considerarse que es una nueva cepa la que circula actualmente.

El virus fue identificado por primera vez en 2002 como un contaminante en cultivos de células retinales fetales humanas (PER.C6) en un laboratorio ubicado en el Parque Estatal Seneca Creek, Maryland, EE. UU., lo que explica el nombre del virus y años más tarde fue aislado a partir de muestras de cerdos en Estados Unidos y Canadá. Históricamente, en los años 80s se reportaron casos en cerdos de una enfermedad vesicular desconocida en Nueva Zelanda, Australia y EE. UU. En Europa, los informes se realizaron en el Reino Unido en 2007 y en Italia en 2010. Sin embargo, en ese entonces no se conocía la enfermedad y no existía un diagnóstico para la misma, por lo cual permaneció sin diagnóstico, solo con los resultados negativos para la FA (Leme et al., 2017, Tousignant et al., 2017). En 2004, se reportaron brotes de enfermedad vesicular en cerdos de diferentes etapas de producción en Indiana, EE. UU. los que fueron diagnosticados como enfermedad vesicular idiopática del cerdo a falta de un agente conocido (Amass et al., 2004).



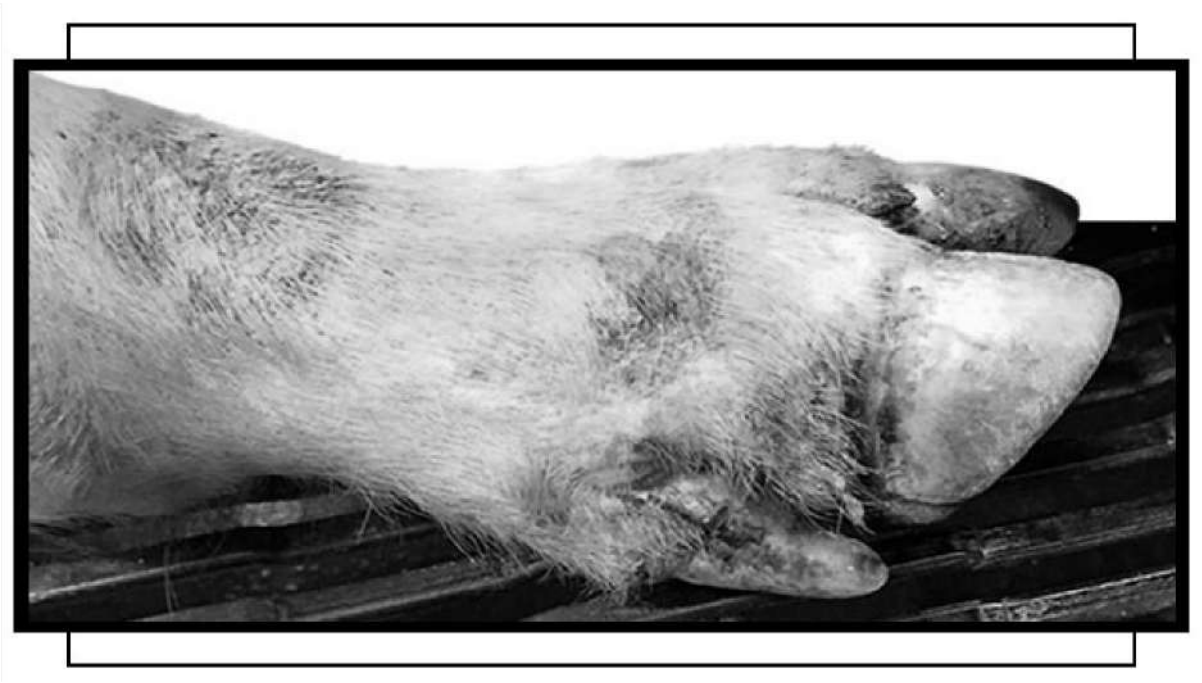
Lesiones pustulares observadas en Indiana, EE. UU. atribuidas a la ?enfermedad vesicular idiopática? (Imágenes tomadas de www.aasv.org)

Tiempo después en 2007 se presentó un brote de enfermedad vesicular en una instalación de producción en Minnesota, EE.UU. donde había 187 cerdos procedentes de Canadá de los cuáles 150 (80%) mostraban signos de enfermedad vesicular. La investigación epidemiológica de este brote mostró que los animales fueron negativos por PCR para fiebre aftosa, enfermedad vesicular del cerdo, estomatitis vesicular y exantema vesicular; sin embargo, al tenerse ya disponible el diagnóstico específico para el SVA los cerdos fueron positivos, siendo este encuentro la primera evidencia de la enfermedad vesicular por el virus de Seneca en el cerdo. Como se menciona anteriormente, el análisis genético de aislados del virus reveló un ancestro común y sugirió la introducción del SVA en la población porcina de los EE. UU (Tousignant et al., 2017).

A partir del 2015 la SVA ha tomado relevancia de tal modo que diversos grupos de investigación en EE.UU. se han abocado al estudio de la enfermedad y han presentado los avances de sus investigaciones en epidemiología, patología, virología y diagnóstico en los eventos científicos y técnicos de importancia en ese país. Un dato importante es que para diciembre de 2015 ya se tenían identificados más de 200 focos de SVA en EE.UU. (NA-PRRS-S, 2016).

Los primeros reportes de SVA fuera de EE.UU. corresponden a los notificados en Brasil (2014) donde se realizaron encuestas serológicas retrospectivas con sueros colectados desde 2007 y no se logró detectar al SVA con lo que se concluyó que el virus se introdujo en 2014. Otros reportes de SVA fuera de EE.UU. son en China (2015), en Tailandia y Canadá en 2016, y en Colombia 2017. Algo que se ha observado es que los brotes en los diferentes países citados han mostrado diferencias en morbilidad, virulencia y mortalidad. (Leme et al., 2017, Luo et al., 2017, Saeng-Chuto et al., 2017, Sun et al., 2017, Diseases, 2016).

Generalmente los signos clínicos característicos de las enfermedades vesiculares incluyen presencia de degeneración globular de las células epiteliales y la formación de microvesículas (pústulas) en la región cercana al hocico y en las patas (bandas coronarias, espolones y planta), así como cojera, letargo y disminución del consumo de alimento (NA-PRRS-S, 2016). En el caso del SVA las vesículas duran aproximadamente dos semanas y los otros signos suelen durar aproximadamente una semana. Le enfermedad afecta a todas las etapas de producción; en maternidad la morbilidad llega a ser hasta de 70% con aumento de mortalidad del 15 al 30% asociada a deshidratación por disminución en la producción de leche de la cerda y mortalidades de 5 a 30% en cerdos de engorda y reproductores (Tousignant et al., 2017, Leme et al., 2017, Leme et al., 2016). No se han reportado re-brotes en piaras previamente afectadas, sin embargo, la infección se vuelve endémica con infecciones subclínicas y la disminución de la inmunidad o introducción de reemplazos (Leme et al., 2017, Segalés et al., 2016).



Lesiones interdigitales, en las almohadillas plantares y en las bandas coronarias asociadas a SVA (imagen tomada de www.3tres3.com)

En cuanto a las lesiones macroscópicas que se pueden observar, se han reportado hemorragias petequiales en riñón y ulcerativas en lengua y coronarias. Neumonía intersticial, glositis diftérica, miocarditis linfocítica, degeneración globular del epitelio de transición de la vejiga y uréteres y encefalitis linfoplasmocítica (Leme et al., 2016). Aún se desconocen muchos aspectos de la patogenia de la infección por SVA y la respuesta inmune del huésped a la infección, por lo que es necesario impulsar la investigación para poder prevenir y controlar la enfermedad.

El diagnóstico de SVA se puede realizar por medio de pruebas de serología y a través de pruebas de biología molecular (Fowler et al., 2017, NA-PRRS-S, 2016, NA-PRRS-S, 2017). En cerdos de todas las edades el muestreo se puede realizar mediante hisopados de las pústulas abiertas, la muestra debe tomarse a partir de las dos primeras semanas de la aparición de las vesículas; En cerdas también se pueden tomar hisopos nasales y rectales así como fluidos orales hasta 9 semanas post-infección (Tousignant et al., 2017).

En EE. UU., en caso de un brote, las muestras son tomadas el día 0 de la aparición de signos clínicos por MVZs oficiales, las muestras se envían al Laboratorio Nacional de Servicios Veterinarios, donde se analizan para el virus de la fiebre aftosa (FA), SVA y el virus de estomatitis vesicular (EV) mediante RT-PCR en tiempo real. (Tousignant et al., 2017).

Con los reportes antes mencionados y las experiencias que se han tenido en Canadá, EE. UU., Colombia y Brasil, es importante conocer las estrategias que se pueden utilizar para programas de vigilancia y prevención. A la fecha el tema de enfermedades emergentes y reemergentes de riesgo para México ya se viene discutiendo en reuniones técnicas y científicas como el Congreso AMVEC y la Reunión Anual de CONASA, para actualizar y concientizar a los implicados en la sanidad y producción porcícola (Lara-Puente, 2017).

En México el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), es el encargado de vigilar las enfermedades que no se encuentran en el territorio nacional, pero con riesgo de ingresar al país (SENASICA, 2017). Cualquier caso de una enfermedad vesicular se debe notificar a la autoridad, en apego al ?

Acuerdo mediante el cual se dan a conocer en los Estados Unidos Mexicanos las enfermedades y plagas exóticas y endémicas de notificación obligatoria de los animales terrestres y acuáticos?. En esta lista los virus causantes de enfermedades vesiculares como FA y SVA están clasificados en el Grupo 1 que corresponden a enfermedades que deben notificarse en forma inmediata. Por tal motivo es crítica la notificación de estos casos para evitar y prevenir la difusión en caso de que se presenten.

Referencias

AMASS, S. F., SCHNEIDER, J. L., MILLER, C. A., SHAWKY, S. A., STEVENSON, G. W. & WOODRUFF, M. E. 2004. Idiopathic vesicular disease in a swine herd in Indiana. Journal of Swine Health and Production, 12, 192-196.

DISEASES, I. S. F. I. 2016. Senecavirus A Canada: (Ontario) Swine,. ProMED-Mail Archive Number: 20161009.4546471.

FOWLER, V. L., RANSBURGH, R. H., POULSEN, E. G., WADSWORTH, J., KING, D. P., MIOULET, V., KNOWLES, N. J., WILLIAMSON, S., LIU, X., ANDERSON, G. A., FANG, Y. & BAI, J. 2017. Development of a novel real-time RT-PCR assay to detect Seneca Valley virus-1 associated with emerging cases of vesicular disease in pigs. J Virol Methods, 239, 34-37.

HEALTH, E. P. O. A. & WELFARE 2014. Scientific Opinion on porcine epidemic diarrhoea and emerging porcine deltacoronavirus. EFSA Journal, 12, 3877-n/a.

LARA-PUENTE, H. Algunas Enfermedades Exóticas de Riesgo Inminente. LI Congreso Nacional Asociación Mexicana de Veterinarios Especialistas en Cerdos, 2017 Queretaro, México. 64-65.

LEME, R. A., ALFIERI, A. F. & ALFIERI, A. A. 2017. Update on Senecavirus Infection in Pigs. Viruses, 9.

LEME, R. A., OLIVEIRA, T. E., ALCANTARA, B. K., HEADLEY, S. A., ALFIERI, A. F., YANG, M. & ALFIERI, A. A. 2016. Clinical Manifestations of Senecavirus A Infection in Neonatal Pigs, Brazil, 2015. Emerg Infect Dis, 22, 1238-41.

LUO, T., XU, S., XIONG, J., SU, D. & HE, D. 2017. Complete Genome Sequence of Senecavirus A Strain SVV HN16 Identified in China. Genome Announc, 5.

NA-PRRS-S. In: BECKY EAVES, K. S. U., ed. North American PRRS Symposium, 2016 Chicago, Illinois, US. 143.

NA-PRRS-S. In: FRANCINE ROWLAND, K. S. U., ed. North American PRRS Symposium /National Swine Improvement Federation Joint Meeting, 2017 Chicago, Illinois, US. 126.

OIE. 2016. Available: http://www.oie.int/es/sanidad-animal-en-el-mundo/oie-listed-diseases-2017/.

RIVERA-BENÍTEZ, F. IDENTIFICACIÓN DE CORONAVIRUS ASOCIADOS A DIARREAS AGUDAS EN LECHONES L Congreso Nacional Asociación Medicos Veterinarios Especialistas en Cerdos, 2016 Veracruz, México.

SAENG-CHUTO, K., RODTIAN, P., TEMEEYASEN, G., WEGNER, M. & NILUBOL, D. 2017. The first detection of Senecavirus A in pigs in Thailand, 2016.

SEGALÉS, J., BARCELLOS, D., ALFIERI, A., BURROUGH, E. & MARTHALER, D. 2016. Senecavirus A: An Emerging Pathogen Causing Vesicular Disease and Mortality in Pigs? Veterinary Pathology, 54, 11-21.

SENASICA. 2017. Available: www.gob.mx/senasica.

SUN, D., VANNUCCI, F., KNUTSON, T. P., CORZO, C. & MARTHALER, D. G. 2017. Emergence and whole-genome sequence of Senecavirus A in Colombia. Transbound Emerg Dis, 64, 1346-1349.

TOUSIGNANT, S. J. P., BRUNER, L., SCHWARTZ, J., VANNUCCI, F., ROSSOW, S. & MARTHALER, D. G. 2017. Longitudinal study of Senecavirus a shedding in sows and piglets on a single United States farm during an outbreak of vesicular disease. BMC Vet Res, 13, 277.

TRUJILLO-ORTEGA, M. E., BELTRAN-FIGUEROA, R., GARCIA-HERNANDEZ, M. E., JUAREZ-RAMIREZ, M., SOTOMAYOR-GONZALEZ, A., HERNANDEZ-VILLEGAS, E. N., BECERRA-HERNANDEZ, J. F. & SARMIENTO-SILVA, R. E. 2016. Isolation and characterization of porcine epidemic diarrhea virus associated with the 2014 disease outbreak in Mexico: case report. BMC Vet Res, 12, 132.

VANNUCCI, F. A., LINHARES, D. C. L., BARCELLOS, D. E. S. N., LAM, H. C., COLLINS, J. & MARTHALER, D. 2015. Identification and Complete Genome of Seneca Valley Virus in Vesicular Fluid and Sera of Pigs Affected with Idiopathic Vesicular Disease, Brazil. Transboundary and Emerging Diseases, 62, 589-593.

VENKATARAMAN, S., REDDY, S. P., LOO, J., IDAMAKANTI, N., HALLENBECK, P. L. & REDDY, V. S. 2008. Structure of Seneca Valley Virus-001: an oncolytic picornavirus representing a new genus. Structure, 16, 1555-61.

Interacción entre factores de riesgo epidemiológico asociados a la infección por Cystoisospora suis en granjas porcinas intensivas

Resumen

Se condujo una investigación con la finalidad de determinar la interacción entre factores epidemiológicos y la infección por *Cystoisospora suis* en granjas porcinas. Para el estudio se procesaron muestras fecales con una técnica copro-parasitológica. Se encontró *C. suis* en 82,1% de las granjas. Mediante un análisis multivariado se determinó interacción entre varios factores epidemiológicos, y a su vez con el grupo de granjas que resultaron negativas. Se concluye que la interacción entre factores epidemiológicos minimiza las posibilidades de sobrevivencia del parásito dentro de las parideras, y por tanto se deberían tomar en consideración en programas de control.

Palabras clave: Coccidias, Epidemiológico, Granjas, Porcinos, Protozoarios, Venezuela.

Introducción

Cytoisospora suis es un parásito Apicomplexa que causa diarrea amaillenta en lechones lactantes. En la actualidad, la Cistoisosporosis porcina puede ser controlada con medicación profiláctica empleando toltrazuril, en combinación con buenas medidas sanitarias. Sin embargo, el protozoario se encuentra presente en cualquier tipo de granja y época del año. El propósito de esta investigación fue determinar la interacción entre factores de riesgo epidemiológico y la infección por *C. suis* en granjas porcinas intensivas.

Marco Teórico

La epidemiología de la Cystoisosporosis porcina aún sigue siendo confusa ya que hay diversos criterios sobre cómo inicia la infección en las parideras (Lindsay *et al*, 1997). La presencia de *C. suis* se encuentra condicionada a factores dependientes del medio ambiente tales como tamaño de la granja, desinfectantes, programas de desinfección, entre otros (Cordero del Campillo *et al*, 1999). Actualmente, el uso intensivo de las maternidades y el incremento en el número de madres traen como consecuencia que las jaulas paritorias no se desinfecten adecuadamente, por tanto aumenta la incidencia del protozoario. El tamaño de la granja puede afectar la presencia del protozoario (Holm, 2001), sin embargo, existen estudios que demuestran que no existe asociación estadística entre *C. suis* con respecto al tipo y tamaño de la explotación (Farkas *et al*, 2004). Existen estudios que demostraron disminución de la prevalencia en camadas criadas en pisos plásticos, debido al menor contacto de los lechones con sus heces (Heylen *et al*, 2004).

Materiales y Métodos

Se incluyeron sesenta y siete explotaciones porcinas con manejos intensivos. Las granjas se clasificaron según su tamaño, tipo de piso de maternidad y manejo sanitario. De acuerdo al tamaño se clasificaron en pequeñas (< 150 madres), medianas (150 ? 500 madres) y granjas grandes (> 500 madres). Según el piso, granjas con piso plástico, piso sólido y piso mixto. Con respecto al manejo sanitario se propuso una clasificación según el impacto sanitario sobre el protozoario en: dispositivos de bajo impacto sanitario (actúan indirectamente sobre los mecanismos condicionantes de enfermedad), y alto impacto (actuan de forma directa sobre la sobrevivencia, multiplicación y proliferación) (Cordero del Campillo *et al*, 1999). Para la determinación parasitaria, se colectaron muestras fecales en 10% de las camadas existentes de cada granja. En cada granja se aplicó una encuesta epidemiológica. Las muestras se cultivaron a temperatura ambiente en una solución de dicromato de potasio al 2,5% durante 24 h (Hendrix, 1999), y luego se empleó una técnica de centrifugación ? flotación empleando una solución de azúcar ? sal (1 L de solución saturada de NaCl más 500 g de azúcar) (Henriksen y Christensen, 1992). La visualización e identificación de ooquistes se hizo con un microscopio inocular, usando magnificación de 10 y 40X. Una granja fue definida como positiva si al menos se encontraba una muestra positiva a la presencia de ooquistes. Los resultados se analizaron mediante un método multivariado de Análisis por Correspondencias Múltiples (ACM) para establecer interacciones entre las variables.

Resultados y discusión

Se encontró *Cystoisospora suis* en 55 de 67 granjas examinadas (82,1%). La interacción entre algunos factores de riesgo y la infección por *C. suis* se realizó mediante un análisis multivariado, ya que la dinámica de la cystoisosporosis porcina debe ser entendida desde un punto de vista multifactorial. En la Tabla 1 se muestran las tres clases resultantes del ACAJ, y se observa que la clase 3 resultó con once valores negativos, lo que indica que hubo asociación estadística (P < 0,05) entre la ausencia de infección y esta clase.

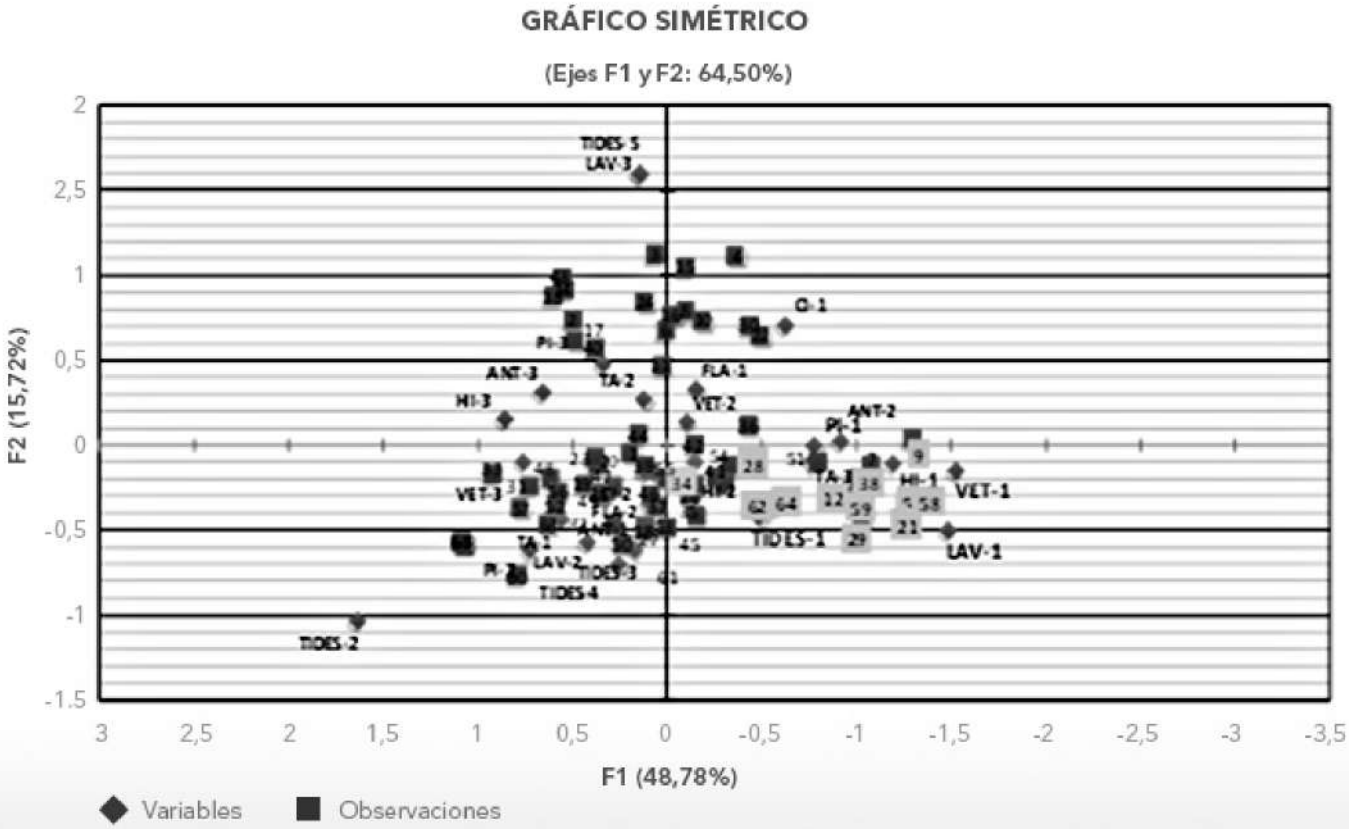
TABLA 1. Clases resultantes del Análisis de Clasificación Ascendente Jerárquico (ACAJ).
P < 0,05 (existen diferencias significativas)

CLASE	TOTAL	POSITIVAS	NEGATIVAS	X^2	P
1	37	36	1	48,87	0,0000
2	17	17	0		
3	13	2	11		

En la **Figura 1** se muestra la representación gráfica de los dos ejes que muestran las asociaciones entre las variables cualitativas y las granjas con 64,5% de la variabilidad asociada a las variables cualitativas estudiadas. En este caso se muestra con claridad que en el cuadrante IV se encuentran aquellas granjas que resultaron negativas a la infección (marcadas en amarillo y agrupadas en la clase 3) las cuales están asociadas a la presencia de Veterinario fijo (Vet-1), glutaraldehído (Tides-1), protocolo 1 (Lav-1) y buena higiene (Hi-1), así como pisos plásticos (Pi-1) y tamaño grande (Ta-3). Sin embargo, se aprecia que las granjas Nº 7 y 51 ubicadas en el mismo cuadrante y en la clase 3, resultaron positivas a la infección. En los cuadrantes I, II y III se encuentran el resto de granjas positivas, y asociadas a todas las modalidades o categorías relacionadas con las clases 1 y 2. Cuando se analizan los resultados de forma multivariada, se aprecia la interacción entre las variables estudiadas, el protocolo 1 (remojado + hidrojet + desinfección con glutaraldehído + remojo de paletas) aplicado a unidades paritorias con

pisos de paleta plástica y medidas de bajo impacto sanitario (buena higiene), así como la permanencia del Veterinario en la granja, son modalidades que estuvieron asociadas entre ellas y a su vez con el grupo de granjas que resultaron negativas a *C. suis*

FIGURA 1. Gráfico simétrico de las variables independientes y las granjas



Conclusión

Se concluye que las interacciones existentes entre algunos factores de riesgo epidemiológico y el protozoario pudieran ser utilizadas para establecer programas de control de la Cystoisosporosis porcina.

Referencias bibliográficas

Cordero del Campillo, M; Hidalgo, M; Díez, N. (1999). Parasitosis del cerdo. Eimeriosis e Isosporosis. En: Parasitología Veterinaria. 1ª edición. (Editores: Cordero del Campillo, M; Rojo Vazquez, F.A; Martinez Fernández, A.R; Sanchez Acedo, M.C; Hernández Rodríguez, S; Navarrete Lopez-Cozar, I; Díez Baños, P; Quiroz Romero, H; Carvalho Varela, M) Editorial McGraw-Hill. Interamericana, Madrid, España. pp: 451 ? 456.

Farkas, R; Szeidemann, Z; Majoros, G. (2004). Prevalence and Geographical distribution of Isosporosis in swine farms of Hungary. In: Proceedings of the 18th IPVS Congress, Hamburg, Germany. Vol 1: 314.

Hendrix, C. (1999). Diagnóstico Parasitológico Veterinario. Editorial Harcourt Brace. 2da edición. Madrid, España. 1999: 325 pp.

Henriksen, S; Christensen, J. (1992). Demonstration of *Isospora suis* oocysts in faecal samples. Vet. Rec. 131: 443 ? 444.

Heylen, P; De Smet, H; Vyt, P; Gevaert, D. (2004). Routine coprological confirmation of the history of Isosporosis in 10 ? 18 day old piglets. Vlaams. Diergeneeskundig .Tijdschrift. 73: 420 ? 423.

Holm, A. (2001). Coccidiosis in piglets seen from the point of view of the practising veterinarian. Parasitol. Res. 87: 357 ? 359.

Lindsay, D; Dubey, J; Blagburn, B. (1997). Biology of *Isospora* spp. from Humans, Nonhuman Primates, and Domestic Animals. Clin. Microbiol.Rev. 10 (1): 19 ? 34.

Las 7 herramientas básicas como instrumento de mejora en la industria porcícola

La mejora consistente de procesos constituye un mecanismo para impactar favorablemente en los resultados de cualquier operación, una secuencia ordenada y sistemática que ha demostrado ser eficiente en la solución de desviaciones e identificación de áreas de oportunidad se conoce como las "7 herramientas básicas para la calidad", mismas que surgieron en Japón como resultado de la necesidad por mejorar los procesos e incrementar la rentabilidad de las empresas. Este conjunto de herramientas, aunque sencillas en apariencia, han demostrado ser útiles en todo tipo de empresas y procesos; en este artículo se abordarán ejemplos de la aplicación de las "7 herramientas básicas para la calidad" a lo largo de la cadena de valor de carne de cerdo, sin embargo es adecuado mencionar que el uso de esta metodología es ilimitado y que los ejemplos aquí descritos pretenden ilustrar las bondades de la metodología, sin ser limitativo.

Dentro de las 7 herramientas básicas para la calidad existen herramientas para analizar datos, mientras que otras son empleadas para identificar áreas de oportunidad, éstas se describen en la **tabla 1:**

TABLA 1. HERRAMIENTAS BÁSICAS PARA LA CALIDAD Y SU PROPÓSITO.

HERRAMIENTA	PROPÓSITO
Hoja de verificación	Identificación
Estratificación	Análisis
Diagrama causa – efecto	Identificación
Histograma	Identificación
Gráfico de Dispersión	Análisis
Diagrama de Pareto	Identificación
Gráfico de Control	Análisis

1.-Hoja de verificación:

La primer herramienta que se utiliza es la hoja de verificación, esta herramienta permite recolectar datos en un formato lógico y útil. El diseño de la hoja de verificación es importante ya que a partir de ésta se efectúa el levantamiento de los datos que se utilizarán para análisis posteriores.

La metodología de recolección de datos debe ser clara para las personas a cargo de anotar los valores, mismos que deben estar familiarizados con la fuente de información y conocer la definición de cada uno de los conceptos que integran la hoja de verificación. Los tipos de hoja de verificación son: Hoja para registro de datos, ?check list? o bien hoja de localización; el tipo de hoja a seleccionar depende del perfil del usuario a cargo de recolectar la información. Mediante la hoja de verificación recolectamos información como: ganancia de peso diaria, consumo de alimento, mortalidad, estado de naves, registro de lavado de implementos, y en general, cualquier utilidad donde se requiera registrar y documentar procesos está sujeta al uso de una hoja de verificación.

2.-Estratificación:

La estratificación consiste en separar la información en ?estratos? ó bloques de datos que comparten características similares. Mediante la estratificación es posible identificar el comportamiento de las variables asociadas a la calidad en grupos que presentan composición uniforme, por ejemplo: misma edad, misma zona geográfica, mismo lugar de nacimiento, misma planta de alimento, etc. Al agrupar los elementos a analizar en estratos será posible identificar aquellas características que comparten y que los diferencian de otros estratos.

3.-Diagrama causa ? efecto:

El diagrama causa ? efecto es también conocido como diagrama de Ishikawa ó de ?espina de pescado? debido a la forma de esqueleto de pescado que presenta su estructura. La cabeza del pescado se coloca el efecto (causa de desviación ó bien situación ideal a investigar), en los extremos de las espinas se colocan las causas, mismas que se agrupan en 5 categorías, conocidas como las 5M (Materiales, Método, Mano de Obra, Medio Ambiente y Maquinaria). La determinación de las causas procede de una tormenta de ideas donde participen los miembros del equipo de mejora, una vez colocadas las causas en el diagrama, de acuerdo a la categoría correspondiente, se determina la causa raíz que impacta en mayor medida en el efecto.

4.-Histograma:

El histograma es un gráfico de barras donde se muestra la frecuencia de ocurrencia de cada grupo de clase, la forma típica del histograma es una campana, es decir que el dato con mayor frecuencia se ubica en el centro del gráfico. Mediante la construcción del histograma podremos inferir la dispersión de los datos a la vez que es posible calcular el coeficiente de variación de los datos. Mediante un histograma es posible analizar la distribución de peso de una población (cerdos vivos, canales, producto empacado, cortes primarios, etc.).

5.-Gráfico de dispersión:

La finalidad de un gráfico de dispersión es detectar la relación existente entre dos variables (una dependiente y otra independiente), el gráfico consta de 2 ejes donde se dibujan puntos correspondientes a la coordenada de los valores que lo identifican; una vez trazados se determina la ?correlación? existente entre las dos variables, mediante el cálculo matemático de este valor (correlación = r).

6.-Diagrama de Pareto

El principio de Pareto establece que ?El 80% de los problemas obedece al 20% de las causas?, para identificar las

causas que representan el grueso del impacto en la mejora de procesos se utiliza el diagrama de Pareto, el cual se representa por barras ordenadas de mayor a menor, a partir del eje Y y en el eje Y secundario es posible identificar el porcentaje de contribución de cada barra, además del porcentaje acumulado (en efecto, para detectar el 80% de las desviaciones); otro de los corolarios de Pareto menciona que ?es mas fácil reducir una barra alta a la mitad, que desaparecer una barra pequeña?, ante tal afirmación se deduce que el mayor impacto en la mejora del proceso se logra al identificar y atacar áreas de oportunidad que representen un alto porcentaje. La aplicación práctica del diagrama de Pareto es muy amplio, como ejemplos podemos citar su utilidad para identificar y reducir causas de quejas de clientes, detectar causas de mortalidad, reducir tiempos muertos en proceso, entre otras aplicaciones.

7.- Gráfico de Control.

El gráfico de control permite conocer el comportamiento de una característica de calidad a través del tiempo, además es útil para determinar cuándo un proceso se encuentra dentro de control estadístico, de acuerdo a la variación permitida. Los gráficos de control pueden construirse a partir de variables (datos continuos, por ejemplo peso en kgs., pH, Temperatura, ganancia diaria, consumo de alimento) o bien a partir de variables (del tipo pasa-no pasa, presente-ausente, unidades defectuosas, defectos por unidad), se aplica cuanto existe un parámetro de comparación entre el criterio de aceptación o rechazo para una característica dada. La variación permitida en el proceso se define en función de la cantidad de desviaciones estándar (Sigma) que se acepte, cuyo valor puede ser 1, 2 o 3 Sigma. Mediante la construcción del gráfico de control es posible identificar patrones de comportamiento de los datos y predecir su comportamiento, por lo tanto puede anticiparse cualquier potencial desviación.

CONCLUSIÓN

A manera de conclusión puede establecerse que las ?7 herramientas básicas? constituyen una metodología sencilla y práctica cuya aplicación exitosa depende de la capacitación adecuada a los usuarios, presentan la bondad de poder ser interpretadas por todo tipo de personas, sin importar su formación académica ya que se trata en general de herramientas de carácter visual, la recomendación es que se difunda a todos los elementos de la organización que participan en cualquiera de los procesos de la cadena de valor.

Esta herramienta presenta la facultad de poder incorporarse en programas de calidad en conjunto con otras metodologías (Por ejemplo: las 5?s, Hoshin Kanri, QFD, etc.) ya que estas herramientas son de aplicación en programas de mejora continua.