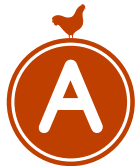




Pecuarios.com
Biblioteca Digital



Avicultura.mx



Ganaderia.com



Porcicultura.com



Avicultura.mx



Ganaderia.com



Porcicultura.com

VOLUMEN 4 | ENERO - FEBRERO 2026

ISSN-e: 2992-7293

COMITÉ EDITORIAL

Director:

Luis Felipe Islas Guerra

luis@pecuarios.com

Director Adjunto:

Manuel Pérez Menéndez

manuel@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 Digital Año 4, Vol. 4, Núm 19, Enero - Febrero 2026, 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 © 2022-2026, Pecuarios.com Última actualización: 1 de Enero de 2026.

CONTENIDO:

Avicultura.mx

Efectos de los ácidos húmicos en la viscosidad y permeabilidad intestinal y producción de amoníaco en un modelo de restricción alimenticia de 24 h. que induce permeabilidad en pollos de engorda 05

Autores: **Jesús Adonai** Maguey González | **Bruno** Solís Cruz | **Daniel** Hernández Patlan

Rubén Merino Guzmán | **Xochitl** Hernández Velasco | **Sergio** Gómez Rosales | **Guillermo** Téllez Isaías

La avicultura: una actividad que va más allá de producir 32

Autor: **Oswaldo** Ahuatzin Vázquez

Medición de la productividad en lotes de parrilleros 42

Autor: **Ricardo** Hume

Ganaderia.com

Cultivos consorciados para producción de ensilaje bajo sistemas integrados de producción agropecuaria -SIPA- 49

Autor: **Sergio Giovanni** Espinosa Villafuerte

Desarrollo de índices de selección como evaluaciones genéticas en ganado simmental y simbrah para la producción de carne en México 62

Autor: **Vilma Xhunashi** García Mateos

Importancia de los ácidos grasos volátiles en la alimentación de los bovinos 76

Autora: **Susana Cristina** Tamez Villarreal

Prevalencia del virus de la diarrea viral bovina en México y su implicación en programas de vacunación en bovinos 91

Autores: **Ninnet E.** Gómez Romero | **Antonio** Verdugo Rodríguez | **Francisco Javier** Basurto Alcántara

CONTENIDO:

Ganaderia.com

Principales pruebas de calidad de leche, factores que la afectan y cómo corregirlos 105

Autor: Iván Carrisoza Urbina

Tratamiento de hernias umbilicales en bovinos mediante el uso de malla quirúrgica de polipropileno 125

Autor: Alejandro Bailón Blanco

Porcicultura.com

Cómo elevar el porcentaje de concepción y el número de lechones nacidos en cerdas primerizas y en cerdas multipartos 137

Autor: Israel Tonathiu Cortés Hernández

El cochinito, la alcancía del pueblo 151

Autor: Francisco Baca Mejía

Hermetia illucens una alternativa para el aprovechamiento de los residuos orgánicos porcícolas 165

Autor: Sebastián Sánchez Rincón

Indicadores de bienestar animal que se deben tomar en cuenta en el manejo de sitio 1 gestación y maternidad en una granja porcina 181

Autores: Claudia Alicia Torres Millán | Myriam Elizabeth Lemus Álvarez

Uso de parámetros de producción como alternativa objetiva para evaluar la condición corporal de la cerda y su repercusión en la productividad de la granja 190

Autor: Óscar Fernando Huerta Alva

Efectos de los ácidos húmicos en la viscosidad y permeabilidad intestinal y producción de amoníaco en un modelo de restricción alimenticia de 24 h. que induce permeabilidad en pollos de engorda

^a Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) 54714, México, ^b Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal, INIFAP, Ajuchitlán, Querétaro, México, ^cDepartment of Poultry Science, University of Arkansas Fayetteville, AR72701, USA, ^dDepartamento de Medicina y Zootecnia de Aves, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM 04510, México.

Jesús A. Maguey-González^{a,b}, Bruno Solís-Cruz^a, Daniel Hernández-Patlan^a, Rubén Merino-Guzmán^d, Xochitl Hernández-Velasco^d, Sergio Gómez-Rosales^b, Guillermo Téllez-Isaías^c

Resumen

Los ácidos húmicos (AH) son producidos por biodegradación de materia orgánica que involucra procesos físicos, químicos y microbiológicos, por lo tanto, los AH son una mezcla compleja de diferentes ácidos que contienen grupos carboxilos y fenoles. El

propósito de este estudio fue evaluar los efectos de los AH sobre la viscosidad y permeabilidad intestinal, y la producción de amoniaco en un modelo de 24 h de restricción alimenticia que induce permeabilidad intestinal en pollos de engorda. Pollos de engorda machos de un día de vida Cobb-Vantress fueron asignados de manera aleatoria a uno de los dos grupos (n=25 pollos), con o sin 0.2% de HA aislados de lombricomposta, y fueron alojados en baterías de crianza con ambiente controlado de acuerdo a su edad. Los pollos tuvieron libre acceso a agua y alimento por 14 días. La permeabilidad intestinal fue inducida tras 24 h de restricción alimenticia (RA) en el día 14 de vida. A los 15 días de edad, a los pollos de ambos grupos se les dio la dosis correspondiente de dextrano de isotiocianato de fluoresceína (FITC-d) por vía oral. Se colectaron muestras de intestino e hígado para evaluar la viscosidad y la translocación de bacterias (TB) respectivamente. Se observó un incremento significativo ($P < 0.05$) en la viscosidad en el grupo que consumió 0.2% de AH al comparar con el grupo control (sin tratamiento). Además se confirmó la viscosidad intestinal en un sistema digestivo *in vitro*. El grupo tratado, también mostró reducción significativa en FITC-d, en TB en hígado y amoniaco en el estiércol, comparado con el grupo control no tratado. Estos resultados sugieren que los AH tienen un impacto positivo en la integridad intestinal de pollos de engorda.

Palabras Clave: Ácidos húmicos, Pollos de engorda, Viscosidad Intestinal, Permeabilidad intestinal, Amoniaco.

Introducción

Los ácidos húmicos (AH) son los componentes principales de las sustancias húmicas en los constituyentes orgánicos del suelo, la composta, carbón incluso son el componente orgánico de arroyos,

lagos y océanos (Lehmann and Kleber, 2015). Los AH se producen por la biodegradación de materia orgánica, que involucra procesos físicos, químicos y microbiológicos, por lo tanto, los AH son una mezcla compleja de diferentes ácidos que contienen grupos carboxilos y fenolatos (Pandey et al., 2000). La relevancia de los AH es debido a que constituyen alrededor del 80% de carbón sobre la tierra y el 60% del carbón disuelto en el medio acuático. Debido a su solubilidad, los AH se pueden dividir en ácidos fúlvicos, y húmicos y se han usado por cientos de años como suplementos en suelos agrícolas, y más recientemente, en las industrias ambientales y biomédicas debido a sus propiedades antivirales, antioxidantes, inmunoestimulantes y antiinflamatorias (Peña-Méndez et al., 2005; Aeschbacher et al., 2012). Además, los AH son agentes quelantes potentes y pueden usarse para eliminar metales pesados como hierro, cobre, mercurio, níquel y cadmio, presentes en desechos y aguas contaminadas (Vaughan and MacDonald, 1976). En la avicultura, diversos estudios indican que los AH tienen la habilidad de absorber micotoxinas y mejoran su productividad (Ji et al., 2006); van Rensburg et al., 2006; Gomez-Rosales and Angeles, 2015; Arafat et al., 2017). Además, diversos estudios han mostrado que los AH reducen las emisiones de amoníaco del ambiente (Henderson, 2005; Ji et al., 2006; Zralý et al., 2008). Por otro lado, se ha reportado que los AH estabilizan la microbiota intestinal y mejoran la digestibilidad en animales (Islam et al., 2005; Maysa and El-Sheikh, 2008; Aksu et al., 2009). Además, la administración de AH en la dieta han mostrado tener un fuerte efecto anti estrés en granjas de alta densidad, minimizando el efecto perjudicial del estrés crónico en gallinas de postura en producción (Cetin et al., 2011). Recientemente nuestro laboratorio ha desarrollado diversos modelos para inducir la inflamación intestinal en aves. Estos modelos incluyen dietas altas en polisacáridos no amiláceos (Tellez et al., 2014, 2015); dexametasona (Vicuña et al., 2015a); sulfato de sodio dextrano (DSS) (Kuttappan et al., 2015a; Menconi et al 2015);

y 24 h de restricción alimenticia (RA) (Kuttappan et al., 2015b; Vicuña et al., 2015b). En modelos anteriores, la disrupción causada por la inflamación de las uniones estrechas del epitelio, incrementan la translocación de bacterias y la filtración de FITC-d a la circulación sanguínea. FITC-d es una molécula grande (3-5 kDa), el cual, bajo condiciones normales no es capaz de cruzar la barrera epitelial (Yan et al., 2009). Sin embargo, durante la inflamación intestinal las uniones estrechas se interrumpen permitiendo que las moléculas de FITC-d entren a la circulación, lo que hace que FITC-d sea un biomarcador viable para medir la función de la barrera intestinal (Baxter et al., 2017). El propósito del presente estudio fue evaluar los efectos de los AH sobre la viscosidad y permeabilidad intestinal y sobre la excreción de amonio con el modelo de 24 h de RA para inducir permeabilidad intestinal en pollos de engorda.

Materiales y Métodos

Ácidos húmicos

El aislamiento y extracción de AH de lombricomposta fue realizada como lo describe Stevenson (1982). Para el proceso de extracción alcalina de AH, se utilizó hidróxido de sodio (0.1M NaOH) en una proporción de 5 partes de NaOH por una parte del componente (g/mL), se dejó reposar por 24 h a temperatura ambiente, se filtró a través de una malla de 125 μ m y se acidificó usando ácido sulfúrico (H₂SO₄) al 10%, rectificando a pH 2. Los sólidos y líquidos fueron separados por decantación. La fracción sólida (AH) fue enjuagada 2 veces con agua destilada para remover los residuos de ácido sulfúrico, y entre cada enjuague se centrifugó por 20 min a 5000 rpm. La muestra fue disecada en un roto-evaporador a 60°C hasta obtener una consistencia de gel. Finalmente fue drenado en un

horno a 60°C. El resultado fue un polvo café-amarillo con un pH de 7 a 8.

Animales, dietas y diseño experimental

Pollos de engorda machos Cobb-Vantress de un día de vida (Fayetteville, AR, USA) fueron identificados con una tarjeta en el cuello, pesados y asignados de manera aleatoria a uno de los dos grupos (n=25 pollos), con o sin 0.2% de HA aislados de lombricomposta, y fueron alojados en baterías de crianza con ambiente controlado de acuerdo a su edad. Los pollos tuvieron libre acceso a agua y alimento por 14 días. La dieta experimental fue formulada de acuerdo a los requerimientos nutricionales para pollos de engorda recomendados por el NRC (1994) y ajustado de acuerdo a las recomendaciones para la estirpe (Cobb-Vantress Inc. 2015). No se adicionaron antibióticos a la dieta (Cuadro 1). Todos los procedimientos de manejo de los animales cumplieron con los lineamientos del Comité Institucional de Uso y Cuidado Animal (IACUC) en la universidad de Arkansas, Fayetteville. Especificadas en la IACUC aprobadas para el protocolo #15006. La permeabilidad intestinal fue inducida usando RA como se ha reportado previamente (Kuttappan et al 2015b; Vicuña et al., 2015b). Los pollos fueron asignados aleatoriamente a cada grupo experimental, y tuvieron libre acceso a agua y alimento desde el día 1 hasta el día 14 de vida. Al inicio del día 14, los pollos fueron sujetos a una restricción alimenticia de 24 h. La concentración de FITC-d fue calculada basada en el peso corporal del grupo, sin embargo, los grupos fueron pesados un día antes de la RA. A los 15 días de edad, a los pollos de ambos grupos se les dió la dosis apropiada de FITC-d en forma oral. Una hora después de la administración de FITC-d los pollos fueron sacrificados y se tomaron muestras de sangre desde la vena femoral, las muestras se

centrifugaron (500 x g por 15 min) para separar el suero de las células rojas, para la detección de FITC-d. El contenido intestinal y las muestras de hígado fueron colectados para la evaluación de la viscosidad y la descripción de la translocación bacteriana.

Viscosidad

El contenido intestinal total fue colectado desde el divertículo de Meckel's hasta la unión ileocecal. Para el análisis de la viscosidad, se utilizaron aproximadamente 1.5 g (peso en húmedo) de la digesta fresca que inmediatamente fue microcentrifugada a 12000 x g a una temperatura de 4°C durante 5 min. El fluido sobrenadante fue colectado y almacenado en un congelador hasta que la viscosidad fuera medida, la viscosidad fue determinada utilizando un viscosímetro de cono con placa LVDV-I (Brookfield Engineering Middleboro, MA). El análisis de las muestras y el viscosímetro se mantuvieron a 40°C durante la medición de la viscosidad. La viscosidad fue medida en centipoises (cP = 1/100 dyne s/cm²) y el resultado fue reportado en log₁₀ cP.

Translocación bacteriana

Resumiendo, la mitad del hígado fue removido del pollo, colectado en bolsas estériles, homogeneizado, pesado y diluido 1:4 w/v con solución salina estéril al 0.9%. Se realizaron 10 diluciones por cada muestra, de cada grupo fueron hechas en placas Bacti de 96 pocillos y las muestras se diluyeron en Agar Tríptico de Soya (STA, catalogo no. 211822, Becton Dickinson, Sparks, MD). Las muestras fueron enriquecidas con caldo enriquecido de Soya y posteriormente se incubaron a 37°C durante 24 h. Después de esto

las muestras fueron adicionadas con TSA e incubadas a 37°C por 24 h para confirmar la presencia de colonias.

Determinación de la filtración de FITC-d en suero

La filtración intestinal de FITC-d (MW 3-5 kDa); Sigma-Aldrich Co., St Louis, MO) y la medición de sus concentraciones en suero como un marcador del transporte paracelular y de la función de la barrera de la mucosa fue realizado de acuerdo a lo descrito previamente por Baxter et al. (2017). La concentración de FITC-d diluido de las muestras de suero (1:5 PBS) fueron medidas por la excitación de 485 nm longitud de onda, (BioTek Instruments, Inc., Vermont, USA). La medición de la fluorescencia fue comparada con la curva estandar conocida para concentraciones de FITC-d. La filtración intestinal para cada pollo fue reportada en ng de FITC-d/mL de suero (Baxter et al., 2017).

CUADRO 1

Ingredientes. Composición de la dieta de iniciación de aves de engorda basada en maíz y pasta de soya con o sin la inclusión de 0.2% de ácidos húmicos.

Ítem	Dieta Control	Dieta Experimental
Ingredientes (%)		
Maíz	57.34	57.14
Pasta de Soya	34.66	34.66
AH Lombricomposta	0.00	0.20
Aceite Vegetal	3.45	3.45
Fosfato diacalcico	1.86	1.86
Carbonato de calcio	0.99	0.99
Sal	0.38	0.38
DL-Metionina	0.33	0.33
L-Lisine HCl	0.31	0.31
Treonina	0.16	0.16
Vitaminas premix ^a	0.20	0.20
Colina chloride 60%	0.20	0.20
Mineral premix ^b	0.10	0.10
Antioxidantes	0.02	0.02
Análisis calculado		
Energía metabolizante (kcal / Kg)	0,03	3,03
Proteína cruda (%)	22.15	22.15
Lisina (%)	1.36	1.36
Metioninca (&)	0.65	0.65
Treonina (%)	0.91	0.91
Calcio Total (%)	0.90	0.90
Fosforo disponible (%)	0.45	0.45

^aVitaminas premix suministrado por kg: vitamina A, 20,000,000 IU; vitamina D3, 6,000,000 IU; vitamina E, 75,000 IU; vitamina K3, 9 g; tiamina, 3 g; riboflavina, 8 g; ácido pantoténico, 18 g; niacina, 60 g; piridoxina, 5 g; ácido fólico, 2 g; biotina, 0.2 g; cianocobalamina, 16 mg; y ácido ascórbico, 200 g (Nutra Blend LLC, Neosho, MO 64850).

^b Mineral premix suministrado por kg: magnesio, 120 g; zinc, 100 g; hierro, 120 g; cobre, 10–15 g; yodo, 0.7 g; selenio, 0.4 g; y cobalto, 0.2 g (Nutra Blend LLC, Neosho, MO 64850).

^c Etoxiquina.

Analisis fisicoquímico de excreta de pollo

Se recogieron ocho muestras de heces de cada grupo de las bandejas de cada batería en el día 15 para obtener el análisis fisicoquímico de la excreta. La humedad se determinó secando la cama a 65°C durante la noche y comparando el peso antes y después del secado. El potencial de agua de la cama incubada se midió a 23 °C usando un potenciómetro de punto de rocío (Modelo WP4; Decagon Inc., Pullman, WA). El instrumento mide potenciales de agua de 0 a -80 MPa con una precisión de ± 0.1 MPa. El potencial de agua se obtuvo colocando 2 g de muestra en la cámara del potenciómetro y permitiendo que se equilibrara durante 5 a 10 minutos. El pH de la muestra se determinó usando un electrodo de combinación (Fisher Scientific, Hampton, NH) a una relación 5:1 de agua desionizada a muestra (Wolf, 2003). El N total y el C total se determinaron por combustión (Watson et al., 2003) de la muestra usando un analizador Vario Max CN (Elementar Americas, Inc., Mt. Laurel, NJ). El contenido de $\text{NH}_4\text{-N}$ de la excreta se determinó después de una extracción usando una dilución 1:60 de excreta a 1 N de KCl (Choi y Moore, 2008) seguido de un análisis de inyección de flujo (FIA) con el equipo Quickchem FIA+, método #12-107-06-2-A (Lachat Instruments, Milwaukee, WI). El contenido de $\text{NO}_3\text{-N}$ también se evaluó después de la extracción con KCl usando Quickchem FIA +, método n° 12-107-04-1-B (Lachat Instruments). La composición elemental total remanente de la excreta se determinó usando un análisis de espectroscopia de emisión óptica de plasma acoplado inductivamente (ICP-OES) después de la digestión por microondas usando HNO_3 y HCl (Walter et al., 1997). La digestión en microondas se realizó usando un Mars 5 Microwave (CEM Corp., Matthews, NC). El procedimiento

consistió en mezclar 0.5 g de excreta con 9 ml de HNO_3 y 3 ml de HCl en un recipiente de digestión con microondas de teflón. Esta mezcla se dejó pre-digerir durante 45 minutos a temperatura ambiente y luego se colocó en el microondas. Se utilizó un tiempo de 6.5 minutos para lograr una temperatura de digestión de 175°C , que se mantuvo durante 12 min. Las muestras se dejaron enfriar a temperatura ambiente y luego se filtraron a través de un filtro Whatman 42 antes del análisis de ICP-OES. Los análisis de N y $\text{NH}_4\text{-N}$ total se realizaron en cama húmeda. La digestión en microondas para el análisis por ICP-OES se realizó en camada seca a 65°C . El N orgánico se estimó restando los valores de $\text{NH}_4\text{-N}$ y $\text{NO}_3\text{-N}$ del valor total de N. La mineralización de N orgánico y la pérdida total de N se determinaron mediante el balance de masa. Todos los valores de N se ajustaron para el contenido de humedad y se informaron en base al peso seco.

Modelo de digestion *In vitro*

El modelo de digestión in vitro se realizó por quintuplicado a 40°C para simular la temperatura corporal de las aves de acuerdo con publicaciones anteriores con modificaciones menores (Annett et al., 2002; Latorre et al., 2015). En este experimento, se probaron dos dietas. Una dieta de control no tratada (Cuadro 1) y una dieta control suplementada con 6% de HA. Brevemente, para todos los compartimentos gastrointestinales simulados durante el modelo de digestión in vitro, se usó una incubadora de DBO (Incubadora de demanda bioquímica de oxígeno, modelo 2020, VWR, Houston, TX, EE. UU.) personalizada con un agitador orbital (Agitador orbital estándar, modelo 3500, VWR, Houston, TX, EUA) para mezclar el contenido alimenticio en los tubos experimentales a 19 rpm. Además, todas las muestras se mantuvieron en una posición de inclinación de 30° para facilitar la mezcla adecuada de partículas

del alimento y las soluciones de enzimas incorporadas durante todo el ensayo. El primer compartimento gastrointestinal simulado fue el buche, donde se colocaron 5 g de alimento y 10 ml de ácido clorhídrico 0,03 M (HCL, catálogo n° HX0607-2, EMD Millipore Corporation, Billerica, MA, EE. UU.) en tubos de centrífuga de polipropileno de 50 ml. y se mezcló vigorosamente alcanzando un valor de pH de alrededor de 5.20, a continuación los tubos se incubaron durante 30 minutos. El segundo compartimento gastrointestinal simulado fue el proventrículo, donde se agregaron 3.000 U de pepsina por g de alimento (número de catálogo P700, Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, EUA) y 2.5 ml de HCl 1.5 M a cada uno de los tubos, alcanzando un pH entre 1.4 a 2.0, luego todos los tubos fueron incubados por 45 min. El tercer y último compartimento gastrointestinal simulado fue la sección intestinal. En este caso, se utilizaron 6.84 mg de pancreatina 8 x (catálogo n° P7545, Sigma-Aldrich, St Louis, MO, EE. UU.) por cada g de alimento incluidos en 6.5 ml de bicarbonato de sodio 1.0 M (NaHCO₃, catálogo n° S6014 , Sigma-Aldrich, St Louis, MO, EE. UU.). El pH varió entre 6.4 y 6.8, y todas las muestras de tubo se incubaron durante 2 h. El proceso completo de digestión *in vitro* tomó 3 h y 15 min. Después del tiempo de incubación en cada compartimiento, se recogió una muestra para evaluar la viscosidad y el pH.

Datos y análisis estadístico

La translocación bacteriana al hígado (Log₁₀ cfu/g), peso corporal (PC), ganancia de peso corporal (GPC), viscosidad, pH y concentración sérica de FITC-d se sometieron a un análisis de varianza de una vía como un diseño completamente aleatorizado, utilizando el procedimiento Modelo General Lineal de SAS (SAS Institute, 2002). Las diferencias significativas entre los medios se determinaron mediante la prueba de rango múltiple de Duncan a P

<0.05. Los datos de enriquecimiento se expresaron como pollos positivos/totales (%), y el porcentaje de recuperación de bacterias se comparó utilizando la prueba de independencia Chi-cuadrado, probando todas las combinaciones posibles para determinar la significancia (P <0,05).

Resultados

Los resultados de la evaluación del PC y GPC de los pollos de engorda, con una dieta a base de maíz, con o sin la inclusión del 0.2% de AH durante los primeros 14 días fueron resumidos en el Cuadro 2. No se encontraron diferencias (P>0.05) ni en el PC ni en la GPC entre ambos grupos (**Cuadro 2**).

CUADRO 2 Evaluación del Peso Corporal (PC) y Ganancia de Peso Corporal (GPC) en pollos que consumen una dieta basada en maíz y pasta de soya con o sin la inclusión de 0.2% de ácidos húmicos por 14 días.¹

Variable	Control	0.2% Ácidos Húmicos
PC 1-d	44.84 ± 0.57	45.00 ± 0.60
PC 14-d	327.16 ± 9.37	342.76 ± 0.01
GPC 14-d	282.32 ± 9.28	297.76 ± 9.00

¹Los datos se expresan como media ± ES. n = 25/grupo, p > 0.05

El Cuadro 3 muestra los resultados de la evaluación de la viscosidad intestinal, el FITC-d en suero y la translocación bacteriana en hígado en pollos que consumieron una dieta basada en maíz con o sin la inclusión de 0.2% de AH tras una restricción alimenticia de 24 h. Se observó un incremento significativo (P<0.05) en la viscosidad intestinal en el grupo experimental que consumió 0.2% de AH en comparación con el grupo control no tratado. El

grupo tratado además mostró reducción significativa en el FITC-d en comparación con el grupo no tratado ($P < 0.05$). Del mismo modo, en la translocación bacteriana se observó reducción significativa ($P < 0.05$) en cfu log₁₀ y en el número de muestras positivas en el hígado ($P < 0.001$) en el grupo tratado (58%) en comparación con el grupo control no tratado (100%) (**Cuadro 3**).

CUADRO 3 Evaluación de la viscosidad intestinal, FITC-d en suero y translocación bacteriana al hígado en pollos de engorda que consumen una dieta basada en maíz y soya con o sin la inclusión de 0.2% de ácidos húmicos después de 24 horas de Restricción Alimenticia (RA).

Tratamiento	Viscosidad intestinal (cP Log ₁₀) ³	FITC-d en suero (ng / mL) ²	Translocación bacteriana al hígado (Log ₁₀ ufc / g) ⁴	
			ufc Log ₁₀ del hígado	Hígado en medio enriquecido
Control RA	0.13 ± 0.01 ^b	828.58 ± 32.85 ^a	2.83 ± 0.09 ^a	12 / 12 (100%)
0.2% Ácidos Húmicos RA	0.24 ± 0.01 ^a	544.62 ± 41.84 ^b	1.60 ± 0.04 ^b	7 / 12 (58%)*

^{a,b} Superíndices diferentes entre columnas indican diferencias significativas a $P < 0.05$.
¹ Datos expresados como media ± ES.
² FITC-d en suero fue evaluado en 20 pollos/grupo.
³ Viscosidad intestinal evaluado en Log₁₀ (en centipoise, cP = 1/100 dyne sec/cm²), n = 5 pollos/grupo.
⁴ Translocación bacteriana al hígado fue evaluada en 12 pollos/grupo.
⁵ Datos expresados como positivos/total pollos (%).
 * $P < 0.001$

Los resultados del análisis fisicoquímico del estiércol de pollo obtenido de los pollos de engorda con una dieta a base de maíz, con o sin la inclusión de 0.2% de AH seguidos de una RA de 24 h fueron recopilados en la Cuadro 4. Se observó una reducción significativa en el peso húmedo de la cama, pH, Amoniaco-N, Amoniaco-N húmedo y Amoniaco-Seco, fue observado en el grupo tratado en comparación con el grupo control o no tratado. Interesantemente el contenido de agua (%) fue significativamente alto en el grupo tratado comparado con el grupo no tratado (**Cuadro 4**).

CUADRO 4

Análisis fisicoquímico de la excreta de pollos de engorda que consumen una dieta basada en maíz y pasta de soya con o sin la inclusión de 0.2% de Ácidos Húmicos después de 24 horas de Restricción Alimenticia de pollos de 10 días.¹

Variable	Control	0.2% Ácidos Húmicos
Peso de heces (Húmedo) (g)	5.05 ± 0.003 ^a	5.02 ± 0.001 ^a
Peso de heces (Seco) (g)	2.21 ± 0.003 ^a	1.98 ± 0.05 ^b
Contenido de agua (g)	56.01 ± 1.26 ^b	60.43 ± 1.03 ^a
pH	6.73 ± 0.03 ^a	6.62 ± 0.04 ^b
Amonia-N (mg/L)	90.85 ± 3.01 ^a	58.07 ± 7.60 ^b
Amonia-(Húmedo) (mg / kg)	905.25 ± 30.03 ^a	579.25 ± 75.35 ^b
Amonia-(Seco) (mg / kg)	2064.80 ± 38.16 ^a	1459.80 ± 177.95 ^b

¹Datos expresados como media ± ES.
Valores dentro de filas con diferente superíndice difieren significativamente (P<0.05)

El Cuadro 5 muestra los resultados del efecto de los AH sobre la viscosidad y el pH durante la digestión *in vitro*, bajo condiciones bioquímicas variables, simulando diferentes secciones de tracto gastrointestinal de pollo. Se observó un incremento significativo en la viscosidad en el compartimento de buche y en el intestino en el grupo tratado con 6% de AH en comparación con el grupo control. Tal como se esperaba se observó un incremento en la viscosidad asociado con el incremento del pH en ambos compartimentos. En contraste en el compartimento del proventrículo, se observó una reducción significativa de la viscosidad en el grupo tratado en comparación con el grupo control no tratado. En este compartimento el 6% de AH también incrementó el pH desde 1.90 en el grupo control, hasta 3.38 en el grupo tratado, afectando por lo tanto la polimerización de AH y por ende la viscosidad (**Cuadro 5**).

CUADRO 5

Efecto de los ácidos húmicos en la viscosidad y pH durante una digestión *in vitro*, bajo condiciones bioquímicas variables que simulan diferentes secciones del tracto gastrointestinal de las aves de engorda.¹

Tratamiento	Buche		Proventrículo		Intestino	
	Viscosidad	pH	Viscosidad	pH	Viscosidad	pH
Control	0.782 ± 0.004 ^b	5.486 ± 0.010 ^b	0.918 ± 0.007 ^a	1.900 ± 0.004 ^b	0.942 ± 0.004 ^b	6.826 ± 0.005
Ácidos Húmicos (6%)	1.082 ± 0.004 ^a	8.464 ± 0.004 ^a	0.872 ± 0.004 ^a	3.388 ± 0.004 ^a	1.104 ± 0.002 ^a	7.054 ± 0.002

¹Datos expresados como media ± ES.

^{a,b}Valores en columna con diferentes letras difieren significativamente (P<0.05).

Discusión

Los humanos hemos usado los AH por alrededor de dos siglos; sin embargo, aún se sabe muy poco acerca de su estructura y sus propiedades, debido a que no es posible clasificar a los AH en ninguna clasificación química como polisacáridos o proteínas (Islam et al., 2005; Peña-Méndez et al., 2005). Debido a su solubilidad, los ácidos fúlvicos son materiales orgánicos solubles en agua en todos los valores de pH; mientras que los AH son insolubles a valores de pH ácido (pH <2) pero es soluble a valores de pH más altos. Por otro lado, las huminas son la fracción de materiales orgánicos naturales insolubles en agua a todos los valores de pH. Estas definiciones reflejan los métodos tradicionales para separar las diferentes fracciones de los materiales húmicos originales (Gaffney et al., 1996). Otras características interesantes de los AH son los altos rangos de peso y talla de sus moléculas, que van en un rango desde los cientos hasta los varios miles de unidades de masa atómica, que consisten de unidades alquilo/aromáticas, unidades enlazadas por oxígeno y nitrógeno, grupos funcionales mayormente unidos a ácidos carboxílicos, fenoles e hidroxilos de alcohol, cetona y grupos

quinona (Saar and Weber, 1979). Estas características químicas de los AH tienen la función surfactante con la habilidad de unirse tanto al material hidrofóbicas como al hidrofílico (Gaffney et al., 1996).

Esta función en combinación con las propiedades coloidales, hacen a los AH agentes efectivos para transportar y ligar agentes contaminantes orgánicos e inorgánicos en el ambiente (Piccolo, 2002). En el presente estudio se observó un marcado incremento en la viscosidad intestinal en pollos de engorda que consumieron 0.2% de AH durante 14 días. Hasta donde sabemos, este es el primer reporte que muestra estos efectos en pollos de engorda. El incremento en la viscosidad intestinal de hecho puede re-direccionar el comportamiento de los AH, desde las características coloidales, las cuales pueden mejorar las interacciones químicas y físicas en largas superficies de estas partículas coloidales (Gaffney et al., 1996). Se pensaba que las características coloidales del material de los AH consistían de macromoléculas enrolladas, largas o tridimensionales con cargas eléctricas distribuidas sobre la partícula. La presencia de sitios cargados, arraigados desde grupos ionizados acidificados, resulta en una repulsión mutua y causa la máxima expansión de la molécula. Todas estas propiedades fisicoquímicas están estrechamente relacionadas con la solución química, así como la fuerza iónica o el pH (Kluáková and Vníková, 2017). Además se ha reportado que la polimerización de los AH ocurre tanto a pH 7 como a pH 4, de acuerdo con la gran movilidad de reacción de las moléculas, como lo confirma el incremento *in vivo* e *in vitro* de la viscosidad (Cozzolino and Piccolo, 2002). Además esto confirma que las interacciones de los AH con biomoléculas como el colágeno promueven la resistencia y maduración de las fibras de colágeno (Riede et al., 1992) incrementan la integridad del epitelio ileal (Yasar et al., 2002).

Por lo tanto, es posible que la polimerización del intestino por los AH fuera la responsable del incremento en la integridad intestinal. Las células del epitelio intestinal no solo son responsables de la digestión, secreción y absorción, también actúan como una barrera física que separa los agentes externos del ambiente de los hospederos internos, por lo tanto, previenen la entrada de microbiota intraluminal, antígenos y toxinas, además de promover tolerancia hacia nutrientes, agua y electrolitos (Salminen and Isolauri, 2006; Salzman, 2011; Elson and Cong, 2012). Ningún daño microscópico que altere la permeabilidad intestinal está asociado con la translocación bacteriana desde la vena portal y/o desde la circulación por una infección bacteriana sistémica (Ilan, 2012). Se sabe que el estrés afecta la homeostasis del tracto gastrointestinal (TGI) debido a la alteración de la motilidad, permeabilidad, así como las alteraciones en la secreción y absorción de iones, fluidos y mucosa (Alverdy and Aoy, 1991; Collins and Bercik, 2009; Verbrugghe et al., 2011; Karavolos et al., 2013). Algunos investigadores han reportado que el estrés agudo o crónico modifica la permeabilidad intestinal asociada con una redistribución de las uniones estrechas (Maejima et al., 1984; Koh et al., 1996; Matter and Balda, 2007; Assimakopoulos et al., 2011). Algunas de estas alteraciones están ligadas a los mastocitos en el eje cerebro-intestino el cual secreta muchos neurotransmisores y citocinas pro-inflamatorias con efectos profundos en la fisiología del TGI (Groschwitz and Hogan, 2009; Bailey et al., 2011; Lamprecht and Frauwallner, 2012). Otra hormona que incrementan durante el estrés agudo o crónico es el factor liberador de corticotropina, el cual incrementa la permeabilidad intestinal a través de la liberación de células mastocito dependientes de la liberación de TNF- y proteasas (Taché and Perdue, 2004; Teitelbaum et al., 2008; Overman et al., 2012). Además, el exceso de cortisol provoca alteraciones en el TGI, infecciones oportunistas

y una cicatrización deficiente de las heridas (Moeser et al., 2007; Smith et al., 2010; Galley and Bailey, 2014). El estrés oxidativo además incrementa la disrupción de las uniones estrechas por H_2O_2 o por óxido nítrico, permitiendo cambios en la actividad de la proteína tirosin-kinasa y tirosin-fosfatasa, alterando el estado de fosforilación de las proteínas de unión (Sander et al., 2005).

En consecuencia, nuestro laboratorio ha desarrollado recientemente varios modelos para inducir y estudiar la inflamación intestinal en las aves de corral. Esos modelos incluyen dietas altas en polisacáridos no-amiláceos (Tellez et al., 2014, 2015); dexametasona (Vicuña et al., 2015a); sulfato de dextrano de sodio (DSS) (Kuttappan et al., 2015a, Menconi et al., 2015); y 24 h de RA (Kuttappan et al., 2015b, Vicuña et al., 2015b). En los modelos anteriores, la inflamación causa la ruptura de las uniones estrechas epiteliales que aumentan la TB y la filtración de FITC-d en suero a la circulación sanguínea general. FITC-d es una molécula grande (3-5 kDa) que, en condiciones normales, no puede cruzar la barrera epitelial (Yan et al., 2009). Sin embargo, durante la inflamación intestinal las uniones estrechas se interrumpen permitiendo que el FITC-d y la microbiota entren en circulación. En el presente estudio, fue notable observar que la administración dietética de 0.2% de HA, en pollos que recibieron RA durante 24 h, mostró una reducción significativa en la permeabilidad intestinal, confirmada por la reducción en el paso de FITC-d y TB hepática cuando se comparó con control de pollos no tratados. Los organismos absorben el AH disuelto e interactúan a diversos niveles moleculares y bioquímicos, y se ha demostrado que pueden controlar transcripcionalmente sistemas de biotransformación, antioxidación y defensa antiestrés y modular las actividades enzimáticas respectivas. Además, los AH son potentes agentes quelantes de metales pesados como hierro y cobre (Vaughan y MacDonald, 1976). Ambos minerales son fuertes

generadores de especies reactivas de oxígeno (ROS), y varios informes indican que los radicales libres desestabilizan la vía paracelular, aumentando las tasas de fuga de iones (Ferruzza et al., 2002; Henderson, 2005). Al recapturar los radicales, los AH puede aumentar el mecanismo defensivo antioxidante del huésped (Vaková et al., 2011; Aeschbacher et al., 2012). Además, se ha demostrado que los grupos aromáticos de AH estimulan la captación activa de Na^+ , la actividad de K^+ -ATPasa y reducen la permeabilidad paracelular, entonces estos efectos beneficiosos directos se opondrían a los efectos tóxicos de los metales (Wood et al., 2003, 2011).

La excreta de aves es una valiosa fuente de nutrientes para el suelo ya que contiene altos niveles de proteína (hasta 30% de proteína cruda), nitrógeno (N) y otros minerales, incluyendo fósforo, potasio y calcio (Kelleher et al., 2002). Sin embargo, un problema importante con la excreta de aves es la pérdida de N como amoníaco debido a la mineralización microbiana de la urea y ácido úrico, que representan hasta el 80% del N total en la excreta (Nahm, 2003). Además, la volatilización de amoníaco en las casetas de pollo produce emisiones malolientes y pérdida de valor de la excreta como fertilizante debido a la pérdida de N, pero lo más importante es que causa estrés severo y problemas de salud en las aves con impactos negativos en el rendimiento (Moore et al., 2011). Los resultados del presente estudio mostraron una reducción significativa en la concentración de amoníaco en la excreta de pollos alimentados con 0.2% de AH durante los primeros 14 días. Estos hallazgos están de acuerdo con varios investigadores que han mostrado resultados similares en aves de corral y cerdos (Kelleher et al., 2002; Ji et al., 2006). Los AH desempeñan un papel importante en el ciclo del nitrógeno al influir en la distribución, la biodisponibilidad y el destino final del nitrógeno orgánico (Nahm,

2003). El amonio se oxida por bacterias autótrofas que oxidan amoníaco en el estiércol; sin embargo, se ha demostrado que los AH causan inhibición de la actividad de la ureasa modificando la biomasa microbiana en la excreta (Vaughan y MacDonald, 1976; Clinton et al., 1995). Estos cambios microbiológicos causados por HA reducen los efectos negativos de la aplicación directa de urea y otros fertilizantes químicos en las bacterias u hongos del suelo (Dong et al., 2009). En resumen, los resultados del presente estudio sugieren que la suplementación de 0.2% de AH en la dieta de pollos durante 14 días, aumenta la viscosidad intestinal y la integridad intestinal, y confirma sus beneficios reduciendo el amonio de la excreta de aves de corral.

Agradecimiento: Esta investigación fue apoyada por el Arkansas Bioscience Institute en el marco del proyecto: Desarrollo de un modelo aviar para la evaluación temprana de la colonización microbiana entérica en el tracto gastrointestinal y la función inmune.

Referencias

Aeschbacher, M., Graf, C., Schwarzenbach, R.P., Sander, M., 2012. Antioxidant properties of humic substances. *Environ. Sci. Technol.* 46, 49164925. doi: 10.1021/es300039h.

Aksu, T., Bozkurt, A.S., 2009. Effect of dietary essential oils and/or humic acids on broiler performance, microbial population of intestinal content and antibody titres in the summer season. *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg.* 15, 185190.

Alverdy, J., Aoye E., 1991. The effect of glucocorticoid administration on bacterial translocation. Evidence for an acquired mucosal immunodeficient state. *Ann. Surg.* 214, 719-723.

Annett, C.B., Viste, J.R., Chirino-Trejo, M., Classen, H.L., Middleton, D.M., Simko, E., 2002.

Necrotic enteritis: effect of barley, wheat and corn diets on proliferation of *Clostridium perfringens* type A. Avian Pathol. 31, 598601.

Arafat, R.Y., Khan, S.H., Saima, 2017. Evaluation of humic acid as an aflatoxin binder in broiler chickens. Ann. Anim. Sci. 17, 241255. doi:10.1515/aoas-2016-0050.

Assimakopoulos, S.F., Gogos, C., Labropoulou-Karatzá, C., 2011. Could antioxidants be the magic pill for cirrhosis-related complications A pathophysiological appraisal. Med. Hypotheses 77, 419423.

Bailey, M.T., Dowd, S.E., Galley, J.D., Hufnagle, A.R., Allen, R.G., Lyte, M., 2011. Exposure to a social stressor alters the structure of the intestinal microbiota: implications for stressor-induced immunomodulation. Brain Behav. Immun. 25, 397407. doi: 10.1016/j.bbi.2010.10.023.

Baxter, M.F., Merino-Guzman, R., Latorre, J.D., Mahaffey, B.D., Yang, Y., Teague, K.D.,

Graham, L.E., Wolfenden, A.D., Hernandez-Velasco, X., Bielke, L.R., Hargis, B.M., Tellez, G., 2017. Optimizing fluorescein isothiocyanate dextran measurement as a biomarker in a 24-h feed restriction model to induce gut permeability in broiler chickens. Front. Vet. Sci. 4, 56. doi: 10.3389/fvets.2017.00056.

Cetin, E., Guclu, B.K., Cetin, N., 2011. Effect of dietary humate and organic acid supplementation on social stress induced by high stocking density in laying hens. J. Anim. Vet. Adv. 10, 24022407. doi: 10.3923/javaa.2011.2402.2407.

Choi, I.H., Moore P.A.Jr., 2008. Effect of various litter amendments on ammonia volatilization and nitrogen content of poultry litter. J. Appl. Poult. Res. 17, 454462. doi:10.3382/japr.2008-00012.

Clinton, P., Newman, R., Allen, R., 1995. Immobilization of ¹⁵N in forest litter studied by ¹⁵N CPMAS NMR spectroscopy. Eur. J. Soil Sci. 46, 551556. doi:10.1111/j.1365-2389.1995.tb01351.x.

Cobb-Vantress Inc., 2015. Cobb 500 broiler performance and nutrition supplement, 14 pp. http://www.cobb-vantress.com/docs/default-source/cobb-500-guides/Cobb500_Broiler_Performance_And_Nutrition_Supplement.pdf (accessed 07 June 2017).

Collins, S.M., Bercik, P., 2009. The relationship between intestinal microbiota and the central nervous system in normal gastrointestinal function and disease. *Gastroenterology* 136, 20032014. doi: 10.1053/j.gastro.2009.01.075.

Cozzolino, A., Piccolo, A., 2002. Polymerization of dissolved humic substances catalyzed by peroxidase. Effects of pH and humic composition. *Org. Geochem.* 33, 281294. [https://doi.org/10.1016/S0146-6380\(01\)00160-7](https://doi.org/10.1016/S0146-6380(01)00160-7).

Dong, L., Córdova-Kreylos, A.L., Yang, J., Yuan, H., Scow, K.M., 2009. Humic acids buffer the effects of urea on soil ammonia oxidizers and potential nitrification. *Soil Biol. Biochem.* 41, 16121621.

Elson, C.O., Cong, Y., 2012. Host-microbiota interactions in inflammatory bowel disease. *Gut Microbes* 3, 332344.

Ferruzza, S., Scacchi, M., Scarino, M.L., Sambuy, Y., 2002. Iron and copper alter tight junction permeability in human intestinal Caco-2 cells by distinct mechanisms. *Toxicol. In Vitro* 16, 399404.

Gaffney, J.S., Marley, N.A., Clark, S.B., 1996. Humic and fulvic acids and organic colloidal materials in the environment, in: Gaffney, J.S., Marley, N.A., Clark, S.B. (Eds.), *Humic and Fulvic Acids*. ACS Publications, Washington, DC, pp. 2-16.

Galley, J.D., Bailey, M.T., 2014. Impact of stressor exposure on the interplay between commensal microbiota and host inflammation. *Gut Microbes* 5, 01.

Gomez-Rosales, S., Angeles, M., de L., 2015. Addition of a worm leachate as source of humic substances in the drinking water of broiler chickens. *Asian-Australas J. Anim. Sci.* 28, 215-222. doi: 10.5713/ajas.14.0321

Groschwitz, K.R., Hogan, S.P., 2009. Intestinal barrier function: molecular regulation and disease pathogenesis. *J. Allergy Clin. Immunol.* 124, 320. doi: 10.1016/j.jaci.2009.05.038.

Henderson, P.A., 2005. The growth of tropical fishes, in: Val, A.L., Vera, M.F., Randall, D.J. (Eds.), *The Physiology of Tropical Fishes*. Academic Press, USA., Vol. 21, pp. 85100.

Ilan, Y., 2012. Leaky gut and the liver: a role for bacterial translocation in nonalcoholic steatohepatitis. *World J. Gastroenterol.* 18, 2609-2618. doi: 10.3748/wjg.v18.i21.2609.

Islam, K.M.S., Schuhmacher, A., Gropp, J.M., 2005. Humic acid substances in animal agriculture. *Pak. J. Nutr.* 4, 126134.

Ji, F., McGlone, J.J., Kim, S.W., 2006. Effects of dietary humic substances on pig growth performance, carcass characteristics, and ammonia emission. *J. Anim. Sci.* 84, 24822490.

Karavolos, M.H., Winzer, K., Williams, P., Khan, C.M., 2013. Pathogen espionage: multiple bacterial adrenergic sensors eavesdrop on host communication systems. *Mol. Microbiol.* 87, 455465. doi: 10.1111/mmi.12110.

Kelleher, B.P., Leahy, J.J., Henihan, A.M., Odwyer, T.F., Sutton, D., Leahy, M.J., 2002. Advances in poultry litter disposal technology-a review. *Bioresour. Technol.* 83, 2736.

Kluáková, M., Vníková, K., 2017. Micro-organization of humic acids in aqueous solutions. *J. Mol. Struct.* 1144, 3340. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2017.05.012>.

Koh, T.S., Peng, R.K., Klasing, K.C., 1996. Dietary copper level affects copper metabolism during lipopolysaccharide-induced immunological stress in chicks. *Poult. Sci.* 75, 867872.

Kuttappan, V.A., Berghman, L., Vicuña, E., Latorre, J.D., Menconi, A., Wolchok, J., Wolfenden, A., Faulkner, O., Tellez, G., Hargis, B.M., Bielke, L.R., 2015a. Poultry enteric inflammation model with dextran sodium sulfate mediated chemical induction and feed restriction in broilers. *Poult. Sci.* 94, 1220-1226. doi: 10.3382/ps/pev114.

Kuttappan, V.A., Vicuña, E.A., Latorre, J.D., Wolfenden, A.D., Téllez, G.I., Hargis, B.M., Bielke, L.R., 2015b. Evaluation of gastrointestinal leakage in multiple enteric inflammation models in chickens. *Front. Vet. Sci.* 2, 66. doi: 10.3389/fvets.2015.00066.

Lamprecht, M., Frauwallner, A., 2012. Exercise, intestinal barrier dysfunction and probiotic supplementation. *Med. Sport Sci.* 59, 47-56. doi: 10.1159/000342169.

Latorre, J.D., Hernandez-Velasco, X., Kuttappan, V.A., Wolfenden, R.E., Vicente, J.L., Wolfenden, A.D., Bielke, L.R., Prado-Rebolledo, O.F., Morales, E., Hargis, B.M., Tellez, G., 2015. Selection of

Bacillus spp. for cellulase and xylanase production as direct-fed microbials to reduce digesta viscosity and *Clostridium perfringens* proliferation using an *in vitro* digestive model in different poultry diets. *Front. Vet. Sci.* 2, 25. doi: 10.3389/fvets.2015.00025.

Lehmann, J., Kleber, M., 2015. The contentious nature of soil organic matter. *Nature* 528, 6068. doi: 10.1038/nature16069.

Maejima, K., Deitch, E., Berg, R., 1984. Bacterial translocation from the gastrointestinal tracts of rats receiving thermal injury. *Infect. Immun.* 43, 610.

Matter, K., Balda, M.S., 2007. Epithelial tight junctions, gene expression and nucleo-junctional interplay. *J. Cell Sci.* 120, 15051511.

Maysa, M.H., El-Sheikh, A.M.H., 2008. The effect of dietary humic acid supplementation on some productive and physiological traits of laying hens. *Egypt. Poult. Sci.* 28, 10431058.

Menconi, A., Hernandez-Velasco, X., Vicuña, E.A., Kuttappan, V.A., Faulkner, O.B., Tellez, G., Hargis, B.M., Bielke, L.R., 2015. Histopathological and morphometric changes induced by a dextran sodium sulfate (DSS) model in broilers. *Poult. Sci.* 94, 906-911. doi: 10.3382/ps/pev054.

Moeser, A.J., Ryan, K.A., Nighot, P.K., Blikslager, A.T., 2007. Gastrointestinal dysfunction induced by early weaning is attenuated by delayed weaning and mast cell blockade in pigs. *Am. J. Physiol. Gastrointest. Liver Physiol.* 293, G413G421.

Moore, P.A.Jr., Miles, D., Burns, R., Pote, D., Berg, K., Choi, I.H., 2011. Ammonia emission factors from broiler litter in barns, in storage, and after land application. *J. Environ. Qual.* 40, 13951404. doi: 10.2134/jeq2009.0383.Nahm, K. 2003. Evaluation of the nitrogen content in poultry manure. *Worlds Poult. Sci. J.* 59, 7788. <https://doi.org/10.1079/WPS20030004>

National Research Council, 1994. *Nutrient Requirements of Poultry*, ninth ed. National Academy Press, Washington, DC, USA.

Overman, E.L., Rivier, J.E., Moeser, A.J., 2012. CRF induces intestinal epithelial barrier injury via the release of mast cell proteases and TNF-. *PLoS One* 7, e39935. doi: 10.1371/journal.pone.0039935.

Pandey, A.K., Pandey, S.D., Misra, V., 2000. Stability constants of metal-humic acid complexes and its role in environmental detoxification. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 47, 195200.

Peña-Méndez, E.M., Havel, J., Patoka, J., 2005. Humic substances-compounds of still unknown structure: applications in agriculture, industry, environment, and biomedicine. *J. Appl. Biomed.* 3, 1324.

Piccolo, A. 2002. The supramolecular structure of humic substances: a novel understanding of humus chemistry and implications in soil science. *Adv. Agronomy* 75, 57134. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(02\)75003-7](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(02)75003-7).

Riede, U., Jonas, I., Kirn, B., Usener, U.H., Kreutz, W., Schlickewey, W., 1992. Collagen stabilization induced by natural humic substances. *Arch. Orthop. Trauma Surg.* 111, 259264.

Saar, R.A., Weber, J.H., 1979. Complexation of cadmium (II) with water- and soil-derived fulvic acids: effect of pH and fulvic acid concentration. *Can. J. Chem.* 57, 12631268.

Salminen, S., Isolauri, E., 2006. Intestinal colonization, microbiota, and probiotics. *J. Pediatr.* 149, S115S120.

Salzman, N.H., 2011. Microbiota-immune system interaction: an uneasy alliance. *Curr. Opin. Microbiol.* 14, 99105. doi: 10.1016/j.mib.2010.09.018.

Sander, G.R., Cummins, A.G., Powell, B.C., 2005. Rapid disruption of intestinal barrier function by gliadin involves altered expression of apical junctional proteins. *FEBS Lett.* 579, 48514855.

SAS Institute, 2002. SAS User Guide. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

Smith, F., Clark, J.E., Overman, B.L., Tozel, C.C., Huang, J.H., Rivier, J.E., Blisklager, A.T., Moeser, A.J., 2010. Early weaning stress impairs development of mucosal barrier function in the porcine intestine. *Am. J. Physiol. Gastrointest. Liver Physiol.* 298, G352G363. doi: 10.1152/ajpgi.00081.2009.

Stevenson, F.J., 1982. *Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions*. John Wiley and Sons, New York, USA.

Taché, Y., Perdue, M., 2004. Role of peripheral CRF signalling pathways in stress-related alterations of gut motility and mucosal function. *Neurogastroenterol. Motil.* 16, 137142.

Teitelbaum, A.A., Gareau, M.G., Jury, J., Yang, P.C., Perdue, M.H., 2008. Chronic peripheral administration of corticotropin-releasing factor causes colonic barrier dysfunction similar to psychological stress. *Am. J. Physiol. Gastrointest. Liver Physiol.* 295, G452-G459. doi: 10.1152/ajpgi.90210.2008.

Tellez, G., Latorre, J.D., Kuttappan, V.A., Kogut, M.H., Wolfenden, A., Hernandez-Velasco, X., Hargis, B.M., Bottje, W.G., Bielke, L.R., Faulkner, O.B., 2014. Utilization of rye as energy source affects bacterial translocation, intestinal viscosity, microbiota composition, and bone mineralization in broiler chickens. *Front. Genet.* 5, 339. doi: 10.3389/fgene.2014.00339.

Tellez, G., Latorre, J.D., Kuttappan, V.A., Hargis, B.M., Hernandez-Velasco, X., 2015. Rye affects bacterial translocation, intestinal viscosity, microbiota composition and bone mineralization in turkey poults. *PLoS One* 10, e0122390. doi: 10.1371/journal.pone.0122390.

Van Rensburg, C.J., Van Rensburg, C.E., Van Ryssen, J.B., Casey, N.H., Rottinghaus, G.E., 2006. *In vitro* and *in vivo* assessment of humic acid as an aflatoxin binder in broiler chickens. *Poult. Sci.* 85, 15761583.

Vaková, J., Veliká, B., Pilátová, M., Kron, I., Vako, L., 2011. Effects of humic acids *in vitro*. *In Vitro Cell. Dev. Biol. Anim.* 47, 376-382. doi: 10.1007/s11626-011-9405-8.

Vaughan, D., MacDonald, I.R., 1976. Some effects of humic acid on cation uptake by parenchyma tissue. *Soil Biol. Biochem.* 8, 415421. doi: 10.1016/0038-0717(76)90043-2

Verbrugghe, E., Boyen, F., Van Parys, A., Van Deun, K., Croubels, S., Thompson, A., Shearer, N., Leyman, B., Haesebrouck, F., Pasmans, F., 2011. Stress induced *Salmonella* Typhimurium recrudescence in pigs coincides with cortisol induced increased intracellular proliferation in macrophages. *Vet. Res.* 42, 118. doi: 10.1186/1297-9716-42-118.

Vicuña, E.A., Kuttappan, V.A., Galarza-Seeber, R., Latorre, J.D., Faulkner, O.B., Hargis, B.M., Tellez, G., Bielke, L.R. 2015a. Effect of dexamethasone in feed on intestinal permeability, differential white blood cell counts, and immune organs in broiler chicks. *Poult. Sci.* 94, 2075-2080. doi: 10.3382/ps/pev211.

Vicuña, E.A., Kuttappan, V.A., Tellez, G., Hernandez-Velasco, X., Seeber-Galarza, R., Latorre, J.D., Faulkner, O.B., Wolfenden, A., Hargis, B.M., Bielke, L.R., 2015b. Dose titration of FITC-D for optimal measurement of enteric inflammation in broiler chicks. *Poult. Sci.* 94, 1353-1359. doi: 10.3382/ps/pev111.

Walter, P.J., Chalk, S., Kingston, H.M., 1997. Overview of microwave-assisted sample preparation, in: Kinston, H.M., Haswell, S.J. (Eds.), *Microwave-Enhanced Chemistry: Fundamentals, Sample Preparation and Applications*. American Chemical Society, Washington, DC.

Watson, M., Wolf, A., Wolf, N., 2003. Total nitrogen, in: Peters, J. (Ed.), *Recommended Methods of Manure Analysis*. University of Wisconsin Extension, Madison, WI, pp. 18-24.

Wolf, N., 2003. Determination of manure electrical conductivity, in: Peters, J. (Ed.), *Recommended Methods of Manure Analysis*. University of Wisconsin Extension, Madison, WI, pp. 50-51.

Wood, C.M., Matsuo, A.Y., Wilson, R.W., Gonzalez, R.J., Patrick, M.L., Playle, R.C., Luis Val, A., 2003. Protection by natural blackwater against disturbances in ion fluxes caused by low pH exposure in freshwater stingrays endemic to the Rio Negro. *Physiol. Biochem. Zool.* 76, 1227.

Wood, C.M., Al-Reasi, H., Smith, D.S., 2011. The two faces of DOC. *Aquat. Toxicol.* 105, 38. doi: 10.1016/j.aquatox.2011.03.007.

Yan, Y., Kolachala, V., Dalmaso, G., Nguyen, H., Laroui, H., Sitaraman, S.V., Merlin, D., 2009. Temporal and spatial analysis of clinical and molecular parameters in dextran sodium sulfate induced colitis. *PloS One*, 4: e6073. doi: 10.1371/journal.pone.0006073

Yasar, S., Gokcimen, A., Altuntas, I., Yonden, Z., Petekkaya, E., 2002. Performance and ileal histomorphology of rats treated with humic acid preparations. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 86, 257264.

Zralý, Z., Písařková, B., Trková, M., Navrátilová, M., 2008. Effect of humic acids on lead accumulation in chicken organs and muscles. *Acta Vet. Brno* 77, 439445. <https://doi.org/10.2754/avb200877030439>.

La avicultura: una actividad que va más allá de producir

Introducción

La avicultura es una actividad económica, altamente dinámica, debido a que más de la mitad de la proteína de origen animal que consumen los mexicanos provienen de la carne de pollo y el huevo, productos obtenidos a partir de la explotación intensiva del pollo y la gallina de postura, respectivamente. (Alonso, Castañeda, Escorcia , & Merino)

En todas las regiones, la producción de aves de corral se está intensificando, concentrando geográficamente e integrando verticalmente de manera acelerada, y se está vinculada cada vez más a las cadenas de suministro mundiales. En muchos países, la producción comercial de pollos de engorde se caracteriza por el sistema de cría por contrato. La producción avícola se considera generalmente un complemento de otras actividades de subsistencia, pero la avicultura es en realidad una forma de ahorro y seguro, y contribuye a la diversificación de los ingresos. (FAO)

La avicultura a pequeña escala (de traspatio), es una actividad de mucha importancia en las comunidades semirurales y rurales del país, su característica principal es su pequeña inversión requerida y por la facilidad para efectuarla. Esta actividad fortalece el bienestar de cualquier familia, hablese campesina o de zonas semirurales e incluso urbanas, ya que proporciona productos de alto

valor nutritivo como carne y huevo; asimismo, puede producir excedentes para la venta generando así, ingresos en la economía familiar. (CEPPMAS)



Afirmo que la avicultura es una de las actividades más importantes a nivel mundial, pues el huevo y la carne de pollo son unos de los alimentos más consumido por las personas alrededor del mundo. "México es el primer lugar en consumo per-



cápita de huevo fresco a nivel mundial, en 2020 se registró un consumo de 22.95 kg. y para 2020 llegó a 23 kg. Per-cápita. En el periodo de 2008 a 2019 se registró un crecimiento de 21% con una Tasa de Crecimiento Media Anual de 1.97%. En segundo lugar, se encuentra Rusia con 18.44 kg., en tercer lugar, Colombia con 18.31 kg., Argentina en el cuarto lugar con 16.94 kg. y por último Nueva

Zelanda con 14.69 kg". (UNA). Reintegrando: Los productos avícolas son de gran importancia para la alimentación en nuestro país, puesto que son alimentos accesibles, al alcance de todos y poseen un alto contenido nutricional, haciendo a la avicultura uno de los sectores estratégicos más importantes en México. En el aporte de proteína por el sector pecuario, la carne de pollo tiene una participación del 38.9%, seguido del huevo con 16.5%, es decir, 55.4% entre los dos alimentos; son seguidos por la leche de vaca con el 18.8%, carne de res el 16% y carne de cerdo 8.6%. En el 2020 se produjeron 3 millones 550 mil toneladas de carne de pollo, con un crecimiento de 1.5% respecto a 2019. En el plano internacional, nuestro país, México, es actualmente el sexto lugar en producción de pollo, detrás de países como: Estados Unidos (19.8 millones de toneladas, Brasil (13.6 millones de toneladas), China (13.8 millones de toneladas), India (4.9 millones de toneladas) y Rusia (5.1 millones de toneladas). (UNA)



He practicado por 4 años la producción y venta de huevo de gallina a pequeña escala y sinceramente no puedo expresar cuán venturoso estoy por trabajar con estos animalitos en todo este lapso. Ha sido completamente una actividad fausta para mí. El estudiar su comportamiento, fisiología, anatomía, ciclos de producción, entre otros

parámetros es una de las cosas más maravillosas que uno como productor puede llegar a conocer. El conocimiento es la base para poder llevar a cabo satisfactoriamente esta actividad, pues las gallinas pueden llegar a ser muy delicadas en cuanto a su salud.

Algunas fuentes afirman que lo más recomendable es conseguir a las pollitas en su semana 4 de vida, pues a pesar de que las gallinas son endotermas, a esta edad apenas comienzan a desarrollar esta capacidad. Ocupan tener una buena fuente de luz según el ambiente y clima donde se encuentren. Las primeras vacunas son esenciales para



una buena salud y desarrollo. Éstas pueden variar según la región en donde se ubiquen; se tiene que consultar un período de vacunación con un médico veterinario zootecnista (MVZ). Las vacunas más comunes y esenciales podemos considerar que son: la enfermedad del Marek, Newcastle, viruela; así mismo encontramos la de coriza, entre algunas otras (sin olvidar sus refuerzos). Todo bajo la supervisión y aprobación de un MVZ.



Alrededor de la semana 18 o 20 deberemos encontrar los resultados de una buena salud, alimentación, cuidado y manejo de las aves, pues comenzarán su ciclo productivo el cual se extiende sobre la semana 80 de edad. Asimismo las horas luz juegan un papel muy importante para una buena producción; es de considerar llevar a cabo la práctica del fotoperiodo en las aves. Para la producción a pequeña

escala no es vital el uso de antibióticos u otros medicamentos. Basta con tener una buena bioseguridad, manejo, e higiene con los instrumentos y aparatos que se emplean en las instalaciones

establecidas para dicha actividad. Muchas personas emplean gran variedad de remedios caseros si las gallinas presentan alguna enfermedad leve; no se suelen ocupar medicinas o antibióticos a menos de que realmente sea necesario.

Es de suma importancia el ser observador con cada una de las gallinas, pues al primer factor irregular o anormal que observes puedas llevar a cabo una acción eficaz. El conocer a tus aves también es vital; saber qué les gusta, qué no les agrada, qué les asusta, qué las pone nerviosas o estresadas son puntos relevantes para un buen manejo y cuidado.



Lo más recomendable es contar con algún MVZ o asesor el cual pueda apoyarte con complicaciones, pues sus decretos serán más exactos que los remedios caseros. Asimismo se puede llevar a cabo visitas de los especialistas cada determinado tiempo para tener un buen control de salud, y que nuestra producción sea la más óptima posible.



En la avicultura, podemos encontrar múltiples sistemas de manejos, tales como: en jaula, de libre pastoreo, libre de jaula, semilibertad, etcétera. Por lo general, en este nivel nosotros podemos encontrar las de libre pastoreo y de semilibertad, los cuales consisten en tener un área establecida para que las gallinas puedan estar libres tomando

baños de sol, de tierra, estar rascando el piso, comiendo animalitos,

entre otras actividades. Y emplear el gallinero por las noches como resguardo ante alguna posible amenaza de depredador.

Otro concepto a tener muy en cuenta es el picaje, y el canibalismo. El picaje podemos definirlo como: comportamiento de picotear las plumas es un comportamiento anormal, clasificado como NO agresivo, en que un ave pica o tira, y a veces, arranca las plumas de otra ave. No debe ser confundido con el picaje que se observa en la constitución de la



jerarquía social. Este sí es un comportamiento agresivo, pero normalmente limitado a un único movimiento, rápido y preciso, dirigido a la zona de la cabeza o cuello. El picaje de plumas puede ser clasificado en dos tipos distintos.

- Forma Moderada de Picaje: Caracterizado por repetidos pero suaves picoteos en las puntas o bordes de las plumas, sin remover o extraer la pluma. Este tipo de picaje no causa daño.
- Forma Severa de Picaje: Caracterizado por picotazos fuertes y vigorosos tirones, que a menudo causan la extracción de la pluma, provocando daños al receptor: pérdida de plumas, lo que resulta en la aparición de zonas desplumadas y lesiones en la piel, que pueden originar heridas y hemorragias desencadenando el canibalismo con grave riesgo de muerte por hemorragia o infecciones.

El picaje en su forma severa puede conducir al canibalismo (AviNews)

"El canibalismo es un grave problema de bienestar, salud y viabilidad del lote y por lo tanto, una amenaza económica para la granja. Episodios de canibalismo son a menudo observados en lotes de gallinas ponedoras, reproductoras, pavos, faisanes, codornices y patos." (AviNews)



Por último podemos encontrar el cuidado del manejo de los huevos. Se debe de tener un lugar establecido donde la gallina pueda poner sus huevos. Éste debe ser cómodo, frecuentemente aislado u oscuro, sin ruido y sin distracciones para el ave. Asimismo debe estar siempre limpio pues de esta manera aseguramos una buena inocuidad para el huevo. Los huevos, al ser recogidos preferentemente deben estar limpios, fuera de excremento o sangrado, pues es un indicador de una buena alimentación. Ambos pueden llegar a ser normales siempre y cuando no sea ni en abundancia ni constante. Los huevos se pueden limpiar en seco para asegurar que la cutícula (barrera protectora) siga intacta y pueda continuar con su función: proteger al huevo del paso bacteriano. No es recomendable el lavarlo, y si se hace, que sea en la última instancia, es decir, antes de ser cocinado. Su almacenamiento debe ser en un lugar fresco y limpio para su buena conservación.

Dentro del análisis expuesto, es posible vislumbrar cuán magnífico, importante y complicado puede llegar a ser la avicultura. No obstante, dicha actividad cumple un papel importante en el sector

pecuario no solo de México, sino a nivel mundial. La demanda de huevo cada año incrementa más, así como el consumo de carne de pollo, pues ambos productos son los más accesibles para toda la población en general. El huevo siempre ha estado presente en la canasta básica del ser humano en conjunto con otros alimentos que también son esenciales pero, hablemos del huevo, un producto que tiene muchas virtudes en una presentación tan pequeña.

Es tan complejo que evoca ciertas dualidades, entre la fragilidad y resistencia, lo perecedero y lo que permanece, lo simple y lo complejo que puede llegar a ser. Esta es una de tantas obras maestras que se le pueden adjudicar a la naturaleza. (UAEH)

Por tanto, yo, al llevar a cabo una producción de huevo de gallina, invito y recomiendo ampliamente el practicar esta actividad, ya sea para consumo propio o para comenzar un negocio a pequeña escala. Siempre y cuando a las gallinas se les tenga respeto, buen manejo, cuidado, paciencia, y lo más importante, una vida productiva digna, pues es lo único que pueden merecer después de darnos bienes a fines propios.



Bibliografía

Alonso, F., Castañeda, M., Escorcía, M., & Merino, R. (s.f.). Obtenido de:
https://fmvz.unam.mx/fmvz/p_estudios/apuntes_zoo/unidad_7_aves.pdf

AviNews. (s.f.). Obtenido de AviNews:
<https://avicultura.info/picaje-en-la-industria-avicola/#:~:text=El%20comportamiento%20de%20picotear%20las,constituci%C3%B3n%20de%20la%20jerarqu%C3%ADa%20social.>

CEPPMAS. (s.f.). Obtenido de CEPPMAS:
<http://indesol.gob.mx/cedoc/pdf/III.%20Desarrollo%20Social/Elaboraci%C3%B3n%20de%20Proyectos%20Productivos/Manual%20de%20Producci%C3%B3n%20Av%C3%ADcola%20y%20Huertos%20Familiares.pdf>

FAO. (s.f.). Obtenido de FAO:
<http://www.fao.org/poultry-production-products/socio-economic-aspects/economic->

aspects/es/#:~:text=La%20producci%C3%B3n%20av%C3%ADcola%20se%20considera,l
a%20diversificaci%C3%B3n%20de%20los%20ingresos.

UAEH. (s.f.). Obtenido de UAEH: <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/iceda/n10/e7.html>

UNA. (s.f.). Obtenido de UNA:

<https://una.org.mx/industria/#:~:text=Con%20127.4%20millones%20de%20cajas,%2C%20Brasil%2C%20Turqu%C3%ADa%20y%20Francia.>

Medición de la productividad en lotes de parrilleros

Uno de los temas tradicionales entre los responsables de las integraciones y los técnicos ha sido siempre cómo medir la productividad de manera que permita comparar distintos lotes de pollos entre sí y se pueda decir cuál ha sido el mejor y por lo tanto apuntar en esa dirección para lograr maximizar el resultado económico de la Empresa.

Se han propuesto y se utilizan diversos índices como la conversión, la conversión ajustada a un determinado peso, el F.E.P., el aumento diario promedio, la relación peso/conversión y algunos otros más, todos los cuales tienen sus virtudes y sus puntos débiles.

Usados en un entorno de investigación o de productividad física son válidos pero, para aquellos que están involucrados en la producción comercial de pollos, todos estos índices adolecen del defecto de no valorizar los resultados en términos económicos. A mi entender, nutrición animal aplicada a poblaciones es netamente un problema económico. Bajo este enfoque, un lote es mejor que otro cuando genera para la Empresa un mayor retorno económico.

Es obvio también que las variables involucradas son las mismas que las que señaláramos anteriormente pero es necesario introducir algún factor económico que las valore. Para cumplir con esta premisa la propuesta es utilizar la siguiente fórmula como un parámetro más al evaluar los resultados de la integración.

$$B = (Pp - (c \times Pa) - (CFU/Pv)) \times Pv$$

Donde:

- B (\$/pollo) = Beneficio
- Pp (\$/Kg) = Precio del pollo
- Pa (\$/Kg) = Precio del alimento
- Pv (Kg) = Peso vivo
- c = Conversión alimenticia
- CFU (\$/pollo) = Costos fijos

Examinemos la performance de tres lotes de pollos que han arrojado los siguientes resultados:

Ejemplo 1.

Pp: 12.00 Pa: 4.00 CFU: 6.00

Variables	Peso vivo	Conversión	Observaciones
Lote	(Kg)		edad/ADP
1	2.950	1.975	49/60
2	2.800	1.920	48/58
3	2.650	1.860	47/56

En este caso, el mejor resultado parece ser el del lote 3. Presenta la

mejor conversión pero no el mejor peso o aumento diario. No siempre el mejor resultado es producido por la mejor conversión; puede darse por un mayor peso vivo, cuando el precio es bueno o, cuando los costos fijos son muy altos.

Esto dependerá de los resultados de performance y de los **valores económicos relativos de las variables**.

Para calcular los mismos es necesario hallar las derivadas de la función B respecto de las variables involucradas.

VALOR MARGINAL DE LAS VARIABLES

$$B = (P_p - (c \times P_a) - (CFU/P_v)) \times P_v$$

$$B = (P_p \times P_v) - (c \times P_a \times P_v) - CFU \quad (1)$$

$$dB / dc = - (P_a \times P_v) / 100 \quad (2)$$

$$dB / dP_v = P_p - (c \times P_a) / 100 \quad (3)$$

$$dB / dP_p = P_v / 100 \quad (4)$$

$$dB / dP_a = - (c \times P_v) / 100 \quad (5)$$

Conceptualmente, la derivada de una función representa la **variación instantánea** de la misma. En otras palabras es el cambio en el valor de la función B cuando la variable tomada en cuenta varía en una unidad.

Para clarificar como funcionan las derivadas halladas veamos un ejemplo práctico:

Ejemplo 2.

DATOS	STD	AB	PV	PP	C
Precio del pollo (\$/Kg)	19.30	19.30	19.30	19.40	19.30
Precio alimento (\$/Kg)	4.00	4.10	4.00	4.00	4.00
Conversión	1.970	1.970	1.970	1.970	2.070
Peso vivo (Kg)	2.850	2.850	2.950	2.850	2.850
Beneficio	32.547	31.986	33.689	32.832	31.407
Peso relativo de cada variable		-0.561	1.142	0.285	-1.140

DERIVADAS DE LA FUNCIÓN

$$dB/dPa = - (c \times PV) / 10 \quad -0.561$$

$$dB/dPV = (Pp - (c \times Pa)) / 10 \quad 1.142$$

$$dB/dPp = PV / 10 \quad 0.285$$

$$dB/dc = - (Pa \times Pv) / 10 \quad -1.140$$

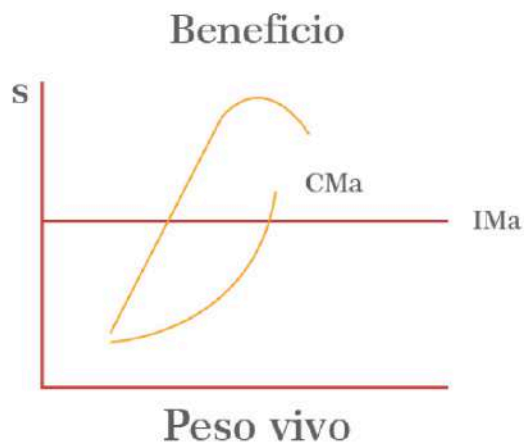
Se puede ver como cambia el Beneficio con cambios en los valores unitarios de las variables consideradas, y de dos maneras:

- a) recalculando el nuevo valor según la fórmula del Beneficio, o
- b) recalculando el nuevo Beneficio a través del valor marginal de cada variable (derivada).

Ejemplo 3.

Un caso de aplicación interesante, por ejemplo, es determinar a que conversión (instantánea) se da el beneficio máximo.

La forma de calcularlo sería la siguiente:
 despejando c , : $dB/dPV = (Pp - (c \times Pa)) = 0$
 resulta $c = (Pp/pa) = 3.33$



Ejemplo 4.

Un caso que se presenta en algunas Empresas en crecimiento es la decisión de instalar una peleteadora o no. La duda generalmente consiste en si la mejora de peso y/o conversión harán de esta compra una inversión rentable.

En función de los resultados que tenga la Empresa, se podrá calcular cuál sería la conversión a alcanzar (mejorar) para pagar la inversión.

DATOS:

Precio del alimento (\$/Kg): 3.7 (harina); 4.0 (pellet)

Precio del pollo (\$/Kg): 12

Peso vivo (Kg): 2.800

Conversion: 2.1

CFU (\$/pollo): 4

B (harina)= $(12 - (2.1 \times 3.7) - (4/2.800)) \times 2.800 = 7.844$ (\$/pollo)

¿Cual es el punto de indiferencia para que convenga peletear?

$$B = (Pp - (c \times Pa) - (CFU/Pv)) \times Pv$$

$$B = (Pp \times Pv) - (c \times Pa \times Pv) - CFU$$

$$B = (12 \times 2.800) - (c \times 4 \times 2.8) - 4 = 7.844$$

$$B = 33.6 - 11.2c - 4 = 7.844$$

$$c = (7.844 + 4 - 33.6)/11.2 = 1.94$$

Ejemplo 5.

FORMULA DE PAGO AL GRANJERO

$$B = (Po - (c \times AB)) \times PV$$

Valor marginal de la conversión
dB/dc = -AB * PV: **-11.4**

Valor marginal del Peso Vivo.
dB/dPV = Po - c * AB: **11.42**

DATOS DEL MES

Po (\$/kG) =	19.3
AB (\$/kG) =	4
C	1.97
PV (kG) =	2.850
Basico (\$/POLLO) =	5

RESULTADO CRIANZA INDIVIDUAL

1.97
2.85
\$/POLLO
5.000

$$B = 32.5470 \text{ PAGO:}$$

$$B' = 32.5470$$

$$B - B = 0.0000$$

RESULTADOS CZAS		CONV.	PV	PAGO/POLLO	PAGO/KG
GRANJA	A	1.970	2.850	5.000	1.75
GRANJA	B	1.980	2.860	5.000	1.75
GRANJA	C	1.996	2.792	4.048	1.45
GRANJA	D	1.994	2.777	3.898	1.40
GRANJA	E	2.024	2.788	3.696	1.33
GRANJA	F	2.093	2.857	3.668	1.28
GRANJA	G	2.061	2.792	3.324	1.19
GRANJA	AVG	2.015	2.788	3.789	1.36

Esta fórmula contempla pagar exactamente el valor marginal que

aportan los resultados de un CMA IMA 3 determinado granjero, ya sea en peso vivo (PV) o en conversión (c).

Nota: las áreas amarillas son para entrar datos.

Ejemplo	Conversión	Peso vivo (kg)	Alimento barato 4.00	Alimento caro 6.00
Promedio integración	2.015	2.788	31.34	20.10
5% mejor conv. / 5% peor peso	1.914	2.648	30.84	20.70
5% peor conv / 5% mejor peso	2.116	2.927	31.72	19.34

CONCLUSIONES

- Permite comparar diferentes lotes de parrilleros entre si.
- Contempla en un solo valor la performance física y económica de un lote.
- Es conceptualmente sencilla y de facil aplicación.
- Permite el manipuleo algebraico para aplicarla a diferentes problemas.
- Puede ser utilizada para incluir en las formulas de pago al integrado incorporando incentivos por productividad pero en base a valores economicos y no físicos.
- Es una herramienta util para estudiar el programa de alimentación mas rentable.
- Permite tomar decisiones que tengan sentido productivo y economico en la Integración.

BIBLIOGRAFIA.

- HENDERSON, J. M. y QUANDT,R.E. Teoría microeconomica; una aproximación matemática. McGraw Hill.

Cultivos consorciados para producción de ensilaje bajo sistemas integrados de producción agropecuaria -SIPA-

Introducción

Los sistemas de producción animal con mayor predominancia en las regiones tropicales de México; es la producción de bovinos de doble propósito (BDP) en sistemas extensivos, donde al animal pastorea en amplias superficies de praderas con gramíneas nativas o introducidas, no obstante, en el trópico se caracteriza por ser estacional la producción de biomasa de los forrajes en las temporadas de lluvias, norte y seca, con rangos en la distribución anual de las producciones de 66-79%, 13-22% y 8-12% , respectivamente (Martínez et al., 2008; Cab et al., 2008), aunado a ello, un manejo inadecuado del forraje compromete a que la calidad nutritiva de los forrajes tengan una baja concentración de proteína cruda, alta concentración de carbohidratos estructurales y una baja digestibilidad, lo que repercute en la estacionalidad de la producción de leche y carne.

Una de las estrategias que se han utilizado en los últimos años en la región Frailesca, Chiapas y últimamente en el istmo de Tehuantepec, Oaxaca, es la conservación de forrajes consorciados -principalmente ensilaje- derivados de Sistemas Integrados de Producción Agropecuario (SIPA) donde se integran las actividades

agrícolas, ganaderas y forestales en un área determinada con un enfoque de consorcio, rotación y/o relevo, buscando efectos sinérgicos entre los componentes del agroecosistema, contemplando la adecuación ambiental, la valorización del hombre del campo y la viabilidad económica (Balbino et al., 2011).

Las intervenciones agronómicas y zootécnicas en el rancho, realizadas a través de los SIPA, deben considerar las condiciones edafoclimáticas de la región. Por lo tanto, se debe realizar un diagnóstico (Kichel et al., 2011) para levantar las condiciones fisicoquímicas del suelo, la topografía, la distribución pluviométrica, la variación estacional de temperatura, la infraestructura del rancho (máquinas, equipos, cercas, construcciones rurales y de la región (carreteras, ferrocarriles, silos y almacenes). En la planificación de la implantación de los sistemas integrados, se debe considerar el manejo de cultivos y del suelo, que favorezcan el almacenamiento de carbono, presupuesto esencial de la actividad agropecuaria sostenible.

Los SIPA pueden clasificarse en cuatro grandes grupos:

1. Integración Cultivo-Ganadera (ICG): integra el componente agrícola y ganadero en rotación, consorcio o sucesión, en la misma área, en períodos de uso secuencial o intercalados.
2. Integración Ganadera-Forestal (IGF) o Silvopastoril: integra el componente ganadero (pastoreo y animal) y forestal, en consorcio. Sistema más enfocado para áreas con restricción de implantación de cultivos, incluyendo sólo los componentes forestales y pecuarios en la misma área.

3. Integración Cultivo-Forestal (ICF): integra el componente forestal y agrícola por el consorcio de especies arbóreas con cultivos agrícolas anuales o perennes. Los cultivos agrícolas proporcionan retornos económicos antes de la cosecha de los árboles, anticipando los ingresos.
4. Integración Cultivo-Ganadera-Forestal (ICGF): integra los componentes agrícola y ganadero en rotación, consorcio o sucesión, entre los rendimientos del componente forestal, todos en la misma área.

Bajo este enfoque, los SIPA a través de Integración Cultivo-Ganadera, pueden mejorar la producción de biomasa, composición química nutricional, adicionalmente, mejorar las condiciones y relación del suelo- planta-animal. facilitado por la flexibilidad de la producción animal, de forraje conservado o de granos en la misma área, mejoría del suelo, captura de carbono, adecuación de materia orgánica, captura de nitrógeno por la inserción de leguminosa, no abrir más áreas para fines agrícola y/o pecuarios y servicios ecosistémicos, comparado a un monocultivo de maíz o sorgo para fines de producción de granos, ensilaje y/o cobertura de suelo por el rastrojo para siembra directa, esta sinergia de consorcio puede ser más sustentable y resiliente (Costa, J.A.A. da. et al., 2017).

La estrategia de establecer cultivos consorciados para obtener mayor biomasa forrajera, alta calidad nutricional, recuperar o renovar áreas degradadas, es realizar un triple consorcio, teniendo en buenas perspectivas a los siguientes cultivos;

1. Sorgo por ser un cultivo eficiente en el aprovechamiento del agua, la palatabilidad para la alimentación de bovinos y ovinos, su bajo costo de la semilla en comparación a la semilla de maíz,

en condiciones edafoclimáticas, técnicas y de inversión favorables se puede utilizar maíz.

2. Gramíneas forrajeras perennes de los géneros *Brachiaria* (Syn. *Urochloa*) -siendo las especies *brizantha*, *ruzizensis* e híbridos, los más indicados- y *Panicum* (Syn. *Megathyrsus*) -siendo la especie *máximum*, la más indicada- estos por la facilidad de consorciar con maíz o sorgo, su óptima desecación y su establecimiento es vía semilla y
3. Con la inserción de una leguminosa que incremente en contenido proteico siendo el guandú (*Cajanus cajan*) una leguminosa altamente promisoría para la alimentación de animales por su palatabilidad, crecimiento erecto, con una alta sobrevivencia a la asociación con gramíneas forrajeras, manejo bianual y aprovechamiento culinario (seguridad alimentaria).

Esta recomendación de tres cultivos a consorciar es para obtener una mayor biomasa para conservarse bajo ensilaje prioritariamente, con mayor contenido proteico sin comprometer el contenido energético.

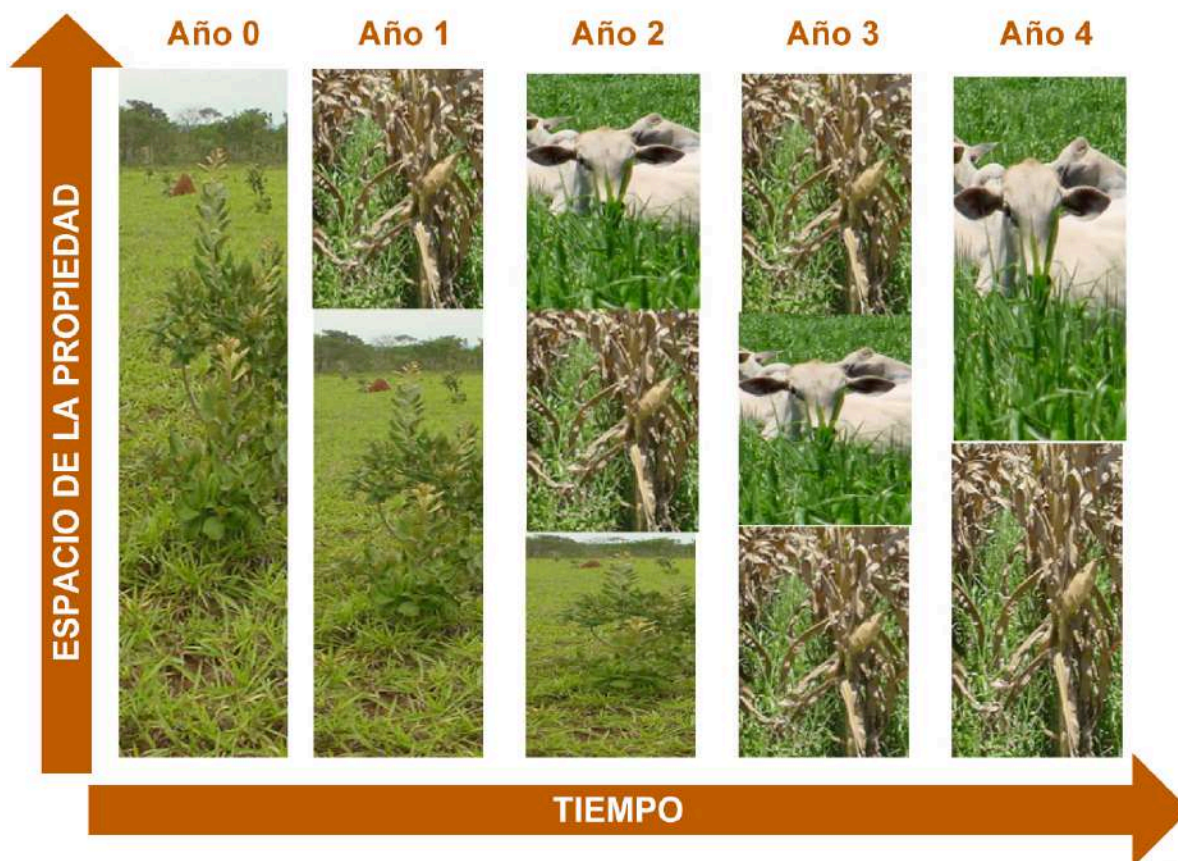
Consiguiendo que bajo estas sinergias se cosechan forraje para producción de ensilaje, la rebrota postcosecha es utilizada en el pastoreo en época crítica, fijación de nitrógeno por la leguminosa, aumento de fertilidad del suelo, mejoría en la textura del suelo, cobertura del suelo, menos incidencia de hierbas indeseables y plagas, así como también, la diversificación de ingresos económicos -producción de granos, de voluminosos, leche y carne-, amortiguamiento de los costos de producción -mejor uso de infraestructura, mejor uso de mano de obra, menor demanda por insumos agrícola-, aumento de ingresos, mayor productividad total

y una mayor estabilidad temporal de ingresos por la diversificación de los productos comercializados.

Adopción

Se propone que para la adopción en el Rancho de una Integración Cultivo-Ganadera, se levante un censo de las áreas degradadas o a reformar, en primera instancia o aquellas áreas aptas para producción agrícola si la finalidad será producción de granos bajo este sistema, por lo cual, en el primer año de ese total se trabaje hasta el 25%, y con los años subsecuentes ir extrapolando a 25% de las otras áreas censadas para que el cuarto año de ejecución se concrete el 100%, esto es de acuerdo al nivel económico y tecnológico del productor.

Figura 1. Dinámica de adopción del sistema ICG en el Rancho.



En la figura 1, se aprecia que el primer año se estableció el 33% del total de área degradadas con el consorcio de Maíz con *Brachiaria brizantha*, al segundo año el consorcio del año 1 se cosecho el maíz quedando una pradera bien establecida y con excelente calidad nutricional por el efecto residual del fertilizante que se ocupó para el maíz permitiendo el ingreso de animales para su pastoreo mientras otro 33% se establece otro consorcio de Maíz con *Brachiaria*, por lo cual al tercer año se finaliza la recuperación o reforma del total del área considerada, esto permite que estrategia será a utilizar para área de pastoreo o de producción agrícola a partir del cuarto año.

Estos consorcios (dobles o triples) y cultivos (maíz, sorgo, soya, forrajes, etc.) deben ser estratégicos de acuerdo con la necesidad

del rancho o el mercado de la región, es importante mencionar en este sistema de producción como cualquier otro, el acompañamiento profesional especializado es de vital importancia, para no correr riesgos de mala praxis del Sistema integrado.

Establecimiento

En la figura 2, se muestra el establecimiento del consorcio triple con el objetivo del primer año la cosecha de forraje para su conservación vía ensilaje, posteriormente el aprovechamiento de la rebrota forrajera pudiendo ser;

- ensilaje (con 55% de producción menor al anterior)
- el ingreso de animales para su pastoreo
- producción de henos

posteriormente dejar descansar la gramínea forrajera y su desecación 30 días antes para establecer cultivo bajo siembra directa, aquí bajo decisión del productor con auxilio del acompañamiento especializado, siendo cultivo de maíz, soya o sorgo.

Figura 2. Establecimiento de una ICG para producción de ensilaje, animal o pastoreo, heno, siembra directa y granos.



Desarrollo de ICG

Se muestran algunos cultivos desarrollados en la región de la frailesca, Chiapas (ver figura3), donde se aprecia un pastizal degradado con alta incidencia de maleza, plagas y pobre calidad nutritiva, se realizó el establecimiento simultaneo de 3 cultivos (Maíz+Guandú+Brachiaria brizantha cv. Piata), se cosecho para su conservación vía ensilaje, a los 15 días se ingreso animales para su pastoreo y posteriormente una pradera establecida con excelente vigor y optima calidad nutritiva.

Figura 3. ICG situado en la región Frailesca, Chiapas.



Figura 4. ICG en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.



En la figura 4, se visualiza el consorcio de sorgo+guandú+pasto Mavuno, establecido en el istmo de Tehuantepec, Oaxaca, donde convergen los 3 cultivos que fueron sembrados simultáneamente, posteriormente se cosecho el forraje y se ensilo con el proceso

técnico (materia seca, tamaño de partícula ideal, densidad de compactación de 600kg/m³, sellado con filmes anti oxígeno y contra rayos UV, fermentación de 60 días, correcto retirado del material conservado), posteriormente a los 25 días se nota la rebrota postcosecha del pasto Mavuno y socas de sorgo y guandú por lo que el productor decidió a realizar henos.

Resultados de la producción de ensilaje de la región frailesca del estado de Chiapas (Pérez Luna, E. J. et al, 2019) y en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca (Espinosa Villafuerte, S. G., 2021), donde se muestran valores bromatológicos y energéticos promedios de forrajes frescos y ensilajes producidos bajo sistemas integrados, siendo los siguientes consorcios (ver tabla 1):

1. Sorgo+Guandu+Brachiaria brizantha cv. BRS Piata, Frailesca, Chiapas.
2. Maíz+Panicum máximum cv. Miyagui, Istmo de Tehuantepec, Oaxaca
3. Sorgo+Guandu+Brachiaria hibrida cv. Mavuno, Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.

Tabla 1. Valores bromatológicos y energéticos de ensilajes consorciados.

Valores	S+G+BP ^a	M+PM ^b	S+G+BM ^c
----- % -----			
MS	35.76	29.7	29.47
PC	8.61	8.68	8.59
EE	2.1	2.46	2.57
FDN	61.4	57.42	61.25
NDT	75.16	62.46	59.91
----- Mcal/kg -----			
ED	3.31	2.75	2.64
EM	2.71	2.25	2.16
ENm	2.11	1.39	1.3
ENg	2.14	0.94	0.86
ENI	1.8	1.41	1.35

- a) Sorgo+Guandu+Brachiaria brizantha cv. BRS Piata (S+G+BP),
 b) Maíz+Panicum máximum cv. Miyagui (M+PM),
 c) Sorgo+Guandu+Brachiaria híbrida cv. Mavuno (S+G+BM).

materia seca (MS), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), fibra detergente neutro (FDN), nutrientes digestibles totales (NDT), energía digestible (ED), energía metabolizable (EM), energía neta de mantenimiento (ENm), energía neta de ganancia (ENg), energía neta de lactancia (ENI)

Consideraciones Finales

El aumento de la sostenibilidad de sistemas integrados en comparación con los sistemas convencionales de producción es evidenciado por el aumento de la productividad y calidad nutritiva,

con ello en el trópico de México, cuenta con las características edafoclimáticas para el establecimiento, difusión, adaptación y uso de esta estrategia que permitirá mejorar la producción animal y vegetal en la misma área sin abrir nuevas fronteras o áreas agropecuarias, sin revolvimiento del suelo, diluyendo costos de producción, recuperando áreas degradadas, diversificación de ingresos, aumento de agregados y fertilidad de suelo, disminución de agrotóxicos, captura de carbono, captura de nitrógeno, cobertura de suelos, cultivos resilientes y servicios ecosistémicos.

A pesar de que estos consorcios forrajeros tienen una actividad promisorio para la ganadería tropical, en México no existen muchos trabajos analizando los efectos de esta sinergia entre cultivos de interés energético, proteico y fibra y su impacto en la alimentación de rumiantes.

Referencias bibliográficas

Martínez, D., Hernández, A., Enríquez, J. F., Pérez, J., González, S. S., & Herrera, J. G. (2008). Producción de forraje y componentes del rendimiento de pasto *Brachiaria humidicola* CIAT 6133 con diferente manejo de defoliación. *Técnica Pecuaria en México*, 46:427- 438.

Cab, F., Enríquez, J., Pérez, J., Hernández, A., Herrera, J., Ortega, E., & Quero, A. (2008). Potencial productivo de tres especies de *Brachiaria* en monocultivo y asociadas con *Arachis pintoi* en Isla, Veracruz. *Técnica Pecuaria en México*, 46:317-332

Balbino, L. C.; Barcellos, A. O.; Stone, L. F. (Eds.). (2011). Marco referencial: integração lavoura pecuária floresta. Brasília, DF: Embrapa.132 p. Título e texto em português e inglês. Título equivalente: Reference document crop-livestock-forest integration.

Kichel, A.N.; Almeida, R.G.; Costa, J.A. A. (2011). Pecuária sustentável com base na produção e manejo de forragem. In: Congresso Sobre Manejo e Nutrição de Bovinos, 10., 2011, Campo Grande, MS. Anais....Campo Grande, MS : CBNA, 2011. p. 40-51.

Costa, J. A. A.; Neves, A. P.; Machado, L.S.; Espinosa Villafuerte, S. G., et al. (2017). "Consórcio de guandu com milho ou com sorgo para produção de silagem". Comunicado Técnico No. 143, Editorial Embrapa Gado de Corte, 16 f, ISSN 1983-9731, Brasília, DF, Brasil.

Pérez Luna, E. J.; Gil Molina R.; Córdova-Murillo, L. F.; Espinosa Villafuerte, S. G.; León-Velasco, H.; Ley de Coss, A.; 2019. Nutritional value of silage Sorghum bicolor L. Moench cv RB cañero and Cajanus cajan cv caqui in an integrated system of agricultural production in Villaflores, Chiapas. Revista Mexicana de Agroecosistemas: Vol. 6 (Suplemento 2), 2019, ISSN:2007-9559. pp: 1251-1255

Desarrollo de índices de selección como evaluaciones genéticas en ganado simmental y simbrah para la producción de carne en México

MVZ García-Mateos VX1, PhD Vega-Murillo VE2, PhD Montaña-Bermúdez M3.

1Universidad Nacional Autónoma de México 2Universidad Veracruzana; 3CENIDFyMA-INIFAP.

Los índices de selección son herramientas para el mejoramiento genético, proporcionan un valor único ponderado, resultado del análisis de un grupo de características de importancia en el sistema de producción, agregando también el valor económico de cada una de ellas.

INTRODUCCIÓN

Las dos herramientas básicas con que cuenta el genetista y el ganadero para ayudar a incrementar la productividad de su hato en un programa de mejoramiento genético animal son la combinación de los sistemas de apareamiento y la selección (Ossa et al., 1977 y Ossa 1998). Existen varios métodos para el mejoramiento genético simultáneo de varios caracteres, y los tres de mayor importancia

son: 1) selección en tándem, se realiza selección para un solo carácter durante un determinado número de generaciones hasta alcanzar el nivel deseado; 2) selección simultánea de caracteres independiente, permite la selección secuencial para varios caracteres en la misma generación; e 3) índice de selección (IS), este último separa genotipos con base en la evaluación simultánea de varios caracteres (Yáñez, 2018). Cada método tiene una eficiencia diferente y el que proporcione la ganancia genética máxima por unidad de tiempo y esfuerzo es el mejor (Hazel y Lush, 1942; Henning y Teuber, 1996). Un IS es la metodología para hacer selección de manera simultánea para varias características. El IS está conformado esencialmente por dos ecuaciones; la primera, es aquella en la cual se incluyen las características que se desean mejorar, es decir, las que comprenden el objetivo de selección y se denomina genotipo agregado, al potencial genético del individuo, los caracteres que se van a incluir dentro de este; estos pueden responder a las preguntas ¿Cuál es la meta del IS? (Swalve, 2000). La segunda se constituye con las características sobre aquellas que se hace selección, las cuales se denominan criterios de selección, también conocida como una combinación de Diferencias Esperadas de la Progenie (DEP), en otras palabras, el valor genético predicho de los animales; cada una de ellas ponderadas y contestan a ¿Qué necesito? ¿Cómo llegaré a la meta? (Yáñez, 2018). Cuando se implementa un IS se busca producir el mayor impacto posible en el genotipo agregado al aplicar selección sobre criterios de selección, lo cual se logra maximizando la correlación entre esas dos ecuaciones (Uribe et. al., 2012). Un IS requiere de múltiples fuentes de información para su elaboración, de este modo un IS es una síntesis de información visualizado en un valor único.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Se utilizaron registros (100,000-300,000) de la Asociación Mexicana de Criadores de Ganado registro de las razas Simmental y Simbrah, para realizar un índice de crecimiento donde el objetivo de producción incluye Peso al Nacimiento (PN), Peso al Destete Directo (PDD) y Peso al Año (PA).

Análisis de datos.

Se utilizó un modelo animal multivariado para estimar los componentes de varianza, covarianza y parámetros genéticos. El modelo incluyó para cada característica los efectos fijos sexo y grupo contemporáneo, el animal como efecto aleatorio, la proporción de genes de la raza correspondiente, heterocigosis y pérdidas por recombinación, representan las covariables. El grupo contemporáneo se definió como el grupo de animales nacidos en el mismo hato y año.

La representación matricial del modelo animal se describe como (VanRaden 2008):

$$y = u + Xb + Za + e$$

y = Vector de las variables respuesta.

u = Media general a la variable respuesta.

X = Matriz de incidencia para los efectos fijos.

b = Vector de soluciones para los efectos fijos.

Z = Matriz de incidencia de los efectos aleatorios del animal.

a = Vector de soluciones para el efecto aleatorio del animal.

e = Vector de los efectos aleatorios de los residuales.

Los componentes del índice, las varianzas y covarianzas, así como

las correlaciones genéticas, fenotípicas, ambientales y heredabilidades fueron estimados con máxima verisimilitud restringida. El criterio de convergencia se fijó a 1×10^{-9} en cada tipo de análisis.

Cálculo del coeficiente del índice de selección.

Peso económico.

Los valores económicos (cuadro 1) fueron calculados a través del precio promedio del mercado nacional mexicano (calculado de la información de uniones ganaderas de diversos estados).

Cuadro 1.

Precio del kilogramo de carne bovina en México.

GÉNERO	PESO (KG)	PRECIO EN DÓLARES
Macho	<590	\$1.65
	<351	\$1.74
	<301	\$1.80
	<231	\$1.90
	<180	\$1.98
Hembra	<591	\$1.45
	<301	\$1.53
	<231	\$1.61

KG= Kilogramos

Se convirtieron a dólares estadounidenses con el tipo de cambio en noviembre del 2020. El peso económico refleja el ingreso por el fenotipo del individuo. Se realizaron regresiones $y=a+bx$, donde y es la variable dependiente para una característica y x es la variable independiente para el ingreso por venta del animal, sin descontar de este, el costo de producción de cada característica; cada pendiente forma parte de la matriz v , para obtener los ponderadores del índice. Cuando se conoce el valor de los

ponderadores del índice, multiplicamos los valores genéticos expresados en DEP (Diferencia Esperada de la Progenie) de la variable con su ponderador correspondiente y adicionamos. Esta metodología se conoce por utilizar el valor económico de la característica a evaluar, por lo tanto, al tener el valor único del animal, en el estará incorporado el ingreso por venta.

(Hazel, 1943)

$$I_a = b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n \text{ donde}$$

I_a = Índice de selección

a = Es el individuo que se evalúa.

x_i = Valor genético del individuo (DEP).

b_i = Son los factores de ponderación económicos (peso del índice).

$$b_i = P^{-1}Gv$$

b_i = Pesos del índice.

P^{-1} = Matriz de varianzas y covarianzas fenotípicas.

G = Matriz de varianzas y covarianzas genéticas.

v = Matriz de valores económicos.

Donde P es la matriz nxn de las varianzas y covarianzas fenotípicas entre las n variables, G es la matriz nxm de las varianzas y covarianzas genéticas y v es un vector mx1 de valores para todas las variables del objetivo, este método se utilizó para calcular los coeficientes del índice económico que aplicó a las características para el índice de crecimiento.

Estimación de la confiabilidad del índice de selección.

Se usó la nomenclatura de Van Vleck (1993).

$$r = \frac{b'Gv}{\dots}$$

$$\frac{r}{\sqrt{(b'Pb)(v'Cv)}}$$

r = Confiabilidad del índice.

b'=Matriz transpuesta de los factores de ponderación (peso del índice).

v'= Matriz de valores económicos o relativos

P=Matriz de varianzas y covarianzas fenotípicas.

G y C = Matriz de varianzas y covarianzas genéticas.

Donde **b' Gv** representa la covarianza entre el índice y el genotipo agregado, **b' Pb** representa la varianza del índice, y **v' Cv**, representa la varianza del genotipo agregado, **C** es una matriz mxm de varianzas y covarianzas genéticas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Heredabilidades y correlaciones genéticas.

Los estimadores de las heredabilidades y correlaciones genéticas en los índices de crecimiento, se presenta en el cuadro 2. Todas las heredabilidades concuerdan con la literatura, la correlación PDD-PA, es positiva, alta y fuerte, expresando una relación lineal entre ellas.

Cuadro 2.

Pesos del índice de crecimiento, y correlaciones genéticas de las razas Simmental y Simbrah.

	PN	PDD	PA	VE SIMMENTAL	VE SIMBRAH
PN	0.26±0.016			0.367	0.367
PDD	0.19±0.050	0.22±0.014		0.506	0.463
PA	0.21±0.047	0.63±0.074	0.19±0.009	0.560	0.523

VE= Valor Económico, PN= Peso Nacimiento, PDD= Peso al Destete Directo. En la diagonal se encuentran las heredabilidades y en la matriz inferior las correlaciones genéticas, con sus respectivos errores estándar.

Se ha reportado en animales de la raza Simmental BPTU-HPT (Balai Pembibitan Ternak Unggul-Hijauan Pakan Ternak; Padang Mengatas, Sumatra occidental, Indonesia), heredabilidades altas para características de crecimiento, 0.50 ± 0.19 y 0.56 ± 0.08 para PDD y PA respectivamente (Putra et al., 2017). También, se estudió la heredabilidad del ganado de carne en la raza Balines, este incluyó PN, 0.85 ± 0.44 , PDD, 0.51 ± 0.32 y PA, 0.54 ± 0.32 (Warwick et al., 1990). En La raza Beefmaster PN, PDD y PA fueron 0.35, 0.22 y 0.40 respectivamente, en las correlaciones, se mostraron PN-PDD (0.50), PN-PA (0.53), PDD-PA (0.70), (Ochsner et al., 2017). La estimación de heredabilidad para PA, son superiores, comparados con ganado cruzado (0.33), ganado Canchim (0.31) y ganado Nellore (0.26) (Alfolayan et al., 2007, Mucari et al., 2007 y Boligon et al., 2010). El estimador de heredabilidad para PA se encontró dentro del intervalo de 0.15 a 0.42, usando la metodología de Máxima Verosimilitud Restringida (REML) en diferentes poblaciones de ganado de carne (Bishop, 1992 y Meyer, 1992).

Los valores económicos, son positivos en las tres características. En la raza Beefmaster, se realizó un índice económico, donde los valores económicos se calcularon en un promedio de 5 años (obtenido de Livestock Marketing Information Center), al igual que en México, los precios varían dependiendo del peso en kilogramos del animal y el sexo, siendo los animales pesados (3.312 dólares), con menor costo a diferencia de los de menor peso (3.838 dólares), lo mismo sucede con las hembras (3.405 y 3.048 dólares, respectivamente). Se consideraron las variables, dificultad de parto directo y materno, PDD, PDM, peso de la vaca madura, preñez de la vaquilla, el valor económico relativo de cada rasgo se estimó con su valor económico y la desviación estándar, el aumento de un rasgo no resultó ser igual al aumento de otro, por lo tanto, permite una comparación de importancia económica entre las variables

(Ochsner et al., 2017). En toros Angus, se elaboró un índice para la eficiencia alimenticia, su cálculo de los ponderadores económicos constó de la regresión de los ingresos netos del animal sobre las características, parecido a la forma de calcular los valores económicos de este estudio (cuadro 2) (Crews et al., 2006). En la misma raza se realizaron modelos bioeconómicos para calcular los valores económicos de características importantes en el ganado de carne, evaluar el impacto de estos rasgos en la rentabilidad de producción, evaluar posibles cambios de mercado con un sistema de pago y desarrollar índices de selección económicos en dos sistemas de producción: ciclo vaca-becerro y ciclo completo; después de la selección, se observaron cambios positivos en el valor económico. En el ciclo completo, cada incremento de 1.0% en el PDD la tasa de destete y la tasa de preñez resultó en aumentos de US (dólares americanos) \$ 1,30, US \$ 3,68 y US \$ 3,55 por vaca / año en la ganancia, respectivamente. En el ciclo vaca-becerro, se obtuvieron valores económicos de US \$ 1.01, US \$ 1.79 y US \$ 1.19, por vaca / año para PDD, PA, y peso final, respectivamente (Fernández et al., 2018). También se realizó un índice de selección para la raza Charolais y cruza de la misma en la subestación de investigación (Agriculture and Agri-Food Canada Onefour), para mejorar los ingresos netos del corral de engorda en la progenie de toros probados en el mercado; evaluaron materia seca ingerida, ganancia media diaria y peso de la progenie al sacrificio, los ponderadores fueron -10.12, 24.79 y -0.09 respectivamente (Crews et al., 2006).

En Estados Unidos de América se desarrolló un índice de selección económico para el ganado Beefmaster en un sistema de producción terminal. Usaron los precios promedios nacionales de cuatro años para establecer los ingresos y gastos del sistema. La aplicación de este índice ayudaría a los criadores Beefmaster en sus decisiones

de selección de toros, facilitando el mejoramiento genético para un objetivo de reproducción terminal (Ochsner et al., 2017). Para el ganado de Irlanda se definieron cinco objetivos de cría y derivaron subíndices de selección productivos e incluyeron PDD, dentro de las características del objetivo de selección (Amer et al., 2001). En Nueva Zelanda desarrolló un índice de selección para el ganado vacuno de carne dirigido a aumentar los ingresos netos por vida de la vaca. Los criterios de selección incluyeron PDD, PA, número de terneros destetados y peso corporal promedio de vida del ternero destetado (Enns y Nicoll, 2008). En el Reino Unido, se describe un índice de selección que incorpora valores genéticos, el objetivo se compone de la canal, dificultad de parto y duración de la gestación, derivaron sus valores económicos de la literatura (7 euros/kg, -22.4 euros/desviación estándar fenotípica y 1 euro/día, respectivamente) (Amer et al., 1998). Los índices (cuadro 3), muestran los cinco animales, con el máximo y menor valor ponderado obtenido.

Cuadro 3.

Índice económico de crecimiento.

	ID	SIMMENTAL	ID	SIMBRAH
MÁX.	235590	3.425	179465	3.871
	282575	3.108	191217	3.583
	234280	3.095	261940	3.506
	223049	3.051	179003	3.434
	106595	3.032	270191	3.111
MÍN.	193200	-3.224	160432	-2.970
	268949	-2.854	273941	-2.793
	269285	-2.854	106673	-2.733
	269065	-2.844	215559	-2.630
	229426	-2.765	192774	-2.599
		0.040		0.042

MÁX= Máximo, MÍN= Mínimo ID= Identificación del animal, \bar{x} = media del índice.

Las diferencias en los modelos de producción, las definiciones de las variables y las suposiciones sobre los efectos del sistema de manejo en el mejoramiento genético de rasgos particulares hacen muy difícil una comparación directa de los valores económicos entre diferentes países (Wolfová et al., 2007). Las cifras absolutas sobre los valores económicos derivados dependen en gran medida de los parámetros y la metodología usada para calcular los precios (Groen et al., 1997).

Confiabilidad del índice.

Las confiabilidades de los índices de crecimiento (Cuadro 4), presentan el mismo valor en ambas razas, esto es debido a que las matrices de varianzas y covarianzas son similares.

Cuadro 4.

Confiabilidades del índice de crecimiento, de todas las metodologías en todas las razas.

CONFIABILIDADES	
ÍNDICE DE CRECIMIENTO	VE
SIMMENTAL	0.460
SIMBRAH	0.460

VE= Valor Económico.

Las confiabilidades van de 0 a 1, donde los valores más cercanos a 1, indica una confiabilidad más alta, a medida que se disponga de información útil del animal, será más precisa y fiable.

CONCLUSIONES.

El índice de selección proporciona un medio sistemático para tomar

decisiones de selección que sean consistentes con una mejor rentabilidad. Esta tecnología nos permite usar información sobre familiares y utilizar rasgos correlacionados para mejorar la confiabilidad. Una selección equilibrada genética y socioeconómicamente requiere valores económicos correctos. Los niveles relativos de los valores económicos de las características, proporcionan niveles óptimos de mejoramiento genético. La derivación de valores económicos requiere una base teórica sólida, una metodología adecuada en términos de modelos, incluido el modelado fisiológico de la producción, la economía agrícola y los aspectos sociales, y los supuestos apropiados sobre las circunstancias futuras de la producción, aunque, en general, no se consideran los aspectos sociales. La industria de la carne de res necesita avanzar hacia la provisión de evaluaciones genéticas que resulten en una mejor rentabilidad para los productores comerciales, poder facilitar una mejora en la rentabilidad de los productores de carne que deseen adoptar la tecnología del índice de selección a través de pautas para 1) derivar valores económicos relativos e 2) implementar índices de selección en la evaluación nacional del ganado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- 1.Ossa G. 1998. La selección herramienta del mejoramiento genético. Revista CORPOICA.
- 2.Ossa G. Marique C. Torregroza L. 1977. Como utilizar los registros para evaluar animales en la finca. El Cebú 29. Nov Dic.
- 3.Yáñez C.L.F., 2018 Índices de selección: sugerencias para su utilización. Zootecnia y veterinaria.

4.Hazel, L. N. And J. L. Lush. 1942. The efficiency of three methods of selection. Jour. Hered. 33:393-399.

5.Henning, J. A., and L. R. Teuber. 1996. Modified convergent improvement: A breeding method for multiple trait selection. Review and interpretation. Crop. Sci. 36: 1-8.

6.Swalve, H.H. 2000. Revisión de los índices de selección en el mundo: pesos relativos de los caracteres productivos y funcionales. Conferencia mundial Holstein Friesian. Instituto de investigación biológica de animales domésticos. Alemania.

7.Uribe H., De la Barra R. y Carvajal R. A. 2012. Objetivos de la mejora genética en bovinos de leche. Instituto de investigaciones agropecuarias. Informativo N. 88.

8.VanRaden P. M. 2008. Efficient methods to compute Genomic predictions. Journal of Dairy science. Elsevier, 91 (11), pp. 4414-23.

9.Hazel, L. N. 1943. The genetic basis for constructing selection index. Genetics 28: 476-490.

10.Boldman KG, Kriese LA, Van Vleck LD, Van Tassell CP, Kachman SD. 1995. A manual for use of MTDFREML. A set of programs to obtain estimates of variances and covariances (DRAFT). USDA, ARS, Washington, DC.

11.Van Vleck, L. D. 1993. Selection index and introduction to mixed model methods for genetic improvement of animals: The green book. CRC Press, Inc. Boca Raton, FL.

12.Warwick E. J., Astuti J. M. and Hardjosubroto W. 1990. Pemuliaan Ternak. Universitas Gadjah Mada Press, Yogyakarta.

13. Ochsner Kathleen P., MacNeil M. D. and Spangler Matthew L. 2017. Economic selection index development for Beefmaster cattle I: Terminal breeding objective. Faculty Papers and Publications in Animal Science. 988.
14. Ochsner Kathleen P., MacNeil M. D. and Spangler Matthew L. 2017. Economic selection index development for Beefmaster cattle II: General-purpose breeding objective, Journal of Animal Science, Volume 95.
15. Meyer K. 1992. Variance components due to direct and maternal effects for growth traits of Australian beef cattle. Livest Prod Sci; 31:179-204.
16. Bishop S.C. 1992. Phenotypic and genetic variation in body weight, food intake and energy utilisation in Hereford cattle. I. Performance test results. Livest Prod Sci; 30:1-18.
17. Crews, Jr., D.H., Pas, Carstens, G. E., Lancaster, P.A. 2006. A Multiple Trait Selection Index Including Feed Efficiency. Case study: The Professional Animal Scientist 22 (2006):65-70.
18. Fernández G.M. Savegnago R.P. El Faro L. Mosaquatro Roso V. De Paz C.C.P. 2018. Economic values and selection index in different Angus-Nellore cross-bred production systems. Journal of Animal Breeding and Genetics. 135:208-220.
19. Amer P.R. Crump R. and G. Simm. 1998. A terminal sire selection index for UK beef cattle. Animal Science, 67, pp 445-454.
20. Amer P. R., G. Simm, M.G. Keane, M.G. Diskin and B.W. Wickman. 2001. Breeding objectives for beef cattle in Ireland. Livest. Prod. Sci.

67:223-239. doi:10.1016/S0301-6226(00)00201-3.

21.Enns R. M. and G. B. Nicoll. 2008. Genetic change results from selection on an economic breeding objective in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 86:3348-3357. doi:10.2527/jas.2006-566.

22.Groen A.F., Steine, T., Colleau, J., Pedersen, J., Pribyl, J., Reinsch, N. 1997. Economic values in dairy cattle breeding, with special reference to functional traits. Report of an EAAP-working group. *Livest. Prod. Sci.* 49:1-21.

23.Wolfova M., Wolf J., Kvapilík J., Kica J., 2007. Selection for profit in cattle. I. Economic weights for purebred dairy cattle in the Czech Republic. *J. Dairy Sci.* 90:2442-2455.

Importancia de los ácidos grasos volátiles en la alimentación de los bovinos

Resumen

El conocimiento de los ácidos grasos volátiles (AGV) como lo son el: ácido acético, ácido propiónico y ácido butírico principalmente, resulta fundamental para lograr obtener los objetivos deseados en la producción de la granja, pero para lograr aplicar esto, es necesario entender el significado de los AGV.

Los ácidos grasos volátiles son los productos de la fermentación animal, principalmente de los carbohidratos. Pero para comenzar a entender este proceso es necesario entender que los rumiantes tienen ciertas características que los distinguen de los no rumiantes, la principal es que estos tienen cuatro cámaras, las cuales son el rumen, retículo, omaso y abomaso.

Y es en el interior del rumen donde se encuentra una gran cantidad de bacterias y arqueas que se encargan de convertir los materiales vegetales en ácidos grasos de un bajo peso molecular, dióxido de carbono y metano.

Lo fundamental para entender esto, es que dependiendo de la cantidad administrada en los alimentos de AGV, se podría mejorar

en gran manera la producción que se quiera obtener, por ejemplo:

En producción de leche: el ácido acético puede lograr aumentarla si se proporciona además una mayor cantidad de ácido acético, en el caso del ácido propiónico no hará que ocurra un aumento de la cantidad de leche, pero si logrará aumentar la proteína de la leche disminuyendo su contenido de grasa, y en cuanto al Ácido butírico, este no afecta la cantidad de leche producida, pero si lograra aumentar el porcentaje de grasa.

En la engorda de animales: el ácido acético Si existe una mayor producción de este ácido, el aprovechamiento de la energía será menor, pero en el caso del ácido propiónico, este lograra la una ganancia de peso.

Toda esta valiosa información se verá más a detalle a continuación

Introducción

En este artículo se analizará un tema de gran importancia el cual es: "Importancia de los ácidos grasos volátiles en la alimentación de los bovinos", en el cual se tomarán en cuenta diferentes aspectos para lograr aprovechar al máximo la alimentación brindada al bovino, y así lograr mejorar en gran manera la producción deseada, ya sea para producción de carne o bien una producción láctea.

Importancia de los ácidos grasos volátiles en la alimentación de los bovinos

Lo primero a tomar en cuenta para lograr un buen entendimiento de este tema es saber la correcta definición de los ácidos grasos volátiles, la manera más simplificada de entenderlo es que los ácidos grasos volátiles son los principales productos de la fermentación animal, principalmente de los hidratos de carbono ya que estos son los que componen la mayor parte de la ración alimenticia.

Los AGV son muy importantes para la nutrición del bovino, estos AGV contienen la mayor parte de la energía contenida en la glucosa original y por lo tanto son utilizados por los bovinos como su fuente de energía.

Estomago de los rumiantes

Los rumiantes tienen ciertas características que los distinguen de los no rumiantes, la principal es que estos tienen cuatro cámaras, las cuales son el rumen, retículo, omaso y abomaso.

Y es en estas cámaras donde logran darle un gran provecho a los carbohidratos que están presentes en las plantas las cuales son compuestos que juegan un papel de vital importancia en las plantas y animales, tanto como elementos estructurales como en este caso para el mantenimiento de la actividad funcional.

Ejemplos de carbohidratos en las plantas son:

- Celulosa
- Hemicelulosa
- Almidón

- Pectina

Los rumiantes no poseen enzimas que puedan digerirlos y son los microorganismos presentes en el rumen, como bacterias, hongos y protozoarios, los que permiten al rumiante la obtención del alimento por medio de una fermentación anaeróbica.

El rumen

El rumen es considerado el órgano más importante para la digestión de los todos los rumiantes, se considera que ocupa un espacio muy considerable de casi el 100% del lado izquierdo de la cavidad abdominal, este es un saco musculoso sin oxígeno, el cual se extiende desde el diafragma hasta la pelvis.

Como se mencionó anteriormente Los rumiantes no poseen enzimas que puedan digerir la celulosa, hemicelulosa o el almidón, y es aquí cuando el rumen juega un papel de suma importancia ya que en su interior se encuentra una gran cantidad de bacterias y arqueas que se encargan de convertir los materiales vegetales en ácidos grasos de un bajo peso molecular, dióxido de carbono y metano.

Se sabe que el rumen contiene una densidad bacteriana de 10.000.000.000 a 100.000.000.000/ml de contenido ruminal y se han logrado reconocer alrededor de 250 especies.

La gran mayoría de estas especies son anaerobias no esporuladoras, unas pocas son anaerobias facultativas y rara vez se detectan bacterias anaerobias que forman esporas.

Algunas de las principales bacterias son:

- Bacterias Celulolíticas: tienen la habilidad bioquímica de producir celulasas, enzimas que pueden hidrolizar la celulosa. También pueden utilizar celobiosa y otros carbohidratos.

Ejemplo de especies celulolíticas: Bacteroides succinogenes, Ruminococcus flavefaciens, Ruminococcus albus, Clostridium locheadrii y Cillobacterium cellulosolvens.

- Bacterias Hemicelulolíticas: la hemicelulosa es un importante constituyente de las plantas. Los organismos que son capaces de hidrolizar celulosa, generalmente también pueden utilizar hemicelulosa.

Ejemplos de especies que digieren hemicelulosa: Butyrivibrio fibrisolvens, Lachnospira multíparus y Bacteroides ruminícola.

- Bacterias aminolíticas: Todas las bacterias celulolíticas son también capaces de digerir almidón, sin embargo algunos microorganismos amilolíticos no pueden utilizar celulosa. Especies importantes que digieren almidón son: Bacteroides amylophilus, Succinomonas amylophilica, Butyrivibrio fibrisolvens, Lachnospira multíparus y Bacteroides ruminícola.

PH ruminal

El pH ruminal tiende a variar dependiendo del tipo de alimento, la forma y frecuencia en la que se le ofrece al animal.

Las raciones altas en carbohidratos no estructurales disminuyen el pH, mientras que las dietas ricas en carbohidratos estructurales,

tienden a regularlo.

Variaciones del pH ruminal por debajo de 6,0 provocan la muerte de los microorganismos, principalmente de bacterias encargadas de la degradación de los componentes fibrosos de la dieta.

Si disminuye la fermentación de la fibra por un pH bajo, se aumentará el tiempo del alimento dentro del rumen, lo cual provocará en el animal una sentimiento de saciedad, y por ello ya no tendrá un consumo voluntario de su alimento.

Por lo tanto esto nos indica que el pH se afecta por el tipo de dieta que tenga el animal, lo cual podría beneficiar o perjudicar las presencias bacterianas dentro del rumen.

Ejemplo:

Si a un bovino se le da una dieta alta en carbohidratos, los cuales son muy fermentables en el rumen, provocaran una enorme producción de ácidos grasos volátiles (AGV)

En cambio sí al mismo bovino se le una dieta basada en fibra, gracias a las bacterias fibrolíticas (las cuales son intolerantes al pH ácido) la digestión de la misma se verá muy disminuida.

Por lo que visto de una manera más simple:

- Si el contenido ruminal se vuelve alcalino, su absorción se reducirá
- Pero sí en cambio el contenido ruminal se acidifica, la absorción se aumentará

La explicación de esto es que, a que al acidificarse se logra ayudar el paso de moléculas no ionizadas de las capas lipoides de la membrana celular, aunque también se puede deber a que al elevarse la concentración de CO₂ y el ácido butírico estas provocan un aumento del aporte sanguíneo al rumen, ayudando a su salida.

Tipos de ácidos grasos volátiles

Los tres más importantes son el ácido acético, propiónico, y butírico, ya que estos conforman más del 95% de los ácidos producidos en el rumen.

Y otros tipos de ácidos grasos volátiles son el valérico, isovalérico, isobutírico y el 2- metil butínico.

A continuación se describirán los 3 principales AGV mencionados anteriormente:

- **Ácido acético**

El ácido acético: es el principal de los ácidos grasos volátiles, se describe como un líquido incoloro con un olor muy característico a vinagre, y predomina cuando la dieta del animal está basada en forrajes.

- **Ácido Propiónico**

Es necesario para la gluconeogénesis, además de que es la principal fuente de energía para el bovino. Este se produce en el rumen por el

ácido pirúvico e incluso del láctico por 2 vías diferentes

1. En una de ellas se lleva a cabo la formación de oxaloacetato y succinato.
2. En la otra vía se necesita de la formación de acrilato, la cual se presenta en el rumen de los animales en los que su alimentación es deficiente de azufre, por ejemplo en los casos en los que la dieta es deficiente de granos.

Este tiende a aumentar cuando al animal se le agrega en su dieta almidón y azúcares simples, y como ya se sabe estos le proporcionarán al animal su energía.

- **Acido butírico:**

Se logra aumentar el ácido butírico, cuando se le agrega melaza a la alimentación del animal, también se produce como un derivado de la beta oxidación, ya que se usan las grasas corporales como su fuente de energía en procesos de cetosis (situación metabólica del organismo originada por un déficit en el aporte de carbohidratos, lo que induce el catabolismo de las grasas a fin de obtener energía)

Como lograr un aprovechamiento máximo de los ácidos grasos volátiles

Si se toma en cuenta que el 60 al 80 % de los requerimientos energéticos del rumiante son cubiertos por los AGV absorbidos y en parte metabolizados en la mucosa ruminal, sería algo claro notar que no se trata de un simple epitelio protector, por lo que se debe de aprovechar al máximo, además es importante considerar que si los AGV se mezclan, su eficiencia aumentará.

Absorción de los AGV

Otro punto de suma importancia es la absorción de los ácidos grasos volátiles en el rumen del bovino, los cuales se absorben por dos mecanismos diferentes, dependiendo de su estado de disociación.

Cuando se encuentran en su forma no disociada y por lo tanto liposoluble, son absorbidos por difusión simple a través de la membrana luminal.

Cuando los AGV se encuentran disociados la capa de hidratación les quita liposolubilidad y les aumenta el diámetro, impidiéndoles difundirse por la membrana celular, por lo cual deben ser contra transportados con bicarbonato intracelular.

Los AGV dejan la superficie basal, sufriendo diferentes grados de metabolización

- Acetato

En el caso del acetato: la mayor parte pasa a la circulación portal, en la cual se capta un 20% para el hígado y el resto pasa a la circulación general, y una pequeña parte de acetato se utiliza como una fuente de energía para la mucosa.

- Propionato

La mayor parte pasa la circulación portal y el 95 % es captado por el hígado y una pequeña parte del propionato es degradada antes o durante su absorción a lactato.

- Butírico

Este se absorbe y se convierte casi totalmente en betahidroxibutirato en la mucosa ruminal.

Cómo aprovechar los ácidos grasos volátiles según el tipo de producción que se tenga

Algo fundamental por entender sobre la alimentación de los bovinos es que todas las raciones que estén elaboradas a base de forrajes producirán menor cantidad de ácidos grasos volátiles, y como ya se mencionó anteriormente los ácidos grasos volátiles se producen por fermentación por lo que si se alimenta al bovino con una base de concentrados con carbohidratos o bien proteínas, las cuales provocan la fermentación se logrará aumentar la producción de ácidos grasos volátiles en el rumen del bovino.

En producción de leche:

- Ácido acético

La producción láctea se puede lograr aumentar si se proporciona una mayor cantidad de ácido acético.

En la leche, el ácido acético es uno de sus principales componentes, especialmente en la grasa ya que aproximadamente 50% de los ácidos grasos, se originan a partir del ácido acético, en las que se reducen relativamente las fracciones destinadas a la creación de caseína y la lactosa, es por ello en que en las vacas que se tratan con ácido acético logran aumentar su porcentaje de grasa láctea.

- Ácido propiónico

En cambio en cuanto al ácido propiónico, este no hará que ocurra un aumento de la cantidad de leche, pero si logrará aumentar la proteína de la leche disminuyendo su contenido de grasa, por lo que este ácido ayuda mucho a la formación de la glucosa y a la finalización de la síntesis de la lactosa.

- **Ácido butírico**

En cuanto al ácido butírico: es el único de los anteriores que no logra mostrar una especificidad, pero como ya se mencionó no afecta la cantidad de leche producida, pero si lograra aumentar el porcentaje de grasa.

Además es de gran utilidad para la síntesis de los principales componentes de la leche.

En la engorda de animales:

- **Ácido acético**

Si existe una mayor producción de ácido acético el aprovechamiento de la energía será menor.

- **Ácido propiónico**

En cambio sí se aumenta la producción de ácido propiónico ocurrirá una ganancia de peso.

Proporciones adecuadas para un buen aumento de peso:

Para la engorda de animales la relación molar entre el ácido acético y el ácido propiónico debe de existir una mayor concentración relativa del segundo.

Esto se logra con un menor contenido de fibra bruta, lo que permitiría la incorporación de concentrados a la ración.

Estas proporciones debe de ser muy controladas, ya que si se agrega a la ración más de un 30 % de carbohidratos como los granos, podría ocurrir una depresión en la digestibilidad de la fibra, generando una producción anormal de ácido grasos insaturados en la grasa de cobertura del animal, provocando un mal aspecto en la res.

AGV en el alimento según su textura

Es fundamental tomar en cuenta que el tamaño del forraje influye mucho en los nutrientes que le aportarán al animal, a continuación se presentarán algunos de los aportes de AGV en el forraje:

- Forraje sin picar

Ácido acético: se encuentra en un porcentaje de 60-75%

Ácido propiónico: 15-19%

Acido butírico: 8-16%

Y finalmente si se le da el forraje de esta manera existirá además una pérdida de energía consumida, la cual será el metano.

Y en el caso del forraje picado: el ácido acético disminuye

Conclusión

Es vital lograr entender la gran función que desempeñan los ácidos grasos volátiles en los bovinos, ya que si se logra aportar una dieta correcta basándose en los puntos mencionados anteriormente, se logrará mejorar notoriamente la calidad y producción y rendimiento, en los animales de la granja.

Por lo que en conclusión en este artículo se mencionó información de gran valor, sobre una gran especie como lo son los bovinos, y sobre un tema desconocido para muchas personas, por lo que solo espero que esto cambie en un futuro, y que esta información le sea útil a una gran cantidad de personas del sector ganadero.

Bibliografía

CONtextoganadero. (2 de Marzo de 2015). Recuperado el 24 de Febrero de 2021, de CONtextoganadero: <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/el-rumen-motor-de-la-digestion-en-los-bovinos>

Así funciona el sistema digestivo de los rumiantes. (27 de Septiembre de 2018). Recuperado el 24 de Febrero de 2021, de Así funciona el sistema digestivo de los rumiantes: <https://www.mataderograncanaria.com/asi-funciona-el-sistema-digestivo-de-los-rumiantes/>

Albarracín, J. H. (Junio de 2013). GALEONEFILE. Recuperado el 2021 de Marzo de 15, de GALEONEFILE: <https://go.gale.com/ps/anonymous?id=GALE%7CA450800844&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=01233068&p=IFME&sw=w>

Garcia, C. (29 de Febrero de 2016). Ganaderia.com. Recuperado el 19 de Marzo de 2021, de Ganaderia.com: <https://www.ganaderia.com/destacado/Aspectos-generales-sobre-el-rumen-y-su-fisiologia>

GANADERIA. (n.d.). Recuperado el 15 de Marzo de 2021, de GANADERIA: [http://www.agrobit.com/Documentos/E_3_Producci/478_ga000010pr\[1\].html](http://www.agrobit.com/Documentos/E_3_Producci/478_ga000010pr[1].html)

Union Ganadera Regional de Jalisco. (n.d.). Recuperado el 20 de Marzo de 2021, de Union Ganadera Regional de Jalisco : http://www.ugrj.org.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=390&Itemid=138

Piovano, N. M. (15 de Junio de 2010). SEDICI. Recuperado el 26 de Febrero de 2021, de SEDICI: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/10999>

Prieto Manrique, E. S. (2016). ÁCIDOS GRASOS, FERMENTACIÓN RUMINAL Y PRODUCCIÓN DE METANO, DE FORRAJES DE SILVOPASTURAS INTENSIVAS. Recuperado el 19 de Marzo de 2021, de ÁCIDOS GRASOS, FERMENTACIÓN RUMINAL Y PRODUCCIÓN DE METANO, DE FORRAJES DE SILVOPASTURAS INTENSIVAS : http://www.mag.go.cr/rev_meso/v27n02_337.pdf

Rodríguez, M. A. (10 de Diciembre de 2008). Producción de gas, ácidos grasos volátiles y nitrógeno amoniacal in vitro. Recuperado el 25 de Febero de 2021, de Producción de gas, ácidos grasos volátiles y nitrógeno amoniacal in vitro: <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193015664007.pdf>

Rosario, B. (1999). Sitio Argentino de Producción Animal. Recuperado el 13 de Marzo de 2021, de Sitio Argentino de Producción Animal: https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/70-alimentos_rumen.pdf

rumen, A. g. (diciembre de 2004). Monografias de Medicina Veterinaria, 2. Recuperado el 15 de Marzo de 2021, de Monografias de Medicina Veterinaria: [https://web.uchile.cl/vignette/monografiasveterinaria/monografiasveterinaria.uchile.cl/CD A/mon_vet_simple/0,1420,SCID%253D7631%2526ISID%253D410%2526PRT%253D7627,00.html#:~:text=El%2Orumen%2Ocontiene%2Ouna%2Ogran,Ej.%3A%2OOscillospira%2Oguillermondii\).http](https://web.uchile.cl/vignette/monografiasveterinaria/monografiasveterinaria.uchile.cl/CD A/mon_vet_simple/0,1420,SCID%253D7631%2526ISID%253D410%2526PRT%253D7627,00.html#:~:text=El%2Orumen%2Ocontiene%2Ouna%2Ogran,Ej.%3A%2OOscillospira%2Oguillermondii).http)

Sienra, R. (n.d.). ACIDOSIS EN BOVINOS. Recuperado el 19 de Marzo de 2021, de ACIDOSIS EN BOVINOS: https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R86/R86_31.htm

Van Lier, E. R. (2008). DIGESTIÓN EN RETÍCULO-RUMEN. Recuperado el 18 de Marzo de 2021, de DIGESTIÓN EN RETÍCULO-RUMEN: <http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/AFA/TEORICOS/Repartido-Digestion-en-Reticulo->

Rumen.pdf

Volatiles, A. G. (2 de noviembre de 2013). slideshare. Recuperado el 15 de Marzo de 2021, de slideshare : <https://es.slideshare.net/yormanmotta/cidos-grasos-voltiles>

Volatiles, A. G. (n.d.). slideshare. Recuperado el 20 de Marzo de 2021, de slideshare: <https://es.slideshare.net/yormanmotta/cidos-grasos-voltiles#:~:text=1.,ac%C3%A9tico%2C%20propi%C3%B3nico%2C%20y%20but%C3%ADnico.>

Zavaleta De Lucio, E. (n.d.). Los ácidos grasos volátiles, fuente de enregía en los rumiantes. Recuperado el 19 de Marzo de 2021, de Los ácidos grasos volátiles, fuente de enregía en los rumiantes: <https://www.fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CVvol1/CVv1c09.pdf>

Prevalencia del virus de la diarrea viral bovina en México y su implicación en programas de vacunación en bovinos

¹Laboratorio de Vacunología y Constatación. Departamento de Microbiología e Inmunología. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-Universidad Nacional Autónoma de México.

²Laboratorio de Microbiología Molecular. Departamento de Microbiología e Inmunología. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-Universidad Nacional Autónoma de México.

Introducción

La diarrea viral bovina (DVB) es una de las principales enfermedades virales de distribución mundial que afectan al ganado bovino y otros rumiantes; se caracteriza por tener una de las patogenicias más complejas que existen entre los agentes patógenos que afectan a los bovinos (Ridpath, 2010). La DVB es causada por un amplio grupo de virus clasificados bajo el nombre del virus de la diarrea viral bovina (VDVB), un virus que pertenece al género *Pestivirus*, en donde también están agrupados los virus de la fiebre porcina clásica (VFPV) y el virus de la enfermedad de las fronteras (VEF) (Smith et al., 2017). De manera general, los VDVB pueden estar divididos en tres grupos denominados genotipos: VDVB-1, VDVB-2 y HoBi-like; a su vez, cada uno de los genotipos se dividen en subgenotipos en donde el VDVB-1 está formado por 21 subgenotipos que comprenden del VDVB-1a al VDVB-1u, y tanto el VDVB-2 como el HoBi-like se subdividen en 4 subgenotipos (a-d)

(Yesilbag et al., 2017). Los VDVB son altamente heterogéneos, ya que cada uno de los genotipos descritos están integrados por cepas virales citopáticas (CP) y no citopáticas (NCP), que a su vez pueden ser cepas de baja o alta virulencia y como consecuencia producen una amplia gama de manifestaciones clínicas en los animales infectados (Neill, 2013).

La infección por el VDVB en animales susceptibles deriva en diversas manifestaciones clínicas que incluyen inmunosupresión, enfermedades respiratorias y gastrointestinales, y desórdenes reproductivos. Dentro de éstas, las de índole reproductiva, representada por abortos, mortinatos, momificaciones, generación de animales repetidores y nacimiento de animales débiles y persistentemente infectados (PI) o inmunotolerantes, son las que generan mayores pérdidas económicas para la industria ganadera (Houe, 2003).

Adicionalmente, el impacto económico causado por la DVB se atribuye a la pérdida de la producción láctea, disminución en el rendimiento reproductivo, retraso en el crecimiento, defectos congénitos, incremento en la predisposición a enfermedades concomitantes e incremento de la mortalidad en animales jóvenes (Houe, 2003). Se estima que las pérdidas asociadas a la enfermedad ascienden a los 20 millones de dólares por millón de partos o 46 millones de dólares por año (Houe *et al.*, 1993; Bennett *et al.*, 1999). Sin embargo, es importante considerar los efectos indirectos causados por la infección con el VDVB, como la inmunosupresión, la cual incrementaría las pérdidas económicas asociadas a la infección por el VDVB y no siempre son incluidas en el análisis económico.

La DVB es una enfermedad endémica de poblaciones ganaderas en México, está enlistada por la Secretaría de la Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) como una enfermedad de reporte obligatorio; sin embargo, la descripción detallada sobre las variantes genéticas del VDVB que se distribuyen en el ganado nacional no están del todo descritas. Estudios previos basados en la detección de anticuerpos anti-VDVB en animales, con problemas reproductivos y gastrointestinales, reportan una seroprevalencia en un rango que va desde el 12.27 al 100% en animales provenientes de estados como Aguascalientes, Hidalgo, Michoacán, Tamaulipas, Yucatán, Campeche, Querétaro, Coahuila, Durango Chiapas, Jalisco, Sinaloa, Veracruz, Estado de México, Puebla, Tabasco y Nuevo León (Sánchez-Castilleja et al., 2016; Segura-Correa et al., 2010; Segura-Correa et al., 2016; Solís-Calderón et al., 2005; Córdova-Izquierdo et al., 2007; Escamilla et al., 2007; Milian-Suazo et al., 2016; Ojeda-Carrasco et al., 2016; Rosete-Fernández et al., 2018; Cantú et al., 2008). En este sentido, factores como la región geográfica, sistema de producción, densidad poblacional, tamaño del rebaño, interacción con otras especies domésticas y silvestres, manejo del ganado y prácticas de control de enfermedades promueven éstas variaciones en los porcentajes de seroprevalencia. Sin embargo, información específica sobre cuáles son las variantes genéticas del VDVB que circulan en las poblaciones ganaderas no ha sido descrita y como consecuencia el estatus epidemiológico en cuanto a la DVB se mantiene desconocido.

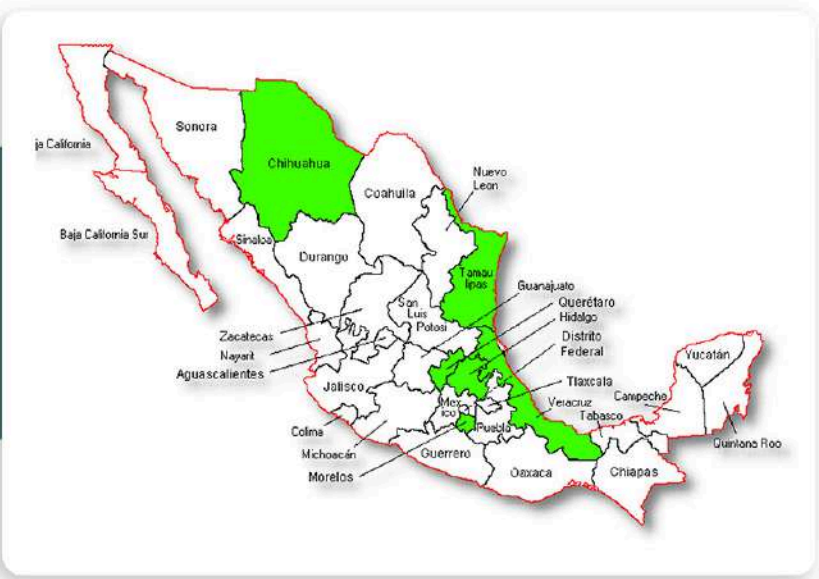
Una característica importante a considerar en los VDVB es la diversidad genética que hay entre subgenotipos, ya que se ha demostrado que existen diferencias antigénicas entre éstos, así como variación en la infectividad y variación en la virulencia; por lo tanto, hay diferencias en la respuesta a la vacunación.

A través de estudios epidemiológicos, basados en análisis de secuencias genéticas de los VDVB (análisis filogenéticos), es posible obtener información sobre los diversos subgenotipos del VDVB que circulan en la población animal de una región determinada y su similitud con otros VDVB previamente reportados. Éste tipo de estudios están implicados en el diseño de inmunógenos que promuevan la protección en los animales contra las variantes del VDVB con respecto a la situación endémica de la región, así como el uso de medidas de bioseguridad y el desarrollo de técnicas de diagnóstico eficaces en una situación epidemiológica definida. Asimismo, esta información favorece el establecimiento de programas de control y erradicación de la enfermedad de la población ganadera. Por tal motivo, el objetivo del presente trabajo fue detectar y caracterizar los subgenotipos del VDVB que predominan en el ganado bovino proveniente de seis regiones de México.

Material y Métodos

Se procesaron un total de 417 sueros de bovinos, hembras y machos, involucrados en producción de leche, carne y doble propósito provenientes de seis regiones de México que incluyen: Napateco, Hidalgo; Acayucan, Veracruz; Ciudad Victoria y Aldama, Tamaulipas; Puente de Ixtla, Morelos; San Juan del Río, Querétaro y Saucillo, Chihuahua (**Figura 1**).

Figura 1. Mapa que resalta en color verde los estados en los cuales se llevó cabo la toma de muestra de sueros de bovinos para el presente estudio. Fuente: Elaboración propia.



Las muestras de sangre se obtuvieron por punción de la vena coccígea en tubos estériles sin anticoagulante, los cuales fueron centrifugados a 4000 rpm por 5 min. Posteriormente se recuperó el suero en viales estériles y se mantuvieron a -70°C hasta su uso (**Figura 2**).

Figura 2. A) Imagen de población bovina utilizada en el presente estudio, B) y C) Toma de muestra sanguínea, D) separación de suero para su conservación a -70°C .



Se realizó la extracción de ARN total a partir de $140\ \mu\text{l}$ de cada muestra de suero y como control positivo se utilizó la cepa de referencia NADL. Posteriormente, el ARN extraído de cada muestra se sometió a RT-PCR para amplificar un fragmento de una región conservada del genoma del VDVB denominada 5-UTR; su caracterización permite la segregación de los VDVB detectados en genotipos y subgenotipos. Para realizar la RT-PCR se utilizaron iniciadores específicos para la detección de pestivirus, incluyendo los tres genotipos del VDVB, usando condiciones previamente reportadas (Vilcek *et al.*, 1994; Ridpath *et al.*, 1994; Mahony *et al.*,

2005 y Bauermann *et al.*, 2014).

Los productos de PCR de cada una de las muestras positivas al VDVB, fueron purificados y enviados al Laboratorio de Genómica del *National Center of Animal Disease* USDA ubicado en Ames, Iowa, USA para su secuenciación. El análisis de las secuencias y su posterior caracterización se realizó por medio de inferencia filogenética utilizando el software MEGA 6, considerando como modelo de sustitución nucleotídica el método Kimura de 2 parámetros y como método de reconstrucción filogenética se utilizó el método de Máxima Verosimilitud.

Posteriormente, con la finalidad de conocer la relación genética de las cepas encontradas en el estudio con otros previamente publicados en otras regiones del mundo, se realizó una reconstrucción filogenética con secuencias previamente reportadas en el *GenBank*.

Resultados

Las muestras positivas por RT-PCR se identificaron con las iniciales "NG" seguidas del número del orden de procesamiento. Los resultados obtenidos de la RT-PCR utilizando los 4 juegos de iniciadores a partir de muestras de suero se muestran resumidos en el **Cuadro 1**.

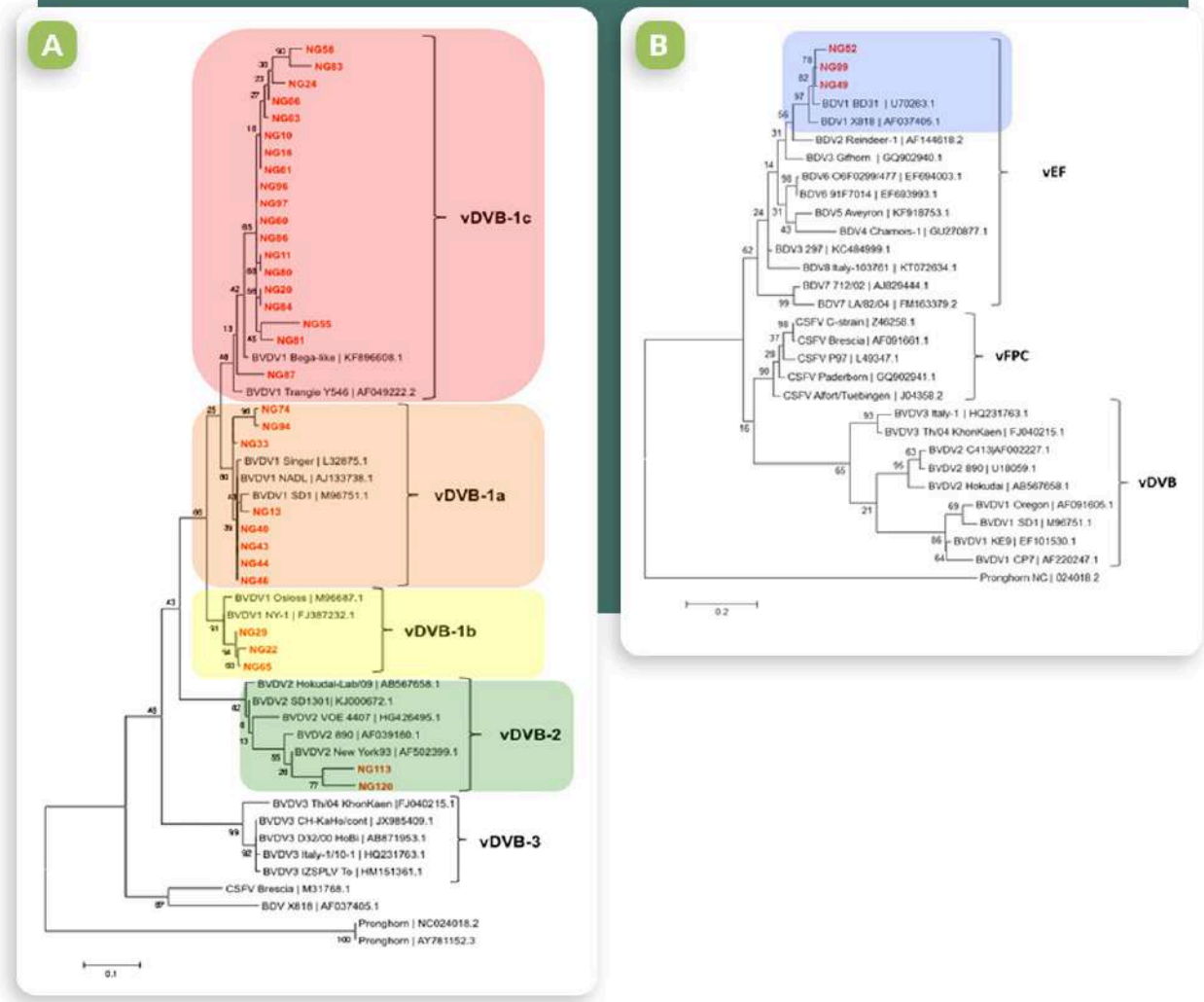
Cuadro 1. Número de muestras positivas indicando el porcentaje de positividad por RT-PCR en cada estado.

Región	Número de muestras obtenidas	Número de muestras positivas	Porcentaje de positividad (RT-PCR)
Napateco, Hidalgo	56	0	0%
Acayucan, Veracruz	42	9	21.40%
Ciudad Victoria y Aldama, Tamaulipas	53	2	37.70%
Puente de Ixtla, Morelos	69	11	15.90%
San Juan del Río, Querétaro	63	10	15.80%
Saucillo, Chihuahua	134	43	32.08%
Total de muestras	417	75	17.98%

La construcción del árbol filogenético se realizó a partir de un fragmento de la región 5-UTR utilizando las secuencias de las muestras positivas y secuencias de referencia obtenidas del *GenBank*.

El árbol filogenético muestra los clados correspondientes al VDVB-1, VDVB-2, HoBi-like, VEF, VFPC y virus de Pronghorn. Aproximadamente, el 91.17% de muestras positivas obtenidas en el presente trabajo se clasificaron dentro de los subgenotipos VDVB-1a, VDVB-1b y VDVB-1c. Una menor proporción de muestras, el 2.94%, se agruparon en el subgenotipo del VDVB-2^a (Figura 3 A). Ninguna de las secuencias se caracterizó como tipo HoBi-like. Adicionalmente, el análisis mostró que 3 de las muestras de suero de bovino, identificadas como NG49, NG52 y NG99, se clasificaron como VEF (**Figura 3 B**).

Figura 3. Análisis filogenético del VDVB. Las secuencias genéticas obtenidas de muestras positivas por RT-PCR obtenidas en el presente estudio se indican en color rojo y las secuencias de referencia con las que se realizó el estudio comparativo se representan en el árbol con número de acceso al GenBank. A) Secuencias de muestras pertenecientes al VDVB. B) Secuencias de muestras pertenecientes al VEF.



Discusión y conclusiones

En el presente trabajo se encontró evidencia de la prevalencia del VDVB en al menos 5 de las 6 regiones evaluadas. A partir de sueros de bovinos provenientes de los estados de Morelos, Querétaro,

Veracruz, Tamaulipas y Chihuahua se detectaron al menos cuatro subgenotipos del VDVB que incluyen los VDVB-1a, 1b, 1c y 2a (Figura 3 A); sin embargo, no se encontró evidencia de la presencia de virus HoBi-like.

Los subgenotipos 1a, 1b y 2a son los predominantes en otros países como Estados Unidos y Canadá, siendo el subgenotipo 1c predominante en países como Australia, Alemania y España; por lo tanto, los subgenotipos del VDVB presentes en México representan una combinación única en el norte del continente americano (Ridpath et al., 2010).

La existencia de diversos subgenotipos es un reflejo de la diversidad genética del VDVB, y se ha visto que ésta diversidad se encuentra directamente relacionada con variaciones a nivel antigénico entre subgenotipos. En estudios previos se ha demostrado que la inmunidad conferida contra el subgenotipo VDVB-1a no protege contra infecciones causadas por el subgenotipo 1b; de la misma manera, la inmunidad generada contra el subgenotipo 1a no protege contra el subgenotipo 1c. Así mismo, las variaciones antigénicas entre los subgenotipos se han evidenciado en pruebas de neutralización cruzada y fracasos en la vacunación contra el VDVB (Fulton et al., 2003).

Debido a lo anterior, se ha sugerido que la eficacia de una vacuna puede mejorarse al incluir las cepas del VDVB endémicas de la región en donde se planea utilizar dicha vacuna. Adicionalmente, el uso de vacunas que contienen como cepas vacunales subgenotipos diferentes a las cepas de campo que se encuentran circulando en la población ganadera, genera un impacto negativo en el control de la DVB tanto a nivel de vacunación, así como a nivel

de diagnóstico (Ridpath, 2010).

El monitoreo de las variaciones entre VDVB tiene una implicación directa en el establecimiento del estatus epidemiológico de la enfermedad; esto puede ayudar a implementar el uso de nuevas vacunas que promuevan una respuesta inmune protectora contra los virus endémicos y así contribuir en desarrollo de estrategias de control de la DVB y el diseño de pruebas diagnósticas precisas que identifiquen, en su mayoría, todos los subgenotipos del VDVB circulantes en una región determinada.

Adicionalmente, se realizó la detección del VEF en tres muestras de suero de bovinos (Figura 3 B) las cuales fueron clasificadas dentro del genotipo 1 del VEF. Como se mencionó anteriormente, el VEF es un pestivirus que afecta principalmente a pequeños rumiantes; por lo tanto, los resultados obtenidos sugieren que el ganado del cual se obtuvieron las muestras estuvieron en contacto con ovinos o caprinos portadores del VEF. Los bovinos positivos al VEF no presentaron signología de la enfermedad; sin embargo, se requiere realizar más estudios que nos ayuden a dilucidar la prevalencia de dicho virus en ganado bovino, ovino y caprino, así como su impacto en la salud y producción en éstas especies. La detección del VEF evidencia la relación que tienen los pestivirus entre sí, en términos de hospedadores. Así mismo, tiene importantes implicaciones en el diagnóstico del VDVB, ya que en muchos casos las pruebas comerciales disponibles no diferencian entre infecciones por VDVB o VEF. De manera subsecuente, este hallazgo resalta la necesidad de desarrollar pruebas diagnósticas adecuadas y eficientes que permitan detectar, de manera específica, los pestivirus involucrados en un proceso infeccioso en rumiantes.

Finalmente, los resultados de éste estudio representan el primer reporte de la diversidad genética del VDVB, además de la identificación del VEF presente en las poblaciones de bovinos analizados. Además, la información derivada de este tipo de estudios contribuye a tener un mejor entendimiento en los aspectos de diversidad y epidemiología del VDVB, que coadyuvan a prevenir y controlar las enfermedades causadas por estos pestivirus así como evitar su diseminación en otros animales susceptibles.

Bibliografía

Bauermann FV., Flores EF., Falkenberg SM., Weiblen R, Ridpath JF. 2014. Lack of evidence for the presence of emerging HoBi-like viruses in North American fetal bovine serum lots. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 26(1):10-7.

Bennett RM, Christiansen K, Clifton-Hadley RS. 1999. Estimating the costs associated with endemic diseases of dairy cattle. *Journal of Dairy Research*, 66:455-9.

Cantú A, Ortega-S JA, Mosqueda J, Garcia-Vazquez Z, Henke SE, George JE. 2008. Prevalence of infectious agents in free-ranging white-tailed deer in northeastern Mexico. *J Wildl Dis* 44(4):1002-7. doi: 10.7589/0090-3558-44.4.1002. PMID: 18957659.

Córdova-Izquierdo A, Córdova-Jiménez CA, Córdova-Jiménez MS, Saltijeral-Oaxaca JA, Ruiz-Lang CG, Xolalpa-Campos VM, Cortés-Suárez S, Guerra- Liera JE. 2007. Seroprevalence of cattle abortive diseases from Mexican humid tropic. *Rev. vet.* 18: 2, 139-142.

Escamilla HP, Martínez MJJ, Medina CM, Morales SE. 2007. Frequency and causes of infectious abortion in a dairy herd in Queretaro, Mexico. *Can J Vet Res.*71:314- 317.

Fulton RW, Step DL, Ridpath JF, Saliki JT, Confer AW, Johnson BJ, Briggs RE, Hawley RV, Burge LJ, Payton ME. 2003. Response of calves persistently infected with noncytopathic bovine viral diarrhea virus (BVDV) subtype 1b after vaccination with heterologous BVDV strains in modified live virus vaccines and Mannheimia haemolytica bacterin-toxoid. *Vaccine* 21:2980-2985.

Houe, H. 2003. Economic impact of BVDV infection in dairies. *Biologicals*, 31, 137-143.

Houe H, Pedersen KM, Meyling A. 1993. A computerized spread sheet model for calculating total annual national losses due to bovine virus diarrhoea virus (BVDV) infection in dairy herds and sensitivity analysis of selected parameters. En: Edwards S (editor), Proceedings of the Second Symposium on ruminant Pestiviruses, Annecy, France 1st-3rd October 1992. 179-184.

Mahony TJ, McCarthy FM, Gravel JL, Corney B, Young PL, Vilcek S. 2005. Genetic analysis of bovine viral diarrhoea viruses from Australia. *Vet. Microbiol.* 106, 1-6.

Milian-Suazo F, Hernández-Ortíz R, Hernández-Andrade L, Alvarado-Islas A, Díaz-Aparicio E, Mejía-Estrada F, et al. 2016. Seroprevalence and risk factors for reproductive diseases in dairy cattle in Mexico. *J Vet Med Anim Health.*8(8):89-98.

Neill J. 2013. Molecular biology of bovine viral diarrhoea virus. *Biologicals.* 41:2-7. doi: 10.1016/j.biologicals.2012.07.002.

Ojeda-Carrasco JJ, Espinosa-Ayala E, Hernández-García PA, Rojas-Martínez C, Álvarez-Martínez JA. 2016. Seroprevalencia de enfermedades que afectan la reproducción de bovinos para leche con énfasis en neosporosis. *Ecosistemas y recur. Agropecuarios.* 3 (8): 243-249. in: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-90282016000200243&lng=es.

Ridpath JF. 2010. Bovine viral diarrhoea virus: global status. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* Mar;26(1):105-21, table of contents. doi: 10.1016/j.cvfa.2009.10.007. PMID: 20117546.

Ridpath JF, Bolin SR, Dubovi EJ. 1994. Segregation of bovine viral diarrhoea virus into genotypes. *Virology*, 205: 66-74.

Ridpath JF, Fulton RW, Kirkland PD, Neill JD. Prevalence and antigenic differences observed between Bovine viral diarrhoea virus subgenotypes isolated from cattle in Australia and feedlots in the southwestern United States. *J Vet Diagn Invest.* 2010 Mar;22(2):184-91. doi: 10.1177/104063871002200203. PMID: 20224075.

Rosete Fernández JV, Ríos UA, Zárate Martínez JP, Olazarán JS, Granados Zurita L, Fragoso Islas A et al. 2018. Prevalencia de anticuerpos contra diarrea viral bovina en vacas no vacunadas en los estados de Puebla, Tabasco y Veracruz, México. *Rev. mex. de cienc.* 9 (3): 555-566. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v9i3.4599>.

Sánchez-Castilleja YM, Rodríguez Diego JG, Pedroso M, Cuello S. 2012. Simultaneidad serológica de *Neospora caninum* con *Brucella abortus* y los virus de la rinotraqueítis infecciosa bovina y diarrea viral bovina en bovinos pertenecientes al Estado de Hidalgo, México. *Rev Salud Anim.* 34 (2): 95-100.

Segura-Correa JC, Solorio-Rivera JL, Sánchez-Gil LG. 2010. Seroconversion to bovine viral diarrhoea virus and infectious bovine rhinotracheitis virus in dairy herds of Michoacán, México. *Trop Anim Health Prod.* 42(2):233-8. doi: 10.1007/s11250-009-9411-y. PMID: 19685278.

Segura-Correa JC, Zapata-Campos CC, Jasso-Obregón JO, Martínez-Burnes J, López-Zavala R. 2016. Seroprevalence and risk factors associated with bovine herpesvirus 1 and bovine viral diarrhoea virus in North-Eastern Mexico. *Open Vet J.* 6(2):143-9. doi: 10.4314/ovj.v6i2.12. PMID: 27622156; PMCID: PMC5011497.

Smith DB, Meyers G, Bukh J, Gould EA, Monath T, Muerhoff AS. 2017. Proposed revision to the taxonomy of the genus Pestivirus, family Flaviviridae. *J Gen Virol.* 98:2106-12. doi: 10.1099/jgv.0.000873.

Solís-Calderón JJ, Segura-Correa VM, Segura-Correa JC. 2005. Bovine viral diarrhoea virus in beef cattle herds of Yucatan, Mexico: seroprevalence and risk factors. *Prev Vet Med.* 72(3-4):253-62. doi: 10.1016/j.prevetmed.2005.06.004. PMID: 16153725.

Vilcek S, Herring AJ, Herring JA, Nettleton PF, Lowings JP, Paton DJ. 1994. Pestiviruses isolated from pigs, cattle and sheep can be allocated into at least three genogroups using polymerase chain reaction and restriction endonuclease analysis. *Arch Virol* 136: 309-323.

Yesilbag K, Alpaya G, Becher P. 2017. Variability and Global Distribution of Subgenotypes of Bovine Viral Diarrhoea Virus. *Viruses.* 9:128. doi:10.3390/v9060128.

Principales pruebas de calidad de leche, factores que la afectan y cómo corregirlos

Desde hace décadas en México se han implementado estrategias para mejorar la calidad de la leche, siendo una de las más atractivas el sistema de pago a productores en función de la calidad del producto. De igual forma la calidad de la leche cruda ha tomado una creciente importancia a tal grado que muchas empresas condicionan su adquisición al cumplimiento de los requisitos de calidad, siendo la calidad sanitaria uno de los principales retos a enfrentar y resolver.

En la industria productora de leche de bovino existe una gran diversidad de pruebas realizadas para determinar su calidad, incluso hatos altamente tecnificados cuentan con asesores exclusivos para la determinación de la misma, asegurando así el pago del producto acorde a sus características y lo más importante, transfiriendo esta calidad a los productos finales beneficiando a millones de consumidores en México.

El objetivo del presente trabajo es describir las principales pruebas con base en la Guía para el control de calidad en la recepción de leche cruda en centros de acopio (SEDESOL, 2017), así como brindar un panorama y una orientación de los factores que pueden afectar la calidad de la leche, para encaminar acciones a evitarlos o

corregirlos.

Las pruebas que se realizan para evaluar la calidad de la leche se pueden clasificar dentro de tres rubros: análisis sensorial, análisis fisicoquímico y análisis sanitario.

1. Análisis sensorial: establece las características organolépticas de la leche, es decir las que son percibidas por los sentidos, las cuales son:
 - 1.1. Color: la leche tiene un color blanco opalescente, llegando a una coloración cremosa cuando es una leche muy rica en grasa; los tonos rojos, rosados, pardos, excesivamente amarillos o aspectos translúcidos son considerados como defectuosos. (Vásquez-Castillo, 2018; Velásquez-Camacho, 2013).
 - 1.2. Olor: es característico y distintivo, no debe presentar olores extraños como jabón, quemado, ensilado o estiércol. (Vásquez-Castillo, 2018; Velásquez-Camacho, 2013).
 - 1.3. Sabor: de igual manera es característico y sabores como rancio, quemado, ensilado, detergente o excretas se consideran anormales. Generalmente esta prueba no se realiza en centros de acopio debido a la probabilidad de contagio de enfermedades zoonóticas.
2. Análisis fisicoquímico: evalúa las características físicas y químicas de la leche mediante pruebas como: alcohol al 72%; acidez; determinación de grasa, proteína y sólidos no grasos (SNG), determinación de la densidad láctea y determinación del

punto crioscópico.

2.1. Prueba de alcohol al 72%: indica la estabilidad de la caseína que es la principal proteína de la leche, esta se encuentra en forma de micelas por un estado de equilibrio dado por un pH de 6.8 y por la presencia de iones de calcio, si dicho equilibrio se rompe, las micelas se precipitan. Para realizar esta prueba se agrega alcohol al 72% a la muestra de leche con la finalidad de desequilibrar el medio promoviendo la floculación; reacciones positivas provocan precipitación de las proteínas dando grumos como resultado, por el contrario, reacciones negativas no presentarán evidencia de grumos (Figura 1).

Leches positivas a la prueba de alcohol no son aptas para procesos térmicos (Velásquez-Camacho, 2013), por lo tanto es motivo de rechazo en la recepción.



Figura 1. Resultado de la prueba de alcohol al 72%: positivo (izquierda), negativo (derecha)

2.2. Titulación de acidez: la leche contiene dos tipos de acidez: la acidez aparente, otorgada por los componentes propios de la leche (fosfatos, citratos, caseínas, lactoalbúminas, minerales y ácidos orgánicos), y la acidez titulable, generada por el desdoblamiento de la lactosa y otras fermentaciones que dan como consecuencia, principalmente, el ácido láctico. Esta prueba es un método colorimétrico que detecta la concentración de ácidos en la leche con la finalidad de asegurar que no rebase el límite máximo permitido. Se realiza adicionando gotas de fenolftaleína al 1% a la muestra, titulando con una bureta graduada que contiene hidróxido de sodio 0.1 N, hasta que la leche se torne de un color ligeramente rosa (Figura 2).

El rango aceptable se considera entre 1.3 y 1.6 g/L (Consejo para el fomento de la calidad de la leche y sus derivados, 2012; Negri, 2005; Revilla, 1982; Velásquez-Camacho, 2013). En caso de rebasar este rango, la leche se rechaza en la recepción.



Figura 2. Color ligeramente rosa (derecha) en la prueba de titulación de acidez.

2.3. Determinación de grasa, proteína y sólidos no grasos (SNG): si bien, existen pruebas para determinar la cantidad de estos componentes (método Gerber, método Kjeldahl), actualmente esto ha sido reemplazado por analizadores lácteos que trabajan con infrarrojo, los cuales determinan, a partir de una pequeña muestra de leche, la cantidad de grasa, proteínas y SNG, dependiendo del modelo y su configuración puede determinar también la cantidad de lactosa, el punto crioscópico, sólidos totales y adulterantes. La cantidad mínima de grasa y de proteína que debe contener la leche es de 30 g/L cada una, mientras que para SNG, es de 8.62 g/L (Consejo para el fomento de la calidad de la leche y sus derivados, 2012). La leche que no alcance la cantidad mínima de grasa y proteína es rechazada en la recepción. Por otro lado, si la leche excediera dicha cantidad, se puede hacer acreedor a incentivos económicos aumentando así el precio

de la leche.

- 2.4. Densidad láctea: esta es una característica concedida por los sólidos de la leche, de éstos la grasa es la única que presenta densidad ligeramente menor que la del agua, por lo tanto, cuando la grasa en leche aumenta, la densidad disminuye; si los SNG aumentan, la densidad láctea también aumenta. Para realizar esta prueba se utiliza un lactodensímetro de Quevenne y esta prueba está condicionada a la temperatura, por lo tanto, la lectura se debe realizar con leche a 15 ± 2 °C. La densidad mínima para leche cruda es de 1.0295 g/L (CANILEC, 2011; Consejo para el fomento de la calidad de la leche y sus derivados, 2012). La leche es rechazada cuando no alcanza el valor mínimo, ya que puede significar que no tiene una cantidad adecuada de sólidos.
- 2.5. Punto crioscópico: se define como el punto de congelación de la leche con respecto al punto de congelación del agua, este parámetro busca adición de agua a la leche. El punto de congelación de la leche es a 0.535 °C, cuando se le agrega agua, este número disminuye ya que se diluyen los solutos y queda más cercano al punto de congelación del agua (0.000 °C). Los solutos que determinan este parámetro son los minerales y la lactosa; las grasas y proteínas son descartadas por ser de gran tamaño además de insolubles y no interfieren en este valor. (Determinación de adulteración de la leche con agua, cloruros y sacarosa. Guía práctica, 2002). El rango aceptable para esta prueba es de 0.530 °H a 0.560 °H; leche por encima o por debajo de este valor es motivo de rechazo en la recepción.
3. Análisis sanitario: es uno de los indicadores de mayor exigencia y también condiciona el pago de la leche; a mayor calidad

higiénica el producto puede almacenarse por más tiempo en refrigeración sin sufrir cambios de importancia para la salud humana. Dentro de este rubro se tiene el conteo de células somáticas, detección de inhibidores en leche y la reducción de azul de metileno.

- 3.1. **Conteo de células somáticas (CCS):** la presencia de células somáticas en la leche es normal, ya que al ser células de defensa del cuerpo del animal no pueden estar ausentes, sin embargo, entre menos cantidad se encuentren mejora la calidad de la leche. Un CCS alto está relacionado con una disminución de componentes lácteos (azúcares, grasas, proteínas) y un aumento en enzimas que atacan a estos mismos componentes, traduciéndose en una menor vida de la leche (Nelson-Philpot, W; Nickerson-C, 2000). Existen varios métodos para determinar el CCS, como tiras colorimétricas o contadores electrónicos. Los resultados de CCS/mL se clasifican de acuerdo a la NMX-F-700-COFOCALEC-2004 de la siguiente manera (Tabla 1): En la mayoría de centros de acopio a partir de la clase 4 no hay incentivos.

Clasificación	CCS/mL
Clase 1	≤400 000
Clase 2	401 000 a 500 000
Clase 3	501 000 a 749 000
Clase 4	750 000 a 1 000 000

Tabla 1. Clasificación de la leche de acuerdo al CCS según COFOCALEC.

- 3.2. **Detección de inhibidores:** los residuos de antibióticos en leche representan un problema de salud pública, no solo por el

desarrollo de resistencia a los antimicrobianos sino por alergias que pueden presentar los consumidores a dichas sustancias (Nelson-Philpot, W; Nickerson-C, 2000). Al igual que en el CCS, existen detectores comerciales que determinan la presencia de inhibidores dando resultados negativos o positivos siendo, estos últimos, motivo de rechazo.

3.3. Reducción de azul de metileno: también denominada prueba de la reductasa bacteriana, es un método indirecto para estimar el número aproximado de gérmenes en leche, se basa en la reducción del azul de metileno, un colorante que en su estado oxidado es de color azul y que en su estado reducido es incoloro; el tiempo que tarda en reducirse está condicionado al metabolismo y multiplicación bacteriana, al consumir oxígeno y producir enzimas reductasas, lo anterior modifica el potencial oxido-reducción del medio, por lo tanto en una leche poco higiénica (con alto contenido de bacterias) al azul de metileno le tomará menos tiempo tornarse incoloro y viceversa. En la Tabla 2 se explica la relación entre el tiempo que tarda en reducirse el azul de metileno y la cantidad aproximada de unidades formadoras de colonias (UFC) en leche (CANILEC, 2011; SEDESOL, 2017).

CLASE DE LECHE	TIEMPO DE REDUCCIÓN DEL AZUL DE METILENO	CONTENIDO MICROBIANO UFC/mL
(I) Buena calidad	5 horas (300 minutos)	100,000 – 200,000
(II) Regular calidad	2 – 4 horas (120 – 240 minutos)	200,000 – 2 millones
(III) Mala calidad	< 2 horas (120 minutos)	2 – 10 millones

Tabla 2. Relación entre el tiempo de reducción del azul de metileno y las UFC/mL.

La prueba se realiza mezclando 0.5 mL de azul de metileno en

20 mL de leche y se incuba de 37 °C a 39 °C el tiempo que sea necesario para observar la reducción (Figura 3). Es importante agitar suavemente cada 15 minutos para evitar la formación de una capa de grasa en la parte superior, ya que pueden quedar bacterias atrapadas incrementando el tiempo de la prueba.



Figura 3. Muestras de leche en incubación para la prueba de reducción de azul de metileno.

Factores que alteran la calidad de la leche y sus posibles soluciones

Si bien, la genética de los animales influye en los componentes de la leche, existen otros factores de mayor importancia que alteran su calidad y que es necesario controlar o corregir a fin de obtener un

mejor precio de venta. Dentro de los factores más importantes se encuentran:

1. Alimentación.

Es importante suministrar una dieta integral que aporte los nutrientes necesarios para que el animal sea capaz de demostrar su potencial genético así como el volumen de producción. Las pruebas que se ven alteradas por este factor son:

- Punto crioscópico: recordemos que los solutos de la leche que se toman en cuenta para esta prueba son los carbohidratos y los minerales. En una dieta carente de suplementación mineral la cantidad de estos elementos podría disminuir en la leche al igual que el valor del punto crioscópico.
- Prueba de alcohol: debido a que las micelas de caseína se mantienen estables por el calcio presente en la leche, dietas con un desbalance mineral pueden provocar falsos positivos en esta prueba. Este problema se presenta comúnmente en vacas con una dieta baja en proteína y fósforo, las cuales generalmente se basan en pastos y forrajes de baja digestibilidad (Hernández, R; Ponce, 2005).
- Acidez: esta prueba se ve afectada especialmente cuando se administra un alto porcentaje de ensilados en la ración, la leche de animales con una dieta que contiene gran cantidad de este ingrediente presenta mayor nivel de acidez aparente, por lo que es necesaria la administración de un buffer como el bicarbonato de calcio o la utilización de ionóforos para evitar que la acidez se

eleve demasiado.

- Determinación de grasa, proteína y SNG: la grasa es el componente de la leche que presenta mayor variabilidad, ésta se ve afectada principalmente por la concentración de fibra en la dieta o una baja relación forraje/concentrado lo que provoca que la producción en el rumen de acetato y β -hidroxibutirato disminuya, con lo cual se limita la producción de grasa butírica, de tal manera que si aumenta la fibra en la dieta aumenta también el porcentaje de grasa en leche. Puede suceder que vacas en condición de acidosis ruminal produzcan grandes cantidades de propionato lo cual induce la secreción de insulina, esta condición limita la síntesis de grasa en la glándula mamaria.

Para prevenir la caída de grasa en vacas que son alimentadas con alto contenido de concentrado en la dieta, se utilizan sustancias tamponantes o alcalinizantes como bicarbonato de sodio u óxido de magnesio. El porcentaje de SNG también depende de la alimentación, sin embargo, la variación es menor que en la grasa, parece estar más relacionado con el aporte de energía, por lo que si éste aumenta en la dieta de vacas altas productoras puede haber un aumento de SNG de hasta 0.2% lo cual es importante por el rendimiento en la industrialización del producto. (González Cu, Molina Sánchez, & Coca Vázquez, 2010).

1. Ordeño.

La sala de ordeño se puede considerar como el corazón de cualquier producción lechera, ya que es en este lugar en donde se va a extraer el producto final y dependiendo de los cuidados y nivel de higiene que se tengan se puede obtener un producto de buena calidad o en su defecto el deterioro de este. Este aspecto puede influir en las

siguientes pruebas:

- Punto crioscópico: cuando la adición de agua ocurre de manera accidental podemos pensar en los residuos que quedan en tuberías, botes y tanques de enfriamiento posterior a su limpieza, por lo que debe asegurarse que drenen y escurran correctamente.
- CCS: el sobre ordeño, niveles altos de vacío, relación ordeño masaje inadecuada y el desbalance de la unidad de ordeño causan una inflamación en la ubre incrementando el CCS en leche, es importante programar el mantenimiento adecuado de la máquina (calibración de vacío y pulsaciones por minuto) así como cambiar las piezas cuando cumplan el número de ordeños recomendados por el fabricante, cuando presenten deterioro o lo que ocurra primero.
- Inhibidores: la prueba para detección de inhibidores no distingue entre antibióticos y químicos desinfectantes utilizados en el ordeño, por lo que lo ideal es enjuagar de manera correcta cada vez que se utilicen estos químicos a fin de evitar falsos positivos. Por otro lado, la prueba da positivo cuando hay transferencia accidental de leche con residuos de antibióticos en el tanque, para evitar esta situación se tiene que utilizar un método de identificación eficiente para las vacas que se encuentran en tratamiento o en tiempo de retiro de antibiótico.
- Reductasa: es importante realizar la limpieza de la máquina de ordeño, así como la de los implementos utilizados, con la finalidad de evitar la acumulación de bacterias que reducen el tiempo de la prueba. Así mismo, hay que realizar lavado de manos frecuentemente durante el ordeño y limpiar los pezones de las

vacas antes de ordeñarlas con toallas de papel desechables (una por cada vaca).

Por todo lo anterior las recomendaciones generales en son:

1. El uso higiénico de guantes, overol, mandil, botas, cofia y cubrebocas en el personal de la ordeña.
2. Antes de ordeñar es recomendable la aplicación de presello, despunte y secado de los pezones, así como el sellado de los mismos post ordeño.
3. La correcta higiene de la máquina tomando en cuenta la limpieza externa y la interna que corresponde a cuatro ciclos de lavado, utilizando siempre agua potable: el primero es un enjuague con agua tibia (38 - 43 oC), el segundo es con detergente alcalino a base de hidróxido de sodio clorado y agua caliente (70 oC), el tercero es con un detergente ácido pudiendo ser fosfórico, sulfúrico o algunos orgánicos más amigables con el medio ambiente y agua tibia (38 - 43 oC) y por último un ciclo opcional con agua tibia (38 - 43 oC) más un desinfectante en donde generalmente se utiliza cloro. Para la dosificación es necesario consultar las fichas técnicas de los productos a utilizar ("Biblioteca - Milkproduction.com", n.d.).
4. Respetar el orden de ordeño de los animales, siendo lo más recomendado ordeñar a las vacas enfermas hasta el final para evitar que la leche de vacas sanas se contamine con bacterias o antibióticos y que presente un alto CCS proveniente de la leche de vacas enfermas.

1. Detección oportuna de enfermedades de la ubre.

Las enfermedades de la ubre han sido consideradas como las de mayor impacto económico en producciones lecheras a nivel mundial debido a la elevada prevalencia y al castigo en el precio de la leche. Esta condición por obviedad eleva el CCS, sin embargo, no es la única prueba en la que causa alteraciones.

- Acidez: leche de vacas con mastitis presentan una disminución excesiva en la titulación de la acidez debido a la acumulación de cloruros en la glándula mamaria.
- Punto crioscópico: la misma secreción excesiva de cloruros provoca que el punto crioscópico de la leche se eleve.
- Reductasa: por la alta cantidad de bacterias secretadas, el tiempo de esta prueba también se reduce.
- Determinación de grasa, proteína y SNG: animales que presentan mastitis clínica o subclínica presentan disminución porcentual de grasa y SNG, así como reducción en los niveles de lactosa y en algunos casos también de proteína (Bramley, 1996), además pueden presentar alteración en la concentración de calcio; estos cambios se manifiestan en el rendimiento industrial de productos como yogurt y queso.

La principal recomendación es realizar rutinariamente la prueba de California para detectar mastitis subclínicas (CMT) así como el envío de muestras de leche de vacas enfermas al laboratorio para identificación del agente patógeno y antibiograma para aplicar el tratamiento correcto antes de que evolucionen a mastitis clínicas.

En este punto también hay que recordar que es muy importante identificar a las vacas con tratamiento para mastitis o cualquier otra enfermedad y respetar los tiempos de retiro de antibióticos en leche.

1. Curva de lactancia.

La primera secreción de la glándula mamaria es el calostro, posteriormente se convierte en leche de transición para finalmente ser solo leche. Las alteraciones fisiológicas ocurren principalmente al inicio y al final de la lactancia.

- Prueba de alcohol: leche de vacas frescas normalmente da resultados positivos a la prueba de alcohol por el alto contenido de Ca mismo que disminuye paulatinamente, además es leche ligeramente más ácida (pH de 6.2 - 6.5), por lo que es importante darles el tiempo necesario para que se establezca la producción, si bien hay vacas que tardan 8 días, algunas pueden tardar alrededor de 3 semanas. Al final de la lactancia también pueden dar resultados positivos a esta prueba debido a las variaciones de pH que presenta la leche (variaciones arriba de 6.9) (Baumrucker, Burkett, Magliaro-Macrina, & Dechow, 2010).
- Acidez: la leche de transición es más ácida debido al alto contenido de proteínas, Ca y Mg, componentes que van disminuyendo poco a poco, lo cual se va a ver reflejado en la prueba de acidez titulable. Contrario a la prueba de alcohol, este problema no se presenta en vacas próximas al secado.
- CCS: el incremento de células somáticas al inicio y al final de la lactancia está bien documentado incluso en vacas sanas; al inicio

se debe a la cantidad de células de defensa que se agregaron al calostro y que paulatinamente van descendiendo; al final se debe principalmente a que la cantidad de células somáticas se concentra en un volumen menor de leche (Nelson-Philpot, W; Nickerson-C, 2000).

En pequeños productores se recomienda separar la leche en el periodo inicial de la lactancia con el fin de evitar que se mezcle con leche que no presenta estas características, así como monitorear la leche de las vacas próximas a secado por si es necesario separarla ya que provocaría rechazo de toda la leche en la recepción aun cuando se tenga la certeza de que no está en vías de descomposición. La sugerencia es que esa leche se utilice en la alimentación de los becerros. En unidades de producción en donde se tienen 30 o más vacas en ordeño, este fenómeno no se hace evidente debido a la dilución en el volumen de producción.

1. Almacenamiento de la leche.

El adecuado almacenamiento de la leche es la clave para alargar su tiempo de vida. Si el producto se vende como leche fría, es recomendable mantenerla a una temperatura entre 2 - 4 °C y en constante agitación para impedir su congelación. Por otro lado, si se vende la leche caliente, es recomendable que sea llevada a su lugar de destino en un máximo de 2 horas post ordeño. En ambos casos, la leche debe mantenerse en recipientes limpios, desinfectados, secos y cerrados para protegerla de contaminación, además en un lugar fresco para evitar que el calor favorezca el crecimiento. El método de almacenamiento y la temperatura a la que se encuentre la leche también influye en las pruebas, por lo que hay que cuidar todos los aspectos a fin de evitar resultados no deseados.

- Prueba de alcohol: en leches que se congelan y descongelan constantemente las micelas de caseína comienzan a perder estabilidad, por lo que reaccionan positivamente a la prueba de alcohol, de igual forma, es importante agitar adecuadamente la leche antes de realizar la prueba para evitar falsos positivos ocasionados por la capa de grasa que se forma en la parte superior.
- Acidez: leche que se congela y descongela constantemente puede presentar un alto nivel de acidez por la ruptura de los glóbulos de grasa que ocasiona liberación de algunos ácidos, así mismo, si se almacena en botes que no han sido lavados y desinfectados adecuadamente, la leche puede empezar a fermentar.
- Reductasa: cuando la leche se enfría en botes que no se han lavado y desinfectado adecuadamente, además de aumentar la acidez, también se disminuye el tiempo de la prueba de reducción de azul de metileno por la alta carga bacteriana.
- Punto crioscópico: la leche congelada presenta bajo punto crioscópico debido a los cristales de hielo que se encuentran en la muestra, además, se obtiene el mismo resultado si la leche se almacena en botes que no se escurren adecuadamente

Conclusión

Al hacer la revisión anterior de los factores involucrados en la calidad de la leche, podemos concluir que se trata de una interacción de múltiples factores complejos y relacionados entre sí. Por esta razón es necesario hacer evidente el o los problemas particulares que afectan al hato lechero con la finalidad de analizar

cada uno de los aspectos que pueden estar alterando la calidad de la leche, para finalmente establecer medidas de solución acorde con el contexto de cada unidad de producción, siguiendo los principios generales de buenas prácticas de producción lecheras. Es necesario que los productores busquen asesoría profesional con la finalidad de evitar el rezago causado por la pérdida económica que representa la baja calidad de la leche, lo que finalmente deriva en el cierre de la empresa lechera.

Es importante producir leche de buena calidad que cumpla con los estándares normativos para satisfacer las necesidades del consumidor y así seguir fomentando el consumo de leche mexicana.

Bibliografía.

Baumrucker, C. R., Burkett, A. M., Magliaro-Macrina, A. L., & Dechow, C. D. (2010). Colostrogenesis: Mass transfer of immunoglobulin G1 into colostrum. *Journal of Dairy Science*, 93(7), 3031-3038. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2963>

Biblioteca - Milkproduction.com. (n.d.). Retrieved March 25, 2021, from <http://www.milkproduction.com/Library/>

Bramley, A. J. (1996). *Current concept on bovine mastitis*. (4th ed.). Arlington, USA: National Mastitis Council.

CANILEC. (2011). *El libro blanco de la leche y los productos lácteos*. (CANILEC, Ed.). Ciudad de México.

Consejo para el fomento de la calidad de la leche y sus derivados, A. C. (2012). *NMX-F-700-COFOCALEC-2012*.

Determinación de adulteración de la leche con agua, cloruros y sacarosa. Guía práctica. (2002). Maracaibo, Venezuela.

González Cu, Molina Sánchez, & Coca Vázquez. (2010). Calidad de leche cruda. In Primer Foro sobre Ganadería Lechera de la Zona Alta de Veracruz. Veracruz, México. Retrieved from https://www.uv.mx/apps/agronomia/foro_lechero/Bienvenida_files/CALIDADDELALECHECRUDA.pdf

Hernández, R; Ponce, P. (2005). Efecto de tres tipos de dieta sobre la aparición de trastornos metabólicos y su relación con alteraciones en la composición de la leche en vacas Holstein Friesian. *Zootecnia Tropical*, 23(3). Retrieved from http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692005000300005

Negri, L. M. (2005). El pH y la acidez de la leche. In *Manual de Referencias técnicas para el logro de leche de calidad*. (2nd ed., pp. 155-161). INTA.

Nelson-Philpot, W; Nickerson-C, S. (2000). *Ganando la lucha contra la mastitis*. USA: Westfalia Surge.

Revilla, A. (1982). *Tecnología de la leche. Procesamiento, manufactura y análisis*. (2nd ed.). San José, Costa Rica: IICA - CIDIA.

SEDESOL. (2017). *Guía para el control de calidad en la recepción de leche cruda en centros de acopio*. México.

Vásquez-Castillo, K. (2018). *Caracterización Fisicoquímica y Organoléptica de leche entera ultrapasteurizada (UHT) procesadas en las empresas lácteas establecidas en Nicaragua*. Laboratorio de Fisicoquímica de Lácteos Centroamericanos. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua, Nicaragua. Retrieved from

<https://repositorio.unan.edu.ni/10759/1/99979.pdf>

Velásquez-Camacho, B. L. et al. (2013). Leche. En Manual de prácticas de laboratorio de inocuidad y calidad de los alimentos de origen animal (2nd ed., pp. 27-92). Ciudad de México: FMVZ - UNAM.

Tratamiento de hernias umbilicales en bovinos mediante el uso de malla quirúrgica de polipropileno

Introducción

Una hernia umbilical es una protrusión del contenido de la cavidad abdominal por un punto débil del anillo umbilical debido a un defecto en el cierre de la pared abdominal.

Generalmente se identifican y diagnostican en los becerros recién nacidos, tienen un índice de heredabilidad del 1 al 3%. Su incidencia en los centros de producción intensiva puede alcanzar hasta un 5 u 8%.

Las hernias umbilicales "congénitas", es decir presentes al nacimiento, se manifiestan en las primeras semanas de vida. Una mayor frecuencia en la consanguinidad familiar en la descendencia de ciertos toros permite concluir una predisposición genética, probablemente poligénica (con la participación de influencias ambientales modulantes).

Entre las causas de hernias umbilicales adquiridas pueden citarse: prácticas inadecuadas utilizadas durante el parto asistido, especialmente si hay necesidad de realizar maniobras obstétricas y

posteriormente ejercer tracción para ayudar a la cría a salir del canal de parto; esta maniobra puede ser excesiva cuando la cría no está bien posicionada, es demasiado grande o la madre presenta estrechez pélvica y no existe dilatación adecuada de las estructuras asociadas; estas manipulaciones ejercidas sobre el becerro van a provocar la separación y debilitamiento de los músculos abdominales, ocasionando la presentación de la hernia, otras causas pueden ser la debilidad o lisis del anillo en el curso de las onfalitis, la succión del ombligo entre becerros, la distensión de la pared abdominal a causa de presión interna (parto distócico, sobrealimentación, timpanismo), lesiones externas, cuerpos extraños migrantes salidos del abomaso o de los preestómagos y úlceras abomasales.

El diagnóstico presuntivo se realiza a la inspección y se confirma por la palpación del anillo herniario. Cuando a la palpación de esta estructura, es posible introducir más de cuatro dedos, la reducción de la hernia se complica y es necesario utilizar una prótesis para reducir la hernia adecuadamente. En el pasado, se ha utilizado pericardio de bovino, actualmente existen mallas de material sintético más eficientes y fáciles de conseguir.

La utilización de malla de polipropileno de uso humano para la reducción de hernias umbilicales en bovinos, generalmente es una práctica reservada para animales con alto potencial genético para la producción de leche. Sin embargo, es importante considerar que un porcentaje de las hernias umbilicales en bovinos tienen un importante componente hereditario.

Es importante tomar en cuenta que un becerro tiene un costo aproximado de entre \$5,000.00 a \$5,500.00 pesos o más dependiendo de su calidad genética; si este procedimiento

quirúrgico no se realiza dentro de los primeros meses de edad, el cuadro clínico puede agravarse provocando la muerte del animal, lo cual causará pérdidas al ganadero.

Valoración de la Hernia

El procedimiento de reducción inicia con la valoración de la hernia, mediante la palpación del anillo herniario con la finalidad de delimitar el tamaño de este y determinar que estructuras anatómicas pudieran estar involucradas.



Procedimiento quirúrgico

Se procede a la tranquilización de la becerro con xilacina al 2%, a una dosis total de 0.7 ml, utilizando la vena caudal, con la finalidad de posicionarlo con facilidad en decúbito dorsal, actitud que mantendrá durante toda la intervención.



Una vez postrado se le sujetan tanto miembros anteriores como miembros posteriores con cuerdas, con el propósito de reducir el riesgo de un movimiento brusco por parte del animal. Se coloca a la becerrera sobre una superficie limpia y mullida (colchón plástico).



Una vez que la becerro ya se encuentra en plano quirúrgico y en posición de decúbito dorsal, se procede a lavar enérgicamente con agua y jabón y a rasurar el área en donde se va a realizar la intervención quirúrgica.



Una vez más se realiza la palpación del anillo herniario para determinar sobre todo si existe alguna estructura involucrada (asas intestinales, rumen, abomaso, epiplón).

Se realiza la analgesia local con Lidocaína al 2% con epinefrina en el área a incidir. A continuación se lleva a cabo una antisepsia enérgica del campo quirúrgico con clorhexidina.



Un ayudante sujeta la piel sobre el anillo herniario con pinzas de Allis para mostrar al cirujano el área a incidir. Se realiza una incisión en piel en forma elíptica alrededor del anillo herniario, procediendo a diseccionar la piel y tejido subcutáneo utilizando el bisturí y pinzas de disección, con el propósito de retirarlos.



A continuación se realiza una pequeña incisión para introducir unas

tijeras rectas y comenzar a retirar el tejido involucrado en el anillo herniario, cuidando al mismo tiempo que no exista alguna víscera comprometida junto con este. En caso de existir una víscera adherida al anillo, se procederá a liberarla con extremo cuidado.



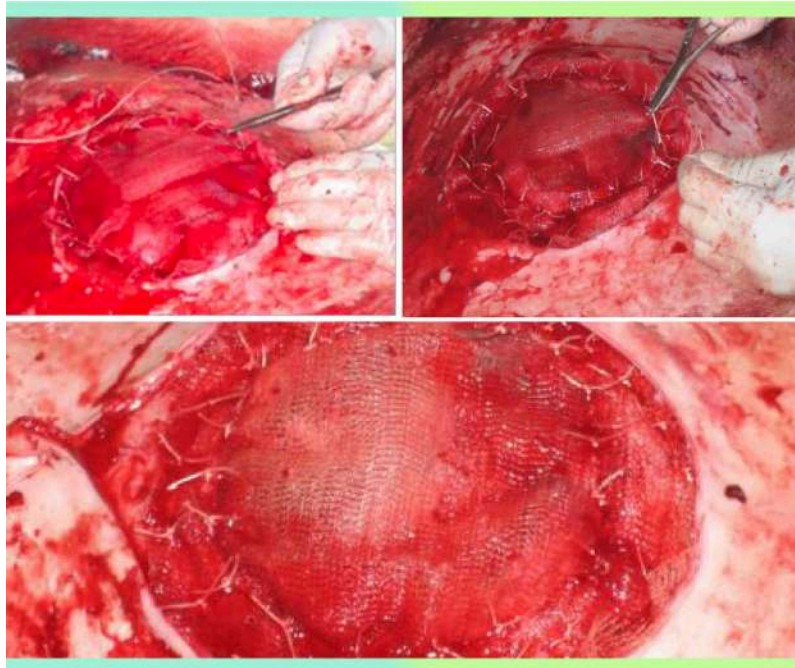
Posteriormente se reavivan los bordes del anillo herniario haciendo un corte extendiéndose de 1-1.5 cm. alrededor del anillo. Es importante aplicar una solución de suero salino fisiológico con antibiótico frecuentemente durante la intervención, con el fin de lavar y mantener hidratados los tejidos de la región.

Como siguiente paso se sitúa la malla de polipropileno sobre el área quirúrgica para determinar el tamaño que se utilizará para reducir la hernia. Se corta la malla abarcando la herida completamente y sobrepasando sus bordes 2 cm, se separa la piel y el músculo contiguos al anillo herniario, introduciendo la malla entre estos dos tejidos. A continuación se fija la malla con Catgut crómico o Braunamid de calibre #2 o #3, iniciando la fijación con

cuatro puntos separados ubicados en los cuatro puntos cardinales, cada uno de ellos.



Una vez fijada la malla, se procede a colocar la primera línea de puntos separados, involucrando el borde de la herida y 1 cm de tejido abdominal, hasta suturar toda la herida. Se realiza a continuación una segunda línea utilizando el mismo patrón de sutura (puntos separados simples) a una distancia de 1-1.5 cm con respecto a la primera línea de sutura.



Posteriormente se vuelve a humectar con la solución antibiótica y se sutura la piel y tejido subcutáneo utilizando Nylon, calibre 0.7 mm., con un patrón de sutura de puntos en "U".



Como último paso se procede a limpiar el área quirúrgica, aplicar un antiséptico y cicatrizante sobre la herida.



Cuidados postoperatorios

Alojar a la becerra en un corral limpio con cama abundante. Ofrecer forraje verde y agua ad libitum. Aplicar diariamente cicatrizante sobre la herida. Administrar antibióticos como Penicilina Benzatínica a una dosis de 22,000 UI/Kg PV durante 5 días cada 24 horas y un analgésico no esteroideal (AINES) durante 3 días como Meglumine de Flunixin a una dosis de 1.1 mg/Kg PV cada 24 horas. Se recomienda retirar los puntos a los 15 días.

LITERATURA CITADA

1. Dirksen G., Gründer H., Stöber M., Medicina Interna y Cirugía del Bovino, Volumen 1 y 2. 4a Edición. Ed. Inter-Médica. Buenos Aires, Argentina, 2005.
2. Noordsy J. L., Food Animal Surgery. Ed. Veterinary Learning Systems.

3. Oehme F. W., Prier J. E., Textbook of Large Animal Surgery. Ed. The Williams & Wilkins Company. Baltimore, USA, 1976.
4. Ordoñez M. R. Atlas de Técnicas Quirúrgicas en Bovinos, Teoría y Práctica. Ed Trillas, México, 2008.
5. Susan L. Fubini, Norm G. Ducharme. Cirugía en animales de granja. Ed. Intermédica. USA, 2005.

Cómo elevar el porcentaje de concepción y el número de lechones nacidos en cerdas primerizas y en cerdas multipartos

Resumen

La principal problemática con el porcentaje de concepción es cuando se obtienen porcentajes en la unidad de producción por debajo del 75% en cerdas primerizas y porcentajes por debajo del 85% en cerdas multipartos, lo que nos va a representar que muchas cerdas resulten negativas o vacías cuando se realice la confirmación con el ultrasonido lo que a su vez se traduce en menos cerdas en maternidad lo que nos da menor número de lechones nacidos, cuando se ha hecho una buena selección física y fisiológica de la cerdas se atribuyen los bajos porcentajes de concepción y el bajo número de lechones nacidos vivos a malas prácticas en la detección de calor, al mal manejo del semen pero sobre todo se atribuye a una incorrecta estimulación del inseminador hacia las cerdas primerizas y multipartos, y en gran parte al mal manejo en la alimentación de las cerdas destetadas lo que provoca un menor estro así como una menor ovulación de las cerdas lo que se traduce en menos lechones, la incorrecta cantidad en la alimentación en cerdas recién inseminadas nos va a resultar en cerdas con poca producción de leche en maternidad, a la vez que

en el último tercio de gestación se vuelve de suma importancia la cantidad de alimento suministrado a las cerdas de hacerlo de manera adecuada se lograrán lechones más vigorosos.

Introducción

El presente trabajo es una experiencia laboral personal de tres años que se realizó en dos granjas porcinas en Estados Unidos de América, en Ulysses Kansas y en Dalhart Texas, durante los periodos de marzo del 2017 a septiembre del 2018 y de febrero del 2019 a julio del 2020, en la primera granja en Kansas el método de producción es por ciclo continuo en donde todos los días se realizan las actividades de reproducción como la detección de calor mediante dos verracos en el área de cerdas destetadas, un verraco en el área de primerizas y destetadas tardías, un verraco en las cerdas preñadas se realiza con dos a tres personas, la inseminación artificial es convencional cervical la realiza de una a dos personas con el uso de cinturones pélvicos en las cerdas y se marcan los servicios realizados mediante el uso de crayones para marcar ganado, en la granja de Texas el sistema de producción es por lotes en donde la detección de calor e inseminación artificial se realiza en una semana usando inseminación postcervical sin el uso de cinturones pélvicos para la cerdas y haciendo uso de pistolas dosificadoras de semen así como el uso de aerosoles para ganado para marcar el calor y los servicios de reproducción dados a las cerdas, los servicios de inseminación son efectuados por equipos de inseminadores de 10 hasta 15 personas, otra diferencia entre estos dos sistemas de producción es que en el sistema continuo se reciben las cerdas primerizas para ser inseminadas en la granja una cantidad de 240 animales al mes y en el sistema por lotes las cerdas primerizas son recibidas en porciones de 150 animales que son enviadas desde unidades de desarrollo de primerizas en donde

son inseminadas para después ser enviadas a las granjas. Las prácticas y tecnologías de manejo, que han aumentado significativamente la eficiencia de reproducción en el rebaño reproductor. Una tasa de ovulación de 20 no es infrecuente en las muy prolíficas contemporáneas (2). En 2012, el número de cerdos nacidos vivos / camada fue de 11,8-12,3, los cerdos destetados (11). En 2012, según PigChamp (12), en Canadá el total de nacidos fueron 14 y en EE. UU. 13.4 respectivamente. Los datos comparables de 2001 para Canadá fueron y 11.5 y para los EE. UU. Fueron 11.3.

La tasa media de sustitución de cerdas fue del 45% en 2012 (3). Esta alta tasa se debe a la incapacidad de las cerdas posparto para volver al estro y concebir, un rendimiento reproductivo deficiente, una salud deficiente de los pies y las piernas y la introducción de nuevas líneas genéticas (1). Por lo general, las cerdas de reemplazo se alimentan a libre acceso con una dieta más baja en energía que las dietas para los cerdos de matanza para evitar el exceso de grasa corporal (15). La literatura más antigua indica que se debe limitar la energía de alimentación de las cerdas de reemplazo seleccionadas de 100 a 104 kg de peso corporal o hasta 2 semanas antes del apareamiento para que no engorden demasiado (11). Por lo tanto, la masa de tejido magro es una consideración clave para el manejo correcto de las primerizas (3).

La longevidad de la cerda es importante porque el tamaño de la camada y el peso de los lechones aumentan hasta el cuarto o quinto parto, y el número de lechones destetados por cerda por año aumenta hasta el sexto y séptimo parto. Es muy probable que las primerizas de reemplazo maduras y estructuralmente sólidas alcancen su cuarta paridad, momento en el que son más productivas para la operación porcina (13).

Está bien documentado que al aumentar la alimentación entre un 50% y un 100% o fuentes de alimentación de alta energía, como la dextrosa durante 10 a 14 días antes del primer servicio, aumenta la tasa de ovulación y el tamaño de la camada (11). La ingesta de alimento debe reducirse después del apareamiento a una dieta de gestación adecuada porque las cerdas sobrealimentadas durante la gestación, especialmente durante las dos primeras semanas después de la reproducción, frecuentemente tienen una alta mortalidad embrionaria y producen pequeñas camadas (14).

La restricción de alimento después del apareamiento solo puede aplicarse a los primeros 4 días en las primerizas y no en absoluto a las cerdas (10). Dos características principales de la cerda hiperprolífica son la falta de muerte embrionaria temprana con sobrealimentación después de la ovulación y una influencia positiva de la sobrealimentación durante las últimas semanas de gestación sobre el peso al nacer de los lechones (9). Las necesidades de nutrientes de las cerdas cambian significativamente a medida que avanza la preñez. El contenido de proteína conceptual y el aumento de peso aumentan rápidamente después del día 68 de gestación y tienen mayor prioridad para el suministro de nutrientes que el aumento de peso materno. El peso fetal, el contenido de proteína fetal y el contenido de proteína mamaria aumentan 5, 18 y 27 veces, respectivamente, en los últimos 45 días de gestación. Por lo tanto, los requerimientos de aminoácidos y energía son mayores al final de la gestación que al comienzo de la gestación. Los requerimientos de aminoácidos aumentan en un grado mayor que los requerimientos de energía al final de la gestación. Si el consumo de la misma dieta aumenta para cumplir con los requisitos de aminoácidos, las cerdas consumirán un exceso de energía, lo que provocará que las cerdas estén demasiado gordas durante el parto (11).

Las cerdas experimentan el estrés de la extracción de lechones y el cambio de ubicación, así como la transición del tejido mamario al período seco y el desarrollo folicular y la ovulación subsiguiente, todo en 4-5 días. Estos eventos requieren un alto nivel de energía y nutrientes (11). No detectar el estro con precisión tiene el mayor impacto en la tasa de partos y el tamaño de la camada. Algunas recomendaciones generales son: controlar el estro después de la alimentación, eliminar todas las distracciones del área, detectar el estro en el mismo lugar y de la misma manera cada vez, mantener a los animales tranquilos, permitir suficiente tiempo para la interacción y no interferir con la interacción entre la hembra y el verraco (5). Los cerdos que mostraban un alto nivel de miedo a los humanos, tenían una elevación sostenida de las concentraciones plasmáticas de corticosteroides asociados con una tasa de concepción y un tamaño de camada deficientes (6).

La inseminación postcervical, también conocida como algunas de las desventajas reportadas de la son que no se aplica fácilmente a las primerizas, el catéter es costoso y podría ser perjudicial para las cerdas primerizas si no se realiza correctamente (4). Los procedimientos destacados durante la IA fueron la contrapresión (93%), la exposición al verraco (89%), el frotamiento de flancos (80%) y (81%) el flujo de semen por gravedad (8).

En América del Norte, la mayoría de las granjas medianas y grandes utilizan ecografía en tiempo real para determinar el embarazo durante las semanas 3 a 5 (7).

Materiales y Métodos

En la granja de ciclo continuo al recibir las cerdas destetadas se le proporciona 4 libras de alimento con una frecuencia de 3 a 4 veces por día, esto va a depender si las cerdas aún tienen alimento en su canaleta no se les proporciona más, pero si su canaleta de alimento está completamente limpia se les proporciona 3 o hasta 4 veces al día, el verraco se camina por las mañanas al mismo tiempo que se va realizando la detección de calor y marcando las cerdas que muestren calor con el crayón para ganado para posteriormente moverlas a la línea de inseminación, en promedio 1,120 cerdas son inseminadas al mes .

En la granja de producción por lotes las cerdas destetadas son recibidas y alimentadas con 8 libras de alimento con una frecuencia de una vez a día, el verraco se camina dos veces al día para estimular a las cerdas, pero la detección de calor e inseminación se inicia 4 días después, en promedio son inseminadas 1,200 cerdas al mes.

En el sistema continuo la inseminación se realiza con dos verracos enfrente de la línea de inseminación, uno viejo que proporciona más aroma para una mejor estimulación de la cerdas y uno más joven, un verraco va montado sobre un carro llamado limosina y el otro va por detrás del carro amarrado, después se realiza la confirmación del calor vulva hinchada roja con secreción, se estimula el flanco y se hace presión en la espalda, después se coloca los cinturones para inseminación en la cadera de la cerda se realiza la limpieza de la vulva se lubrica la pipeta de inseminación se abre la vulva se introduce la pipeta se coloca la dosis de semen de 50 ml y se sujeta la pipeta al cinturón de inseminación, la cerda se estimula en los flacos hasta que a succionado la dosis de semen posteriormente se marca la cerda con un crayón de ganado para identificarla que ha

sido inseminada y se retira la pipeta de inseminación, las cerdas son inseminadas por segunda vez a las 24 horas si siguen estando en calor.

En el sistema por lotes la inseminación se realiza primero con la detección de calor con dos verracos enfrente de la línea de cerdas destetadas, un verraco va detrás de un carro y el segundo verraco va por detrás de otro carro, se van marcando con aerosol para pintar ganado a las cerdas que muestran vulva hinchada roja con secreción, después se guardan los verracos y se empieza con la inseminación artificial postcervical, se realiza la limpieza de la vulva se introduce la pipeta de inseminación en la vulva después poco a poco se va introduciendo el catéter interior hasta que pasa el cérvix después se introduce la pistola de inseminación y se dispara una dosis de 50ml de semen, después de retira la pipeta y se pinta la cerda para indicar que ha sido inseminada, las cerdas son inseminadas por segunda vez a las 24 horas si siguen estando en calor.

En cuanto al manejo del semen en el sistema continuo se monitorea la temperatura del semen asegurándose que se encuentre refrigerado a una temperatura de 17° y se mueve dos veces al día, y se transporta en hieleras con no más de 50 dosis, en cuanto al sistema por lotes no se realizaban estas mismas prácticas de monitorear la temperatura del semen, el semen es transportado en grandes dosis en hieleras y en mochilas térmicas.

En el sistema continuo las cerdas primerizas reciben 3.5 libras de alimento por día, mientras que las multiparto reciben 3 libras de alimento por día, durante los tres días después de ser inseminadas, después de ese periodo los comederos son reajustados de acuerdo a la condición corporal de las cerdas.

En el sistema por lotes las cerdas primerizas y las multiparto comen por igual 4 libras de alimento al día después de ser inseminadas durante una semana se reajustan los comederos de acuerdo a la condición corporal de la marrana.

En el sistema continuo la confirmación de preñez se realiza solamente una sola vez a los 28 días y en el sistema por lotes se realiza dos veces a los 30 y 60 días, mediante el uso de un transductor con gel lubricante y una tablet.

En el sistema continuo durante la gestación las cerdas comen en promedio 4 libras de alimento al día y en el último tercio de su gestación reciben media libra más de alimento al día, mientras que en el sistema por lotes las cerdas comen 4 libras al día en promedio durante toda la gestación.

Resultados y discusión

En el sistema continuo el porcentaje de concepción obtenido en cerdas primerizas fue del 85% al 93% y del 87% al 97% para cerdas multiparto, en cuanto al número de lechones nacidos vivos fue de 14 lechones para cerdas primerizas y de 17 para cerdas multiparto, estos buenos valores se atribuyen principalmente a la gran cantidad de alimento ofrecida a las cerdas destetadas, y al libre acceso al alimento de las cerdas primerizas lo que facilita la entrada en calor de las cerdas y una mayor producción de óvulos por las mismas así como al buen manejo del semen por lo que se mantiene más viable , a la buena técnica de detección de calor así como a la buena técnica de los inseminadores y principalmente a una buena estimulación realizada a la cerda, cabe destacar que las

cerdas producían buena cantidad de leche y estas camadas presentaron lechones de muy buen tamaño, esto se atribuye a dos factores, el primero es que al dar no más de 3.5 libras de alimento al día a la cerda durante tres días después de ser inseminada se asegura que las células mamarias de la cerda no se conviertan en grasa, y el segundo factor es que al recibir alimento extra en el último tercio de gestación las cerdas tiene un mejor llenado de los fetos.

En el sistema por lotes los porcentajes de concepción en cerdas multiparto fue del 79% al 86% y de 18 lechones nacidos vivos sin embargo muchas camadas presentaron bajos pesos al nacimiento y marranas con baja producción de leche, esto se atribuye al mal manejo del semen que disminuye su viabilidad, a una falta de estimulación del verraco ya solo se usa para la detección del calor y no está presente cuando se realiza la inseminación de las cerdas, y a una falta de estimulación de los inseminadores hacia las cerdas, así como a una mala gestión de la alimentación post inseminación y en gestación, sin embargo en la unidad de desarrollo de primerizas se observaron dos comportamientos similares a los anteriores, por un lado se observó que las primerizas al ser inseminadas mediante la técnica cervical y en presencia del macho y con el transporte de no más de 50 dosis de semen y el cuidado de su temperatura así como de una adecuada estimulación por parte del inseminador hacia las cerdas se obtuvieron porcentajes de concepción del 93% hasta el 98% y un número de 14 a 16 lechones nacidos vivos, por otro lado al usar la técnica postcervical en cerdas primerizas sin la presencia del macho y sin la estimulación de los inseminadores se obtuvieron porcentajes del 78% al 83% de concepción y un número de 14 a 17 lechones nacidos vivos.

Cuadro 1. Porcentaje de concepción y número de lechones nacidos en cerdas primerizas y multipartos.

	Porcentaje de Concepción	Número de lechones nacidos
Primerizas inseminación cervical sistema continuo	89%	14
Multiparto inseminación cervical sistema continuo	92%	17
Primerizas inseminación cervical sistema por lotes	95.50%	15
Primerizas inseminación postcervical Sistema por lotes	80.5	15
Multiparto inseminación postcervical Sistema por lotes	82.50%	18

Conclusiones y recomendaciones generales

El principal factor para lograr elevar el porcentaje de concepción, así como el número de lechones nacidos vivos en nuestra granja es tener en cuenta que tenemos una variedad muy grande de población y no podemos tratar de la misma manera a todas las cerdas, lo primero que se tiene que hacer es una diferenciación muy marcada entre las cerdas primerizas y las cerdas multipartos, seguido de una diferenciación entre cerdas tranquilas y cerdas nerviosas, las cerdas nerviosas requieren mayor cuidado y atención en su manejo ya que muchas de estas cerdas nerviosas que mayormente suelen ser las cerdas primerizas aun estando en calor si se sobre estimulan de más frotando su costado o haciendo presión excesiva sobre sus espaldas saldrán del calor y caerán en

estrés lo que afecta a la ovulación y a la concepción , por lo general al identificar este tipo de cerdas hay que tocarlas muy suavemente incluso muchas veces no se recomienda que el inseminador las estimule, o haga uso de cinturones de inseminación, solo se necesita el apoyo del verraco para su buena estimulación así como de hacer uso de la técnica de inseminación cervical en cerdas primerizas y nerviosas , así como realizar un adecuado manejo alimenticio durante la inseminación, durante la postinseminación y en la gestación y se recomienda hacer solamente una confirmación de la preñez para reducir el estrés, por otra lado se recomienda usar la técnica postcervical en cerdas multiparto o las que consideramos cerdas tranquilas a las cuales les podemos aplicar una estimulación en los flancos en la espalda incluso les podremos realizar una sobre estimulación lo que les ayuda a producir más óvulos y retener mejor el semen , claro está sin olvidar hacer uso de dos buenos sementales para apoyar la mayor estimulación y mayor ovulación así como hacer buen manejo del semen cuidando su temperatura no exceda los 17° centígrados no se exponga a los rayos del sol y no transportar más de 50 dosis de semen a la vez para evitar su sobre calentamiento, hacer buen manejo alimenticio dando de 8 a 12 libras de alimento por cerda destetada al día, dar no más de 3.5 libras por cerda por día durante tres días después del último servicio de inseminación posteriormente calibrar los comederos a la condición corporal de cada cerda y aumentar .5 libra por cerda por día en el último tercio de su gestación.

Otra recomendación muy importante es usar spray marcador de ganado en las cerdas primerizas y nerviosas para identificar que fueron inseminadas ya que se observó que al usar el crayón marcador de ganado en ellas se sobre estresan reduciendo la capacidad de succión y retención de las dosis de semen por otro lado es muy recomendable usar crayón marcador de ganado en

cerdas multipartos y en cerdas tranquilas ya que se observó que causa una buena estimulación en las cerdas mejorando la succión y retención del semen.

Otra gran recomendación para elevar los parámetros reproductivos es cuidar mucho la lubricación de las cerdas al momento de la inseminación artificial tanto cervical como post cervical, ya que se observó que al sobre limpiar la vulva de la cerdas se ve limitada la buena lubricación y al sumarle el no hacer uso de ningún tipo de lubricante para introducir la pipeta de inseminación se ve afectada la excitación de las cerdas primerizas y nerviosas haciéndolas salir del calor y a afectando los porcentajes de concepción resultando en porcentajes de concepción por debajo del 83% por otro lado se observó el efecto contrario en cerdas multipartos en donde al realizar una sobre limpieza de la vulva se mantuvieron excitadas y en calor resultando en buenos porcentajes de concepción arriba del 90% sin descuidar el uso de una buena lubricación al momento de introducir la pipeta de inseminación.

Bibliografía

1. Engblom L, Lundeheim N, Strandberg E, Schneider MP, Dalin AM, Andersson K: Factors affecting length of productive life in Swedish commercial sows. *J Anim Sci* 2008, 86:432-41.
2. Foxcroft GR, Dixon WT, Novak S, Putnam CT, Town SC, Vinsky MDA: The biological basis for prenatal programming of postnatal performance in pigs. *J Anim Sci* 2006,84(E. Suppl):E105-12.
3. Foxcroft G, Beltranena E, Patterson J, Williams N, Pizarro G: Physiological limits to maximizing sow productivity. In *London Swine Conference Proceedings*. London, Ontario: Production at the leading edge; 2005:29-46.

4. Hancock JL: Pig insemination technique. *Vet Rec* 1959, 71:527.
5. Hemsworth PH, Barnett JL: Behavioural responses affecting gilt and sow reproduction. *J Reprod Fertil* 1990,40(Suppl):343-54.
6. Hemsworth PH: Human-animal interactions in livestock production. *Appl Anim Behav Sci* 2003, 81:185-98. 10.1016/S0168-1591(02)00280-0.
7. Knox RV, Rodriguez Zas SL, Slotter NL, McNamara KA, Gall TJ, Levis DG, et al.: An analysis of survey data by size of the breeding herd for the reproductive management practices of North American sow farms. *J Anim Sci* 2013, 91:433-45. 10.2527/jas.2012-5189.
8. Martinez EA, Vazquez JM, Roca J, Lucas X, Gil MA, Parrilla I, et al.: Minimum number of spermatozoa required for normal fertility after deep intrauterine insemination in non-sedated sows. *Reproduction* 2002, 123:163-70. 10.1530/rep.0.1230163.
9. Martineau G-P, Badouard B: Managing highly prolific sows. *London Swine Conference. Tools of the Trade* 2014, 3-19. 4-1-2009.
10. Peltoniemi OA, Oliviero C, Halli O, Heinonen M: Feeding affects reproductive performance and reproductive endocrinology in the gilt and sow. *Acta Vet Scand* 2007, 49 Suppl 1:S6.
11. Robert R Kraeling, Stephen K Webel: Current strategies for reproductive management of gilts and sows in North America. Article number: 3 (2015).
12. Stalder KJ: Pork industry productivity analysis, research grant report. Des Moines, Iowa: National Pork Board; 2014:1-13.
13. Stalder KJ, Lacy C, Cross TL, Conatser GE: Financial impact of average parity of culled females in a breed-to-wean swine operation using replacement gilt net present value analysis. *J Swine Health Prod* 2003, 11:69-74.
14. Vignola M: Sow feeding management during lactation. *London Swine Conference. Tools of the Trade* 2009, 107-17. 4-1-2009.

15. Whitney MH, Masker C: Replacement gilt and boar nutrient recommendations and feeding management. U.S. Pork Center of Excellence: Des Moines, Iowa; 2010.

El cochinito, la alcancía del pueblo

1. EL COCHINITO, LA ALCANCÍA DEL PUEBLO

Todos en algún momento de nuestra historia, no importa la edad que tengas en nuestra memoria histórica y colectiva tenemos imágenes de nuestros abuelos, tíos, primos y amigos cargando un cerdo de barro o yeso para ahorrar, ya sea que lo compraran en una feria de pueblo o como suvenir en una excursión en algún pueblo de cualquier parte de México, esa imagen se puede traducir a la idea que hasta nuestros días ejerce efecto en los pueblos de las zonas rurales del país donde las personas ven en un cerdo, un cuchi, un suino, un marrano, un puerco o un cochino como un instrumento de ahorro que en algún momento puede ser utilizado como financiamiento ante contratiempos comunes pudiendo ser una urgencia médica, una urgencia escolar o simplemente una forma de guardar un poco del salario.

Esas alcancías que pueden ser de cualquier color simulan los colores que tenemos disponibles en las capas de los cerdos, rojos, negros, pintos, rosas simulando a las capas blancas, hasta este momento tal vez sonreíste al recordar tu emoción al ganarte un cerdo de barro en los dardos en la fiesta del pueblo o la emoción de ver a tu papa pagando un \$5 para dártelo, el esfuerzo de llenar ese cerdo de monedas sin importar si eran billetes, pesos y centavos te permitirían en un futuro, meses o años darte un gusto, muchas veces no fue así pues lo utilizaron tus padres para completar alguna

cuenta, esa misma emoción que dictan tus recuerdos se ve en las personas que con esfuerzo e ilusión compran un cerdo el día de hoy, muchos aspiran a ser grandes productores en un futuro y transmitir esa misma ilusión de progreso a sus hijos y a su comunidad siendo eso el gusto o el lujo que anhelan, lo mismo que será un alivio o un bálsamo para subsanar el rezago, pagar una deuda, alimentar a una familia y tal vez compartirlo en una celebración.

Hoy en día la industria porcina global enmarca grandes logros, lo mismo que grandes objetivos de cara a los retos que la dinámica económica va marcando en la competencia comercial, grandes investigaciones científicas que permiten maximizar la rentabilidad de las explotaciones, grandes logros en el manejo genético para maximizar el rendimiento del cerdo, grandes proyectos para multiplicar la producción que permita asegurar el acceso a proteínas de origen animal, desarrollo de vacunas y medicamentos contra enfermedades que ponen en riesgo a las explotaciones, son los encabezados en muchas páginas que encontramos en la web, en redes sociales y en materiales impresos, sin embargo el planeta aún tiene grandes sectores productivos que están en el camino del olvido colectivo, siendo el caso para México sus zonas rurales, semirurales y también la periferia de las grandes ciudades.

Se aprecia la tradicional alcancía, representando cerdos de antaño, voluminosos y poco estéticos, grandes barrigas y papadas, muy diferentes al cerdo ideal que se busca día a día.



Se aprecia un lote de tres cerdos que han sido engordados con la figura financiera coloquial de ¿alcancía?, el propietario es un señor



de la tercera edad que se sirve de engordar cerdos para ir cubriendo sus gastos básicos al momento de realizar la venta de los mismos.

La diversidad genética de los cerdos criollos que llegaron junto con Europa en el siglo XVI comienza a ser absorbida como lo describe el artículo. *¿La diversidad genética criolla debe ser conservada? Publicado por Javier German Rodríguez Carpena*, que tiene a bien describir la realidad de riesgo latente de una posible extinción de esas razas en nuestro país, sin embargo los esfuerzos de conservación no bastan para encarar los retos actuales históricamente intermitentes en esas comunidades que requieren de progreso y que aún ven en el cerdo la posibilidad de una vida mejor o menos peor como se expresa en las calles de esos pueblos.

Criar uno o más cerdos en las zonas rurales tiene periodos específicos, cerdos que son vendidos en Julio y Agosto representan el dinero para zapatos escolares, útiles escolares, uniformes escolares, un cerdo vendido a finales de noviembre y diciembre representa un abrigo para el invierno, una cena para navidad y año nuevo y si alcanza también para un regalo de día de reyes, las zonas rurales se caracterizan por sus tradiciones, sus usos y sus costumbres, entre ellas la cuaresma que es en donde los precios se ven más golpeados sin embargo los cerdos de mayo representan un detalle para mamá que puede ser un ramo de flores y hasta un platillo en la mesa.

El cerdo es un fondo de ahorro, un fondo de inversión, una caja de ahorro, fuente de financiamiento y también un aval para solicitar un préstamo.

Así mismo, hoy en día se hace más común la venta de productos específicos, como lo es el caso de los cortes tipo americano de carne de cerdo, que en su mayoría vienen etiquetados como origen Estados Unidos y también Japón con su calidad KOBE, todos los que hemos degustado un corte sabemos que el sabor está en la grasa y que el marmoleo es el que determina la calidad de un corte, lo que hoy abre las puertas para aprovechar a los criollos y explorar en base a capacitación esa opción para hacer rentable su conservación y diversificación, el aroma de su grasa en una cazuela de barro o en una parrilla alimenta al espíritu que hasta se te olvida la enfermedad si estás enfermo, se te olvida el catarro si estás catarriente y se te olvida que eres casado si estás casado.

La diversidad mexicana en gastronomía y sistemas de producción es extensa, además de una cultura, basta que crea una cosmovisión irrepetible en el planeta.

Había un hombre de oficio tlachiquero, que su única posesión era un jacal, un corral del varas, un burro y un puerco al que alimentaba de sobras de la cocina o el resto del nixtamal, el machigüi con algunas hierbas del campo, acahual o perilla, comía mejor el puerco que el hombre aquel, el burro, afanoso para la labor, fibroso y poco gordo al que apenas le invitaban un bocado de maíz, un trago de agua y el mexal de la raspada, triste y desanimado miraba comer al puerco y al verlo tan ansioso disfrutando su comida el burro dijo, ¡eyyy puerco! el patrón te tiene gran estima y tú no trabajas, solo comes y duermes, el puerco respondió: mi estimado burro tanto es su querer que lo escuche decir, ¡que bonito puerco, el domingo le haremos carnitas!.

2. EL CERDO COMO INFLUENCER DEL SECTOR PRIMARIO.

Remontarnos a la literatura antigua es descubrir que el cerdo es un agente transformador del mundo, la misma importancia tiene en la civilización humana como la tiene el caballo, el cerdo alimentó al mundo, el cerdo dio luz al mundo, el cerdo dio abrigo al mundo, el día de hoy parece ser que solo alimenta al mundo, bajo los estigmas del progreso se dejó de lado el uso de su grasa, manteca la llamamos en México, un producto indispensable desde la llega de Europa a América, ayudaba a preparar alimentos, dar luz convertida en velas o veladoras, en la gastronomía hace que los platillos más sencillos exploten de sabor en la boca al momento de probarlos, su piel se transforma en calzado, abrigos y adornos, su carne es estandarte en muchas regiones del país, ¿gustas carnitas estilo Jalisco o estilo Michoacán?, una cochinita pibil de la península o unos tamales de puerco un 02 de febrero en las calles de la CDMX.

El colectivo multicultural de México permite admirar el progreso de la porcicultura con grandes granjas ubicadas por todo el territorio, granjas con cientos o miles de vientres productivos que alimentan las urbes más importantes, algunas de esas organizaciones han tecnificado casi el 100% de sus procesos y llevan la carne más allá del pacífico y el atlántico, vemos en las carreteras jaulas con cerdos magros y en su mayoría blancos, preferidos por los clientes para dar una presentación impecable a los canales cuando llegan a los puntos de venta, eso es el grueso de la actividad que acapara los reflectores del sector.

El presente trabajo se basa en parte en el impacto que tienen las redes sociales en la actividad porcícola, grupos de participación en Facebook principalmente es común encontrar publicaciones de

pequeños productores o emprendedores buscando consejos sobre, que animales son los mejores para comenzar su proyectos, otros subiendo experiencias irreparables como abortos o partos con evidentes imágenes que descubren los efectos negativos del parvovirus, las respuestas se tornan crudas, frías, algunas frívolas y algunas otras totalmente desagradables.

Saltan preguntas como, ¿por qué la gente no entra a la web? Ahí va a encontrar la información que necesita, sin embargo en muchas regiones el acceso al internet es imposible, algunas personas sobre todo inexpertos o con grados de estudio mínimos no alcanzan a entender términos técnicos, médicos, clínicos y hasta básicos, porque la información resulta irrelevante en esos casos.

Personas que siguen creyendo en que el cerdo es una forma de mejorar sus condiciones de vida son retachados por profesionales de la salud animal con comentarios vacíos y faltos de empatía, el conocimiento cuesta tiempo, noches, madrugadas y desveladas pero es el precio justo que se paga cuando tenemos la oportunidad que otros no tienen, por que no ayudar antes de criticar, descalificar o subestimar a las personas que buscan ayuda?, es una incógnita interesante.

Hay productores con mediana experiencia que ayudan pero a cambio cobran por un msj de texto o una llamada misma que cuando reciben el dinero no cumplen con la información que se necesita, muchas personas buscan recetas gratis eso también es constante pero en mi experiencia hay más personas que desconocen la actividad y que realmente no tienen los medios económicos para pagar un curso, una capacitación y menos un veterinario.

Muchos productores rurales, crían animales para su autoconsumo y por extraño que parezca aún conservan prácticas antiguas como montas directas y como pago del servicio cobran un lechón por hembra (maquila), no por que desconozcan la existencia de la inseminación artificial si no porque no tienen la forma de acceder a esa opción asumiendo los riesgos que conlleva no tener un control zoonosanitario, ese riesgo es tan grande que la pérdida de la inversión en un vientre significa un duro golpe financiero, que en muchos casos es definitivo para perder a un potencial productor.

La intención del presente trabajo es mostrar una de las nuevas formas de vinculación entre productores, nacionales y extranjeros a través de las redes sociales, en Instagram es más común ver solo fotografías y muchos likes, pero el verdadero grueso de participación esta en Facebook, al ingresar palabras claves como porcicultura, cerdos, porcinos, porcicultores, etc.; las opciones de fanpage's, grupos abiertos o cerrados dedicados a la porcicultura son incontables, muchos de ellos están orientados a la venta de productos y servicios en donde también encontramos experiencias de fraude o estafa por parte delincuentes virtuales y para lo que las personas necesitan desarrollar ese sexto sentido para no caer, pero hay grupos en donde personas de toda Latinoamérica solicitan recetas mágicas para el engorde de cerdos, otros algún medicamento mágico para curar parvovirus y otros más casos de todos los que podemos imaginar, de pronto en 24 hrs una publicación puede tener más 100 comentarios donde el 80% da un diagnóstico y un tratamiento solo con una imagen y el 20% restante solo son comentarios que carecen de conocimiento o simplemente son irrelevantes, dentro del 80% también encontramos recomendaciones plausibles como ofertas para una llamada sin costo para poder dirigir al productor en detectar los

síntomas de sus animales, hay otros que lo único que recomiendan es el descarte contradiciendo su diagnóstico y tratamiento, de todo podemos encontrar en las redes sociales, con todo lo anterior lo único que se genera es una confusión multitudinaria, al cuestionar a algunos perfiles con preguntas como, ¿eres veterinario?, ¿Tienes experiencia en cerdos? -Descubrimos que muchos solo escriben por réplica de otros buscando likes a su publicación, eso lleva a que las personas caigan en estafas o tomen decisiones imprecisas generando un costo extra y en muchos casos irreparable.

El problema está identificado, sin embargo y desafortunadamente hoy en día la mayoría de las personas no buscan ayudar a que la porcicultura tradicional o rural supere los rezagos, si no que buscan el beneficio propio vendiendo un producto o un servicio que en la mayoría de los casos resulta en una pérdida de tiempo y de dinero pues se ofrecen soluciones que distan mucho para resolver las verdaderas necesidades.

IR o CREAR, esta idea configura dos hipótesis que pueden ayudar a mitigar los efectos de la desinformación en las redes sociales, esa desinformación se multiplica también por los efectos de la pandemia, ya que el contacto físico se ha reducido en casi 100% por seguridad de todos por lo que resulta imprescindible.

IR	CREAR
<ul style="list-style-type: none"> • Organizar grupos de trabajo multidisciplinares para ir a las comunidades rurales o a lugares en donde la producción de traspatio sigue vigente. • Crear cursos y capacitaciones para los productores en temas específicos y simplificados, que permitan su comprensión para garantizar que sean aplicados. • Grupos de trabajo que provean de información técnica, financiera, económica y también social. • Dar un seguimiento a lo anterior para reforzar o retroalimentar a los involucrados. • Para lo anterior se necesita de la vinculación tanto de la sociedad civil a la que pertenecemos todos y también a las dependencias de gobierno para que en conjunto se realice la convocatoria que permita IR a donde es necesaria la información. <p><i>Esta opción sería costosa para su ejecución pero muy efectiva en su aplicación para asegurar la eficiencia de los resultados.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Organizar grupos de trabajo multidisciplinares para la creación de contenido en formato y también en formatos "obsoletos" para hacerlos llegar a los productores por medio de todos los canales de comunicación disponibles. • Crear guías de manejo y bienestar animal por etapa o sector de producción. • Crear guías para el registro financiero, prevención de enfermedades, bioseguridad, genética, actualización de precios, etc.; que tengan a bien facilitar su manejo ya sea en computadoras antiguas, teléfonos inteligentes y también aquellos que solo cuentan con SMS, envíos por correo tradicional que aseguren que la información llegue a destino. • Crear video información para mostrar en la práctica la información contenida en las guías y formatos descritos arriba. • Para lo anterior se necesita de la disposición de la participación de la sociedad civil dispuestas a DAR un poco de su experiencia y su conocimiento para el beneficio de las comunidades rurales, la convocatoria puede ser iniciada a través de las ya citadas redes sociales para aprovechar su alcance.

Esta opción resulta viable ya que la información en redes sociales se puede manejar sin costo, además que el foro es mucho mayor y por tanto el poder de alcance sería incalculable.

El anterior cuadro no descubre el hilo negro, ya que como todos sabemos en la web hay incontables artículos sobre el sector y también información práctica disponible, sin embargo no todas las personas tienen las posibilidades de acceder a dicha información y tampoco tienen la facilidad de interpretarla.

IR y **CREAR** permitiría mitigar la desinformación y también permitiría dirigir a los productores a definir sus objetivos para así poder plantearles posibles acciones que desarrollen su capacidad de visualizar nuevas oportunidades, no solo de desarrollo económico, si no de desarrollo personal, familiar, comunitario y por lo tanto un impacto social favorable. Confirmando así que el cerdo es el **INFLUENCER** que necesita el sector primario nacional para abanderar el desarrollo en todos los sectores productivos.

3, EL CERDO AGRICULTOR.

Actualmente las noticias sobre cambio climático, crisis humanitaria y acuerdos comerciales son los principales encabezados en los foros donde se discuten políticas públicas para alimentar al mundo, sobre todo países emergentes o en vías de desarrollo, para el caso del ganado como lo describe “*La larga sombra del ganado*” una publicación de la FAO, se responsabiliza a la ganadería como una de las principales problemáticas en las crisis ambientales globales sin

embargo también propone ideas para reducir emisiones de gases invernadero y también para hacer equitativa la disponibilidad de los recursos empleados en sus procesos.

Para el caso de cerdo, el compa que nos hace escribir desde versos hasta refranes también es parte agricultor, sus excretas son ricas en nutrientes, los desechos como el pelo y los huesos contienen los minerales que fueron tomados de los suelos que lo alimentaron durante su vida, larga o corta, sin embargo no se tiene la cultura del compostaje y el aprovechamiento de todo lo que hay detrás de la producción porcina, en muchos artículos vemos definiciones, formulas, sistemas y procesos para potencializar la producción de carne en menos tiempo, con menor porcentaje de grasa pero se ha focalizado únicamente el aprovechamiento de la carne y no de la huella de carbono que todo eso implica, desde combustibles en la producción de insumos, en la transportación de los mismos, la energía empleada para activar turbinas de enfriamiento o calefacción y más accesorios que se emplean para generar 1 Kg de carne, muchos de los anteriores pudieran ser reciclados, reaprovechados o transformados a partir de los desechos de las explotaciones, si bien es cierto implementar un sistema de reciclaje y compostaje sería una inversión adicional también representaría un ahorro a mediano y largo plazo, además de generar un ingreso adicional que a ningún productor le haría mal en momentos difíciles.

A que nos referimos específicamente en el párrafo anterior, al aprovechamiento del estiércol y demás desechos de las explotaciones porcinas, esto incluye animales muertos, fetos, placentas, camas, purines, etc.; también desechos de rastros como lo es intestinos, sangre, pelo y huesos, como fuente de energía para transformar los mismos en composta de alta calidad en nutrientes necesaria para la reestructuración de suelos agrícolas y también

como nutriente de los microorganismos que se encargan de sustentar los cultivos necesarios para la alimentación humana y animal.

Durante el mes de febrero se publicó una nota en donde se exponía que los agricultores de Sonora hacían quemas de llantas y basura para mitigar los efectos del invierno en sus cultivos, se estima que el estado de Sonora tiene una población de 2,043,624 (*Ref. 2019*) cerdos, si esa cantidad la multiplicamos por el promedio de kg de estiércol que se genera diariamente tendríamos como resultado una gran pila de estiércol que en su mayoría no es procesada correctamente y esto no dicta que la gente sea irresponsable al dejar pilas a la intemperie o tirar el estiércol directamente al suelo, si no que mucha gente no tiene el conocimiento del alcance que tendrían esos desechos procesados, primero disminuir el mal olor y segundo darle un valor agregado a los desechos, como valor agregado se pone el foco en dos componentes viables, uno ya comentado como lo es la composta y otro el bio gas, ese mismo biogás que podría sustituir a la quema de llantas y basura para generar calor y alimentar familias.

El título del presente trabajo consta de 11 palabras que abren un universo de soluciones a los problemas nacionales, entre ellos es el hambre que para 2020 se estimó que aumento en un 8% por la compresión económica derivada de la pandemia, sobre todo en las zonas rurales y marginadas a lo largo del territorio. (Coneval).

De ahí la importancia de aprovechar al cerdo en todas las formas posibles y si darle ese lugar de amigo y también de enemigo de todo aquello que tiene que ver con el hambre y que desafortunadamente tiene como factor de medición al ingreso monetario haciéndolo indispensable para el intercambio comercial, reactivar la

porcicultura rural y/o tradicional va a permitir que las comunidades exploren nuevas formas de producción tomando como base sus recursos disponibles, con la finalidad de hacer producir sus tierras sin la necesidad de gastar dinero extra o de dejar pasar un ciclo de cultivo por que no hubo dinero suficiente para comprar semilla o fertilizantes, las iniciativas de origen gubernamental no dimensionan lo grande del problema y el presupuesto para la actividad agropecuaria no está llegando a dichas zonas.

Las mejores expresiones sobre los cerdos las podemos encontrar en los niños, son ellos quienes nos pueden dar en pocas palabras una idea de lo que para ellos es un cerdo y es ahí en donde encuentras la visión para compartir el sentir del otro lado de la porcicultura.



DEDICATORIA ESPECIAL: ÁNGEL IGNACIO PÉREZ MORALES (QEPD) - EMPRENDEDOR DEL SECTOR AGROALIMENTARIO, FALLECIDO A CAUSA DE LAS SECUELAS DEL COVID-19.

Enlaces Bibliográficos:

- https://www.porcicultura.com/destacado/%C2%BFLa-diversidad-genetica-criolla-porcina-debe-ser-conservada_
- <https://www.elsitioporcino.com/news/32167/genesus-global-market-report-sector-porcino-mexicano-actualizacion-abril-2020/#:~:text=Precios%20del%20cerdo%20en%20M%C3%A9xico&text=El%20precio%20promedio%20en%20M%C3%A9xico,relaci%C3%B3n%20d%C3%B3lar%20Dpeso%20relativamente%20estable.>
- [https://www.gob.mx/agricultura/prensa/se-estima-para-2020-una-produccion-de-1-7-millones-de-toneladas-de-carne-de-porcino-agricultura#:~:text=La%20producci%C3%B3n%20de%20carne%20de,millones%20de%20toneladas%20en%202020.&text=Ciudad%20de%20M%C3%A9xico-,Estad%C3%ADsticas%20del%20Servicio%20de%20Informaci%C3%B3n%20Agroalimentaria%20y%20Pesquera%20\(SIAP\)%20prev%C3%A9n,por%20ciento%20respecto%20de%202019.](https://www.gob.mx/agricultura/prensa/se-estima-para-2020-una-produccion-de-1-7-millones-de-toneladas-de-carne-de-porcino-agricultura#:~:text=La%20producci%C3%B3n%20de%20carne%20de,millones%20de%20toneladas%20en%202020.&text=Ciudad%20de%20M%C3%A9xico-,Estad%C3%ADsticas%20del%20Servicio%20de%20Informaci%C3%B3n%20Agroalimentaria%20y%20Pesquera%20(SIAP)%20prev%C3%A9n,por%20ciento%20respecto%20de%202019.)
- <https://www.jornada.com.mx/2020/02/10/estados/026n1est#:~:text=Ante%20las%20bajas%20temperaturas%20registradas,para%20protegerlos%20de%20las%20heladas.>
- <https://www.elfinanciero.com.mx/economia/aumentar-la-productividad-del-campo-mexicano-con-mensajes-sms-esto-propone-nobel-de-economia>
- <http://www.fao.org/3/a0701s/a0701s.pdf>
- https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/564336/Inventario_2019_porcino.pdf
- <https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/Lineas-de-bienestar-y-canasta-basica.aspx>

Hermetia illucens una alternativa para el aprovechamiento de los residuos orgánicos porcícolas

Introducción

La carne de cerdo es una de las principales fuentes de proteína animal. Actualmente representa el 36% del consumo mundial de carne y su producción se incrementó de manera constante hasta alcanzar en el 2018 los 113,4 millones de toneladas (OCDE/FAO, 2020). La OCDE-FAO en su documento "Perspectivas Agrícolas 2020-2029" proyecta un aumento constante de la producción porcina mundial a partir del 2021, direccionando los esfuerzos en desarrollar sistemas de producción resilientes apoyados por procesos tecnológicos novedosos y sostenibles.

En Colombia, la industria porcícola cumple un importante papel en la economía nacional, pues aporta el 1,4% del PIB agropecuario y genera 135.000 fuentes de empleo directo a través de la producción de carne de cerdo (MADR, 2020). Su importancia se ve reflejada en las cifras de producción y consumo a nivel nacional registradas por las entidades institucionales en los últimos años. Por ejemplo, el censo realizado por el *Instituto Colombiano Agropecuario - ICA* en 2020 muestra que la producción porcina alcanzó las 6.710.666 cabezas de cerdos, distribuidas en 232.780

predios en 33 departamentos (ICA, 2020). Además, el *Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - MADR* indicó que para el 2019 la carne de cerdo alcanzó una producción de 446.602 toneladas, un 130% más con respecto a las cifras registradas en el 2010; así mismo, el consumo per cápita de esta carne ha aumentado, alcanzando los 11,2kg/Habitante (MADR, 2020).

El incremento de la actividad porcícola a nivel nacional e internacional trae consigo un aumento de los residuos orgánicos generados por las granjas de cerdos, por lo que es necesario un monitoreo constante, puesto que su inadecuado manejo, control y disposición final puede traer serias repercusiones a nivel medioambiental, socioeconómico, sanitario y en la afectación de la salud humana. Estos residuos orgánicos pueden agruparse de la siguiente manera: 1) las excretas de los cerdos o también conocidas como porcinaza, formada por heces fecales y orina mezcladas con residuos de alimento, polvo, descamaciones y cantidades variables de agua provenientes de las labores de lavado y 2) los residuos catalogados como infecciosos o de riesgo biológico-animal donde agrupan los residuos de mortalidad, placentas, amputaciones, fetos y mortinatos... (Noreña *et al.*, 2016; Porkcolombia & CAR, 2017).

En la actualidad existen diversos tratamientos para el manejo y aprovechamiento de los residuos orgánicos porcícolas. No obstante, los más utilizados presentan inconvenientes que imposibilitan el manejo de la totalidad de los residuos, por ejemplo: los largos tiempos de conversión o los altos costos de implementación y mantenimiento. Debido a lo anterior, se hace indispensable impulsar procesos de investigación y desarrollo enfocados en nuevas tecnologías, métodos de producción y operación que se acoplen a los diferentes sistemas de producción porcícola. Igualmente, es importante que sean ambientalmente sanos, económicamente

accesibles, que aporten al cumplimiento de la normatividad relacionada al buen manejo de los residuos porcinos y que contribuyan a la optimización del uso de recursos naturales, la competitividad y el desarrollo del sector porcícola (Noreña *et al.*, 2016; Rincón & Rubio, 2016).

Un tratamiento biotecnológico que ha tenido gran acogida a nivel mundial al utilizarse como agente transformador de gran variedad de residuos orgánicos es el tratamiento con la mosca soldado o *Hermetia illucens*. Las larvas de esta especie consumen vorazmente diferentes residuos orgánicos como: residuos del sector agrícola y restaurantes, estiércol y mortandad de diferentes animales, reduciendo drásticamente la carga de nutrientes, ayudando a acelerar los procesos de descomposición y generando un sustrato óptimo para utilizarlo como biofertilizante. Además, trabaja como un controlador microbiológico y de insectos vectores de enfermedades como por ejemplo *Musca domestica*. Adicionalmente, por medio de este tratamiento se pueden obtener diferentes subproductos de interés comercial en la industria agrícola y pecuaria como: abono o biofertilizante de calidad, biomasa con un alto contenido proteico y otros subproductos de valor agregado (Barragán *et al.*, 2017; Brist, 2017; Gobbi, 2012).

El objetivo de esta investigación es dar a conocer la viabilidad de utilizar el tratamiento *H. illucens* para el manejo y aprovechamiento de la porcinaza, los residuos de mortalidad y las placentas de cerdos. La investigación consta de tres partes: en la primera se realiza una recopilación teórica resumida de *H. illucens* donde se exponen las diferentes investigaciones realizadas a escala de laboratorio y gran escala en diferentes partes del mundo, mostrando el uso de las larvas de esta especie para aprovechar los residuos orgánicos y la producción de subproductos de valor

agregado. En la segunda parte se demuestra la factibilidad de utilizar las larvas de *H. illucens* como tratamiento para la porcínaza y mortandad de cerdos por medio de una prueba piloto realizada en una granja porcícola de pequeña producción. Finalmente, para la tercera sección se indican las ventajas de utilizar el tratamiento para la industria porcícola y algunas recomendaciones para trascender la investigación a un proyecto de gran escala.

Tratamiento *Hermetia illucens*

Hermetia illucens (Linnaeus, 1758) conocida como "mosca soldado o Black Soldier Fly", es un díptero de la familia Stratiomyidae que se distribuye por todas las regiones tropicales y subtropicales del planeta. Presenta un ciclo de vida de dos meses y una reproducción exponencial; una sola hembra puede ovopositar entre 300 a 1000 huevos. Las larvas de esta especie son voraces, resistentes y muy versátiles, logrando alimentarse de una amplia variedad de materia orgánica (Figura 1). Debido a esto, las larvas presentan un potencial para ser utilizadas como tratamiento biotecnológico en el manejo y aprovechamiento de los residuos orgánicos del sector agrícola y agropecuario (Gobbi, 2012; Nguyen *et al.* 2013; Tomberlin *et al.*, 2002).

FIGURA 1

Estadios de larva y fase adulta de la especie *Hermetia illucens*.
Fotos tomadas por el autor.

Larvas y adultos de hermetia Illucens



Larvas *Hermetia illucens*

Fase adulta *Hermetia illucens*

Las investigaciones relacionadas al tratamiento *H. illucens* han obtenido gran relevancia para la investigación científica y aplicada. Brist (2017), muestra un sondeo de los trabajos investigativos a nivel mundial, relacionados con *H. illucens* durante los últimos 100 años, indicando que, a partir de 1990 la proporción de investigaciones científicas ha aumentado considerablemente, abarcando temas como: características biológicas, historia de vida, cría masiva, tratamiento de residuos orgánicos y productos generados (Barragan *et al.*, 2017; Bulak *et al.*, 2018; Diener *et al.*, 2015; Gobbi, 2012; Nakamura, 2016; Nguyen *et al.*, 2013; Salomone *et al.*, 2017).

Así mismo, la recopilación bibliográfica de Brist (2017), señala la versatilidad de *H. illucens* para tratar gran variedad de residuos orgánicos como son: frutas y vegetales del sector agrícola, residuos de alimentos procesados de los restaurantes, heces de diferentes animales como pollos, cerdos, vacas y también heces de humanos,

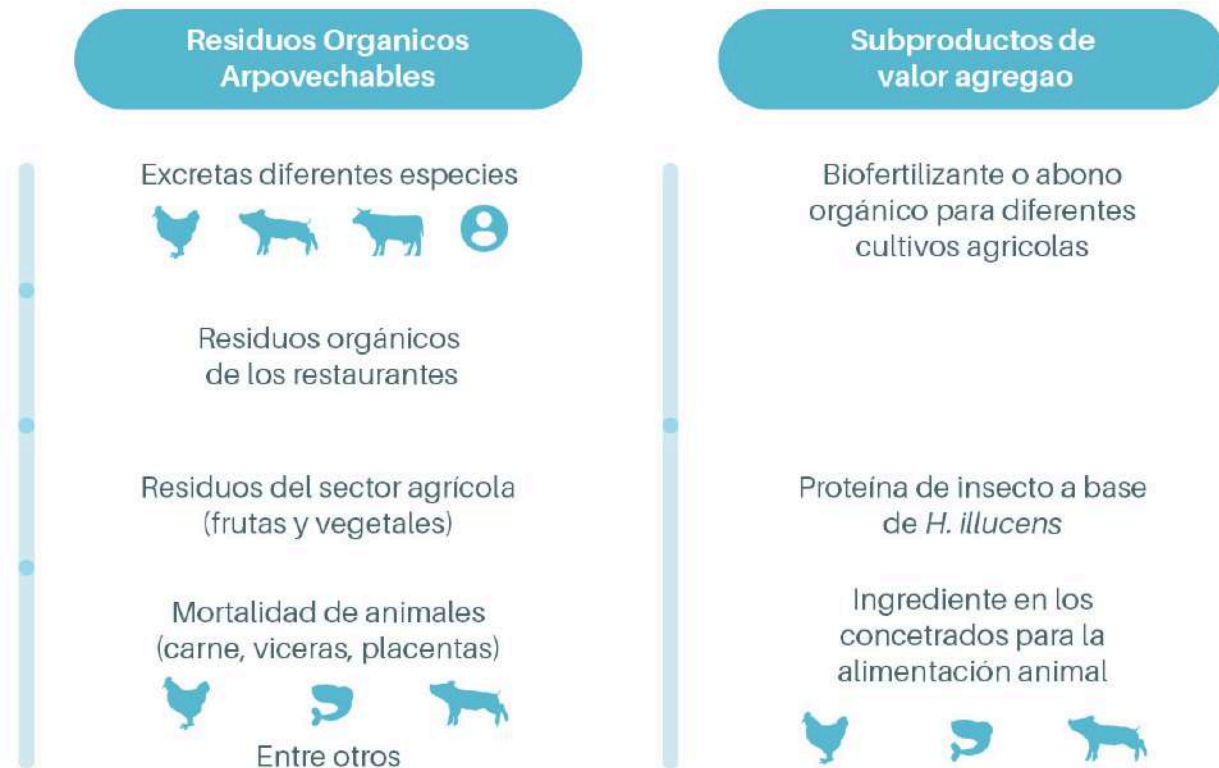
además de la mortandad de animales del sector agropecuario en especial, peces, aves y cerdos (Figura 2) (Banks *et al.*, 2014; Beskin *et al.*, 2018; Oonincx *et al.*, 2015; Stud-Solano, 2010). Igualmente, se mencionan las utilidades de trabajar con esta especie en investigaciones forenses, ya que, las moscas colonizan las etapas posteriores de la descomposición del cadáver. También, citan su uso en la reducción de plagas asociadas a estiércol de animales del sector agropecuario, como la *Musca doméstica*, por medio de la competencia interespecifica por el residuo orgánico o cambios en el mismo por medio de sustancias disuasivas que emite *H. illucenes* (Bruno *et al.*, 2019; Zheng *et al.* 2013).

Además, se han identificado varias enzimas en el tracto digestivo de *H. illucens* que ayudan a descomponer los tres macronutrientes principales, utilizando amilasas, proteasas y lipasas. Estas enzimas junto a su voracidad y versatilidad al alimentarse permiten que las larvas de esta mosca puedan reducir entre un 42 a 75% diferentes residuos orgánicos, transformando el sobrante en un biofertilizante con una carga de nutrientes adecuada para usar en el crecimiento de plantas. También, se ha demostrado repetidamente que la biomasa de *H. illucens* es una fuente rica de proteínas y lípidos con un alto complejo de aminoácidos y ácidos grasos, estos compuestos son variables y dependen del tipo de residuo orgánico utilizado, lo que hace que la especie sea de gran interés, al utilizarse como un suplemento alimenticio para peces, aves de corral, cerdos, mascotas y especies exóticas (Figura 2) (Barragán *et al.*, 2017; Beskin *et al.*, 2018; Bruno *et al.*, 2019; Salomone *et al.*, 2017).

FIGURA 2

Residuos orgánicos aprovechables y subproductos generados por medio del tratamiento *H. illucens*. Fuente: creación propia.

Tratamiento *Hermetia illucens*



Con relación a esto, la investigación realizada por Newton y colaboradores (2005) en las instalaciones de University of Georgia, indicaron la efectividad en la transformación de 55 Kg de estiércol porcino con *H. illucens*, procesando en 14 días un 56% del material y reduciendo las concentraciones de nutrientes del estiércol fresco entre un 40 y 55%, además, el producto generado fue utilizado como abono orgánico para el cultivo de albahaca (*Ocimum basilicum*). Del mismo modo, el tratamiento *H. illucens* puede lograrse de forma industrializada como lo indica Salomone y colaboradores (2017), quienes realizando pruebas bromatológicas y

microbiológicas, verifican la viabilidad y calidad de los subproductos (compost y biomasa - suplemento alimenticio) generados en una planta piloto al sur de Italia que usa las larvas de esta especie, encargada del tratamiento de aproximadamente 30 Ton/día de residuos orgánicos de la industria alimentaria, los resultados muestran que, la planta produjo 300 kg de larvas secas y 3.346 kg de compost a partir de 10 Ton de residuos orgánicos alimenticios, con análisis bromatológicos y fisicoquímicos que cumplieron los estándares para la venta de los subproductos generados.

Finalmente, *H. illucens* ha ganado su lugar como una biotecnología para el aprovechamiento de diversos residuos orgánicos, incorporándose como un tratamiento clave en las estrategias de desarrollo sostenible, economía circular y producción más limpia. En la actualidad, existen grandes industrias en todo el mundo (Costa Rica, Chile, Colombia, México, Europa, Estados Unidos, China, Indonesia) enfocadas en la cría masiva de *H. illucens*, las cuales se enfocan en la producción de biofertilizantes para el sector agrícola y la producción de proteína de insecto a base de larvas de esta especie, utilizada como ingrediente en los concentrados de animales del sector agropecuario.

Fase experimental

Esta investigación se realizó durante un periodo de dos años entre enero de 2018 a diciembre de 2019, la fase experimental del tratamiento consta de dos secciones: una a escala de laboratorio y una prueba piloto en una granja productora porcícola de pequeña escala. Durante este periodo se recopiló información audiovisual, la cual fue agregada a un drive para servir como apoyo visual del

documento; son un total de 10 videos que son citados a lo largo de la sección y pueden ser consultados en el siguiente **enlace**:

<https://drive.google.com>

Fase laboratorio

El tratamiento a escala laboratorio se realizó en las instalaciones de la Universidad del Valle, Cali, Colombia y buscaba mantener una colonia de *H. illucens*, así como estandarizar los procesos de alimentación y cría masiva. Para ello se tomaron en cuenta las indicaciones descritas por Dortmans y colaboradores (2017) y Caruso y colaboradores (2014), realizando modificaciones pertinentes según las condiciones del área destinada para el tratamiento.

En esta fase experimental las larvas fueron alimentadas con residuos orgánicos del restaurante del campus universitario (**enlace**: video 1. y 1.1.). Durante esta fase se logró estandarizar la alimentación y transformar 600 kg de residuos orgánicos durante un periodo de 6 meses, obteniendo una colonia estable para continuar con las investigaciones. Finalmente, durante este periodo se crea un video de alta calidad donde se expone la iniciativa de utilizar *H. illucens* para transformar y aprovechar los residuos orgánicos del sector porcícola (**enlace**: O. iniciativa tratamiento *H. illucens* para porcínaza).

Prueba piloto granja porcícola

Esta prueba se realizó en una granja productora porcícola de pequeña escala ubicada en corregimiento del Bolo, Palmira, Valle del Cauca, Colombia. Durante esta prueba se realizaron diferentes

experimentos con la finalidad de comprobar la efectividad de utilizar larvas de *H. illucens* para el aprovechamiento de los residuos de porcinaza, mortandad y placentas.

Tratamiento de la Porcinaza

Para realizar las pruebas del tratamiento *H. illucens* con porcinaza, se construyó un cobertizo de 20m² para almacenar dos contenedores fijos (4m²) en materiales de bajo costo como guadua, plástico, tejas y lona (Figura 3). En cada uno de los contenedores, se depositaron 400.000 larvas para tratar 100 Kg de estiércol de cerdas de gestación y ceba, en el transcurso de 15 días.

Durante esta prueba se logró una reducción del 40% del estiércol (**enlace:** video 2.1. y 2.2.), posteriormente, el biorresiduo fue almacenado en una caseta para continuar su proceso de compostaje durante un mes y finalmente una muestra fue analizada en el laboratorio de análisis industriales del departamento de química de la Universidad del Valle, por medio de un análisis de control de calidad de fertilizantes NPK, obteniendo como resultado los siguientes valores para estos tres macronutrientes; N: 2,55 - P: 2,66 - K: 3,21.

FIGURA 3

Cobertizo y estructuras para el tratamiento de residuos orgánicos porcícolas. Fotos tomadas por el autor.



Tratamiento de la mortandad y placentas de cerdos

Por otra parte, se realizaron diferentes tratamientos para el manejo de los residuos de la mortandad de cerdos, dentro de una estructura rígida de madera plástica. Los experimentos permitieron comprobar que las larvas consumen rápidamente los residuos de mortandad tales como: placentas, neonatos, lechones de 4 kg y cerdos de 40kg. Los residuos de mortandad de los cerdos fueron combinados con porcínaza para proporcionar un sustrato donde las larvas lograran movilizarse y reducir la humedad de este. Durante el tratamiento no se presentaron olores desagradables, también se observó que las larvas de *H. illucens* impidieron la colonización de otros insectos plaga debido a la velocidad de consumo y a las sustancias disuasivas emitidas por ellas. El sustrato residual contenía ciertas cantidades de material orgánico como pelos y huesos debido a que las larvas no los consumen.

En el primer experimento se buscó alimentar a 100.000 larvas utilizando 9 placentas con un promedio de 300g de peso c/u. Las larvas lograron consumir la totalidad de las placentas en alrededor

de 1 a 2 días, permitiendo procesar alrededor de 42 placentas durante el experimento (**enlace:** video 3.1. y 3.2.).

Para el segundo experimento 70.000 larvas fueron alimentadas con 13 cerdos neonatos con un promedio de 700g c/u. Las larvas consumieron la totalidad de la carne de los neonatos en 2 a 3 días (**enlace:** video 4.1. y 4.2.). Para el tercer experimento 50.000 larvas fueron alimentadas con 1 cerdo de aproximadamente 4kg. Las larvas consumieron la totalidad de la carne en 2 a 3 días (**enlace:** video 5). Finalmente, para el cuarto experimento se alimentaron 100.000 larvas con un cerdo de 40kg cortado en diferentes porciones. Las larvas consumieron la totalidad de la carne de este cerdo alrededor de 5 a 7 días.

Ventajas y recomendaciones sobre el tratamiento *H. illucens*

Los resultados permiten concluir que el tratamiento *H. illucens* es útil para realizar una transformación de los residuos de mortalidad, placentas y porcinaza de los cerdos. Así mismo, este tratamiento es acoplable a los sistemas de producción porcícola como una alternativa para aprovechamiento de los residuos, control de olores ofensivos e insectos plagas. Esta biotecnología aporta al desarrollo sostenible de este sector, tanto en los aspectos ambientales, como en los económico, ya que otorga un valor agregado a los residuos por medio de su transformación a subproductos de interés comercial como son: biofertilizantes de alta calidad y larvas con un alto contenido proteico útiles en la industria alimenticia agropecuaria como un suplemento en los concentrados de animales. Para el tratamiento a gran escala se recomienda contar con una colonia masiva de larvas y adultos de *H. illucens* que permita realizar una transformación constante de los residuos

orgánicos. Para conseguirlo, es importante contar con asesoría técnica especializada en la cría masiva de esta especie y ajustar las instalaciones para contar con la tecnificación requerida (Figura 4).

FIGURA 4

Ventajas y recomendaciones del tratamiento *H. illucens* para el sector porcícola. Fuente: creación propia.

Tratamiento *Hermetia illucens*

Ventajas para porcicultura

- Promueve los sistemas de producción sostenible
- Efectivo para el tratamiento de los residuos orgánicos
- Disminución de olores ofensivos e insectos plaga
- Mayor velocidad de tratamiento de los residuos porcícolas
- Promueve economías circular - valor agregado a los residuos
- Genera diferentes subproductos de interés comercial para el sector agrícola y agropecuario.

Recomendaciones

- Es necesario contar con una colonia masiva de *hermatia illucens*. Para garantizar una gran cantidad de larvas.
- Se debe contar con instalaciones de mayor tecnificación para poder realizar el tratamiento a gran escala.
- Es necesario realizar capacitaciones sobre el tratamiento y contar con dotaciones adecuadas para los trabajos.
- Apoyarse en las industrias de *hermatia illucens* ya que tienen las instalaciones con la tecnificación requerida, facilitando el acople con los sistemas de producción porcícola.

Bibliografía

Banks, I. J., Gibson, W. T., & Cameron, M. M. (2014). Growth rates of black soldier fly larvae fed on fresh human faeces and their implication for improving sanitation. *Tropical medicine & international health*, 19(1), 14-22.

Barragan-Fonseca, K. B., Dicke, M., & van Loon, J. J. (2017). Nutritional value of the black

soldier fly (*Hermetia illucens* L.) and its suitability as animal feed—a review. *Journal of Insects as Food and Feed*, 3(2), 105-120.

Banks, I. J., Gibson, W. T., & Cameron, M. M. (2014). Growth rates of black soldier fly larvae fed on fresh human faeces and their implication for improving sanitation. *Tropical medicine & international health*, 19(1), 14-22.

Beskin, K. V., Holcomb, C. D., Cammack, J. A., Crippen, T. L., Knap, A. H., Sweet, S. T., & Tomberlin, J. K. (2018). Larval digestion of different manure types by the black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) impacts associated volatile emissions. *Waste Management*, 74, 213-220.

Brits, D., (2017). Improving feeding efficiencies of black soldier fly larvae, *Hermetia illucens* (L., 1758) (Diptera: Stratiomyidae: Hermetiinae) through manipulation of feeding conditions for industrial mass rearing. Tesis Doctoral. Stellenbosch: Stellenbosch University. Sudáfrica.

Bruno, D., Bonelli, M., De Filippis, F., Di Lelio, I., Tettamanti, G., Casartelli, M., & Caccia, S. (2019). The intestinal microbiota of *Hermetia illucens* larvae is affected by diet and shows a diverse composition in the different midgut regions. *Appl. Environ. Microbiol.*, 85(2), e01864-18.

Bulak, P., Polakowski, C., Nowak, K., Waśko, A., Więcek, D., & Bieganski, A. (2018). *Hermetia illucens* as a new and promising species for use in entomoremediation. *Science of The Total Environment*, 633, 912-919.

Caruso, D., Devic, E., Subamia, I. W., Talamond, P., & Baras, E. (2014). Technical handbook of domestication and production of Diptera Black Soldier Fly (BSF), *Hermetia illucens*, Stratiomyidae.

Diener, S., Lalander, C., Zurbrügg, C., & Vinnerås, B. (2015). Opportunities and constraints for medium-scale organic waste treatment with fly larvae composting. In *Proceedings of the 15th International waste management and landfill symposium, Cagliari, Sardinia* (pp. 5-9).

Dortmans, B., Diener, S., Bart, V., & Zurbrügg, C. (2017). *Black soldier fly biowaste processing: a Step-by-Step Guide*. eawag.

FAO (2020). Urgencia mundial para frenar la propagación de una enfermedad mortal para

los cerdos, FAO Publishing, Paris, <http://www.fao.org/>

Gobbi, F. P., (2012). Biología reproductiva y caracterización morfológica de los estadios larvarios de *Hermetia illucens* (L., 1758) (Diptera: Stratiomyidae). Bases para su producción masiva en Europa. Tesis Doctoral. Universidad de Alicante. España.

ICA, (2020). Censo Pecuario Nacional - 2019. Bogotá, Colombia: *Instituto Colombiano Agropecuario - ICA*. Colombia. Recuperado de: <https://www.ica.gov.co>

OECD/FAO (2020), OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2020-2029, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/a0848ac0-es>.

Oonincx, D. G., Van Broekhoven, S., Van Huis, A., & van Loon, J. J. (2015). Feed conversion, survival and development, and composition of four insect species on diets composed of food by-products. *PLoS One*, 10(12), e0144601.

Porkcolombia., & CAR - Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (2017). Términos de referencia para el diagnóstico y elaboración de planes de manejo ambiental por parte del subsector porcícola. Recuperado de: <http://sie.car.gov.co/>

MADR, (2020). Cadena cárnica porcina 1er Trimestre 2020. Bogotá, Colombia: *Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - MADR*. Colombia. Recuperado de: <https://sioc.minagricultura>

Newton, L., Sheppard, C., Watson, D. W., Burtle, G., & Dove, R. (2005). Using the black soldier fly, *Hermetia illucens*, as a value-added tool for the management of swine manure. *Animal and Poultry Waste Management Center*, North Carolina State University, Raleigh, NC, 17.

Noreña, J.M., Osorio, N.W., & Gomez, J.P., (2016), Manual de uso de la porcínaza en la agricultura "de la granja al cultivo". Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Colombia. Recuperado de: <https://www.miporkcolombia.co/>

Nguyen, T. T., Tomberlin, J. K., & Vanlaerhoven, S. (2013). Influence of resources on *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) larval development. *Journal of Medical Entomology*, 50(4), 898-906.

Rincón, M.A., & Rubio, A.X., (2016). Diagnóstico y evaluación de tecnologías utilizadas para el

tratamiento de porquinaza en las granjas porcícolas de Colombia por medio de selección de alternativas (Tesis de Pregrado). Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia.

Salomone, R., Saija, G., Mondello, G., Giannetto, A., Fasulo, S., & Savastano, D. (2017). Environmental impact of food waste bioconversion by insects: application of life cycle assessment to process using *Hermetia illucens*. *Journal of Cleaner Production*, 140, 890-905.

Studt-Solano, N. M. (2010). Uso de larvas de mosca soldado negro (*hermetia illucens*) para el manejo de residuos municipales orgánicos en el campus de la Universidad Earth, Costa Rica.

Tomberlin, J, Sheppard, D & Joyce, J. (2002). Selected life-history traits of black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) reared on their artificial diets. *Ann Entomol. Soc.* Pp. 95: 379-386.

Zheng, L., Crippen, T. L., Holmes, L., Singh, B., Pimsler, M. L., Benbow, M. E., & Wood, T. K., (2013). Bacteria mediate oviposition by the black soldier fly, *Hermetia illucens* (L.), (Diptera: Stratiomyidae). *Scientific reports*, 3, 2563.

Indicadores de bienestar animal que se deben tomar en cuenta en el manejo de sitio 1 gestación y maternidad en una granja porcina



RESUMEN

La porcicultura es una de las grandes líneas de producción del sector agropecuario en México y parte importante en la economía nacional. El cerdo ocupa el primer lugar en el mundo como productor de carne y principal proteína de origen animal a nivel mundial. A su vez el consumidor hoy en día no solo busca calidad, si no que el alimento provenga de un animal que no haya sufrido estrés a lo largo de su vida. Es por ello que el tema de bienestar animal es un reto para México y los porcicultores, donde se considere un trato respetuoso, un manejo adecuado, programas de sanidad y personal capacitado, a su vez haciendo uso de indicadores para conocer si se cuenta con bienestar, tales como comportamiento, cojera, tasa de mortalidad, aspecto físico, peso, etc. Por otro lado, no es necesario invertir grandes cantidades de

dinero en infraestructura para garantizar bienestar animal a las cerdas, si no en implementar un manejo adecuado y personal capacitado para el trato de los animales.

Palabras claves. Indicadores, Bienestar animal, porcicultura.

INTRODUCCIÓN

La producción porcina actualmente es una de las principales actividades con alta demanda e importancia para el sector pecuario, a pesar de las dificultades que México presentó en el año 2020 y hasta la fecha por la situación del COVID-19, así como sus efectos en los diferentes segmentos de la economía, a pesar de lo antes mencionado la porcicultura ha logrado mantener un ritmo positivo de crecimiento llegando a un 4% anual. (Ochoa, 2021). Con más de un millón de toneladas producidas, los estados con mayor presencia son: Jalisco, Sonora y Puebla con un 48% de la producción total. (SADER, 2015). Hoy en día, las unidades de producción porcinas cuentan con programas mejorados aplicados a la genética, sistemas de alimentación, bioseguridad y sanidad, y de reciente incorporación a estos programas está el tema de Sustentabilidad ambiental y Bienestar Animal. (Vera, 2020).

ANTECEDENTES

Históricamente en el antiguo Egipto, en el año 3000 antes de Cristo, se prohibía la crueldad con los animales, en el siglo XX surgen corrientes de bienestar y en los años 1960-1970 se habla ya del concepto de bienestar animal en distintas partes del mundo. (Arrebola et al., 2014). Las primeras normas de la OIE "Organización Mundial de Sanidad Animal" sobre el bienestar animal se publicaron

en 2004 en el *Código Terrestre* y en 2008 en el *Código Acuático*, las cuales tratan sobre el transporte de animales, su sacrificio y matanza con fines profilácticos. Aproximadamente en el año 1980 comenzó un aumento de interés por el bienestar de los animales en las granjas porcinas, el cual fue definido como el estado del animal considerando las formas o intentos para sobrellevar su ambiente. (Zapata, 2020).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En las etapas de gestación y maternidad, las cerdas requieren de un manejo adecuado para su producción, es por eso que en México recientemente comenzó la campaña "déjalas mover" que está en contra del confinamiento de por vida en jaulas para animales de producción, puesto que, las jaulas de gestación miden de 0.6 a 0.7 m de ancho por 2.0 m de largo y 1.0 m de altura. El manejo de este tipo de jaulas para las cerdas gestantes y lactantes va en contra de la tendencia de producir carne con bienestar animal. (PorciNews, 2020). Teniendo en cuenta la situación de las técnicas de manejo actuales y de bienestar animal en México, así como su tendencia e importancia que genera en la producción, ¿Cuáles indicadores de bienestar animal se deberán de tomar en cuenta en el manejo del sitio 1 gestación y maternidad de una granja porcina?

JUSTIFICACIÓN

México se enfrenta al tema de bienestar animal, implementando nuevas técnicas de transporte, darle muerte a los animales y la necesidad de que se cumplan las 5 libertades decretadas por la OIE, para una mejor calidad de vida en los animales (OIE, 2020). Se ha demostrado que los animales que son sometidos a estrés antes de

darles muerte, producen sustancias que no son deseadas para la salud humana, ocasionando la alteración de las propiedades químicas y calidad de la carne. Por otro lado, se busca el bienestar de la persona y esa satisfacción que se genera al saber que el alimento consumido, fueron de animales sin sufrimiento a lo largo de su vida.

OBJETIVO

Conocer los indicadores de bienestar animal que se deben tomar en cuenta en el manejo del sitio 1 gestación y maternidad de una granja porcina para su aplicación.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Actualmente la porcicultura se ha mantenido como importante industria dentro del sector pecuario a nivel nacional e internacional, produciendo más de un millón de toneladas al año de carne de cerdo en México y de las cuales se exportan aproximadamente 131,580 toneladas, lo que representa una fuente de ingresos para la economía del país. (SIAP, 2019). Los sistemas de producción porcina para su objetivo, se divide en sitios, estos corresponden a sitio 1 gestación y maternidad, sitio 2 destete, sitio 3 engorda y finalización. Entre las razas comerciales se encuentran Duroc-Jersey, Landrace, Hampshire, Chester White, Yorkshire, Pietrain y Yorkshire; la mayoría de las cuales se han utilizado como pie de cría en la producción nacional, cada una de ellas con buena prolificidad y excelentes madres. (CEDRSSA, 2018).

Bienestar animal en sitio 1 gestación y maternidad.

En las granjas de gestación y maternidad se alojan dos tipos de animales las cerdas reproductoras y los lechones recién nacidos ambos con necesidades muy distintas, lo que ha generado adaptación de manejos zootécnicos para la sobrevivencia de los recién nacidos, esto ha resultado en cuestionarse si la cerda está libre. La entrada de la cerda a este sitio causa normalmente una respuesta de estrés debido a que es la más susceptible por su manejo, pero en los productores cae esa responsabilidad de garantizar bienestar a la cerda al ingresar a gestación y maternidad para lograr una buena producción. (Manteca, 2012). La cerda gestante es la que posee mayores normas para su alojamiento actualmente en otros países, a su vez es un reto al que México se enfrenta para satisfacer la necesidad del consumidor de adquirir alimentos de aquellos animales que tuvieron confort a lo largo de su vida productiva.

Indicadores en una granja sitio 1 enfocados en bienestar animal.

Dentro de la producción porcina los indicadores son útiles para determinar si existe o no bienestar animal dentro de la granja. Estos criterios pueden ser considerados como herramientas destinadas al seguimiento de la eficacia del diseño y la gestión del sistema, ya que pueden afectar el bienestar animal. (OIE, 2019). Así mismo, el bienestar animal busca disminuir el sufrimiento innecesario de los animales, con el fin de mejorar el estado sanitario y aumentar la calidad de la carne para el consumidor final. (Gómez, 2015; OIE, 2019).

Comportamiento. Esto incluye inmovilidad repentina, intentos de fuga, cambios en la ingesta de alimento y agua, alteraciones en el

tiempo de descanso, posturas y patrones, frecuencia respiratoria alterada o jadeo, tos, escalofríos y apiñamientos, vocalizaciones agudas, estereotipias. (OIE, 2019).

Tasas de morbilidad. Las tasas de enfermedades infecciosas y metabólicas, la cojera, las complicaciones periparto y pos procedimiento, las lesiones y otras formas de morbilidad, pueden ser indicadores directos o indirectos del bienestar animal en granja. (Vera, 2020).

Tasas de mortalidad y de eliminación selectiva. Afectan la duración de la vida productiva y, al igual que las tasas de morbilidad, pueden ser indicadores directos o indirectos del bienestar animal a nivel de la granja. (Vera, 2020).

Cambios de peso y condición corporal. Los cambios de peso corporal que se alejen de la tasa de crecimiento esperada, especialmente una pérdida repentina de peso, pueden ser indicadores de deficiencia en la sanidad y el bienestar animal. (OIE, 2019).

Eficiencia reproductiva. Una baja eficiencia reproductiva comparada con los objetivos esperados para una raza o cruce en particular, pueden indicar problemas de bienestar animal. (OIE, 2019).

Aspecto físico. Condición corporal por fuera de un rango aceptable, presencia de ectoparásitos, pérdida de pelaje o textura anormal, suciedad excesiva con heces, decoloración de la piel, incluyendo quemaduras por el sol inflamaciones, heridas o lesiones. (OIE, 2019).

Respuestas al manejo. Indicadores como signos de una relación hombre animal deficiente, tales como evasión hacia los operarios y vocalización anormal o excesiva cuando se mueven o cuando los operarios cuidadores interactúan con los cerdos, (Vera, 2020).

Cojera. Los cerdos que cojean o que adolecen de anomalías de la marcha pueden tener dificultades para alcanzar los piensos y el agua, y sufrir dolores y angustia. (OIE, 2019).

Indicadores de ayuno y deshidratación. Si los animales no ingieren agua ni comida, se produce una pérdida de peso, debido a deshidratación por pérdida de agua corporal, por lo tanto, pérdida de productividad y de bienestar animal. (Vera, 2020).

Indicadores fisiológicos. El incremento del ritmo respiratorio, también se ha utilizado en ganado porcino para valorar estrés, se ha utilizado sobre todo para valorar situaciones donde los animales se mantienen con altas temperaturas. (Gómez, 2015).

CONCLUSIONES

Según prácticas en otros países, investigaciones, artículos para garantizar bienestar animal en la cerda gestante y lactante, no es necesario invertir grandes sumas de dinero en infraestructura, cambios de dietas continuos, diseños de jaulas, etc., si no en alternativas de manejo que se les da a los animales, conociendo su conducta natural y, capacitar adecuadamente al personal para un trato humanitario, responsable y con una actitud positiva hacia el animal.

Implementar en la granja indicadores para el seguimiento de bienestar animal en la cerda, pueden ser: la observación del comportamiento que presentan, la tasa de morbilidad en un periodo determinado, cambio de peso y condición corporal, tasa de mortalidad, eficiencia reproductiva, aspecto físico, las respuestas que presentan ante el manejo, cojera, indicadores fisiológicos e indicadores de ayuno y deshidratación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arrebola, F., Elías, M e Yruela, M. (2014). *BIENESTAR ANIMAL EN EXPLOTACIONES PORCINAS*. Recuperado de.

https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/Bienestar_porcino.pdf

CDRSSA. (2018). *La Porcicultura en México. Situación y Perspectiva*. Recuperado de:

<http://www.cedrssa.gob.mx/files/10/71La%20Porcicultura%20en%20M%C3%A9xico.%20Situaci%C3%B3n%20y%20Perspectiva.pdf>

Gómez, E. (2015). *Valoración del bienestar animal porcino en diferentes condiciones de alojamiento utilizando indicadores de estrés y parámetros productivos*. Recuperado de:

<https://eprints.ucm.es/id/eprint/38597/1/T37617.pdf>

Manteca, X. (2012). *Bienestar animal*. Recuperado de:

http://www.produccion-animal.com.ar/libros_on_line/51-manual_porcino/O8-BuenasPracticasCap8.pdf

Ochoa, V. (2021). *El futuro (incierto) de la porcicultura en México; un diálogo con Víctor Ochoa, director de Granjas Carroll*. Recuperado de:

<https://www.porcicultura.com/destacado/El-futuro-%28incierto%29-de-la-porcicultura-en-Mexico%3B-un-dialogo-con-Victor-Ochoa%2C-director-de-Granjas-Carroll>

OIE. (2019). *Bienestar animal y sistemas de producción de cerdos*. Recuperado de:

https://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahc/current/chapitre_aw_pig

s.pdf

OIE. (2020). *Definición de bienestar animal de la OIE*. Recuperado de: <https://www.oie.int/es/bienestar-animal/el-bienestar-animal-de-un-vistazo/>

PorciNews. (2020). *Argumentos científicos ante dilema del uso de jaulas para cerdas, y su bienestar animal*. Recuperado de: <https://porcino.info/argumentos-cientificos-ante-dilema-del-uso-de-jaulas-para-cerdas-y-su-bienestar-animal/>

SADER. (2015). *¿Qué es la porcicultura?* Recuperado de: <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/que-es-la-porcicultura>

SIAP. (2019). *Panorama agroalimentario*. Recuperado de: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Atlas-Agroalimentario-2019.pdf>

Vera, R. (2020). *Sector porcino y su bienestar animal en México*. Recuperado de: <https://www.porcicultura.com/destacado/Sector-porcino-y-su-bienestar-animal-en-Mexico>

Zapata, B. (2020). *Indicadores de bienestar positivo en cerdos: una nueva tendencia para la evaluación del bienestar animal en porcinocultura*. Recuperado de: <https://www.porcicultura.com/destacado/Indicadores-de-bienestar-positivo-en-cerdos%3A-una-nueva-tendencia-para-la-evaluaci%C3%B3n-del-bienestar-animal-en-porcinocultura>

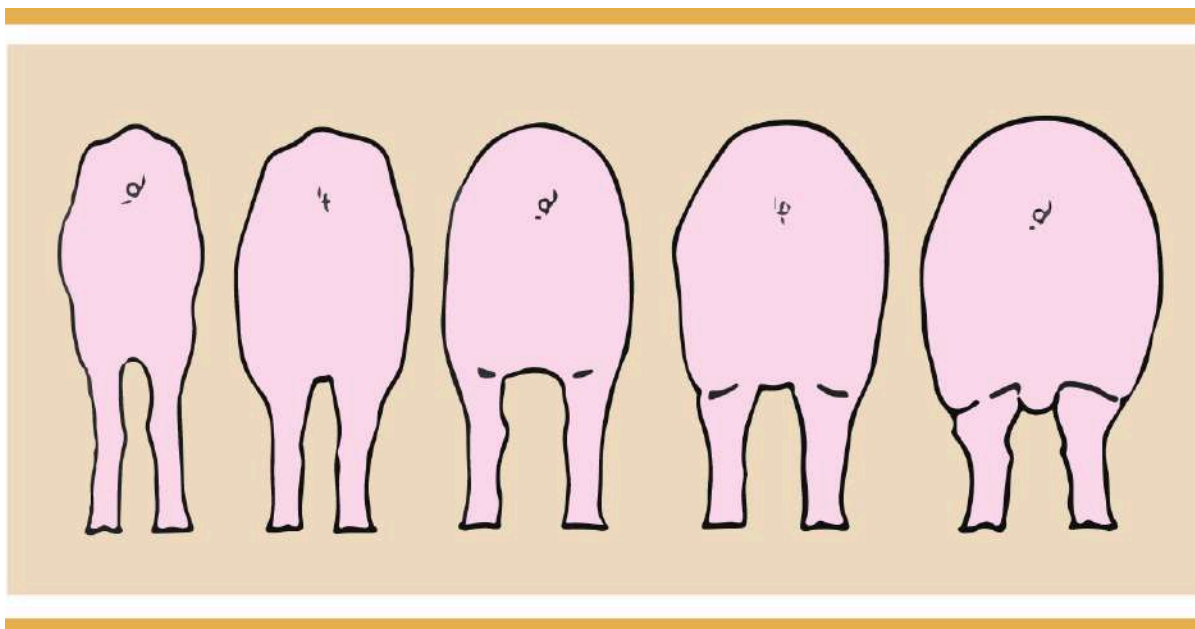
Uso de parámetros de producción como alternativa objetiva para evaluar la condición corporal de la cerda y su repercusión en la productividad de la granja

La condición corporal de la cerda siempre ha sido un tema a evaluar cuando buscamos una mejora en la productividad de la granja y día a día van tomando más relevancia en el manejo de la granja. La discusión sobre si la cerda tiene que estar más gorda o más flaca, es X o Z condición, pero todo tiene una evaluación subjetiva.

La cerda no debe llegar a la maternidad ni demasiado delgada ni demasiado gorda, ya que en caso contrario se pueden dar problemas en el momento del parto (partos débiles o prematuros), alteraciones en la viabilidad de los lechones al nacimiento y en los días posteriores por el déficit en la producción láctea, disminución en el consumo de alimento, problemas metabólicos en el post-parto, patologías en varios órganos y aparatos (genitales, mamario, locomotor) y el factor poco valorado como son los días de destete a 1er. servicio (incluyendo el % de cerdas cargadas antes de 7 días).

En la valoración utilizamos una escala de 1-5. El estado óptimo está

entre 2,5 - 3 y como mínimo el valor debe de ser 2, como se muestra en el siguiente cuadro.



Condición corporal 1 (cc1): cerda emaciada, la columna es muy prominente y visible a simple vista.

Condición corporal 2 (cc2): cerda flaca, la pelvis y los huesos de la columna vertebral son visibles y se aprecian fácilmente a la palpación.

Condición corporal 3 (cc3): ideal, la pelvis y los huesos de la columna vertebral no son visibles y se aprecian con dificultad mediante la palpación.

Condición corporal 4 (cc4): cerda gorda, pelvis y los huesos de la columna vertebral sólo se aprecian haciendo gran presión con la palma de la mano. Contorno en forma de tubo.

Condición corporal 5 (cc5): cerda muy gorda, no es posible detectar los huesos de la pelvis o la columna.

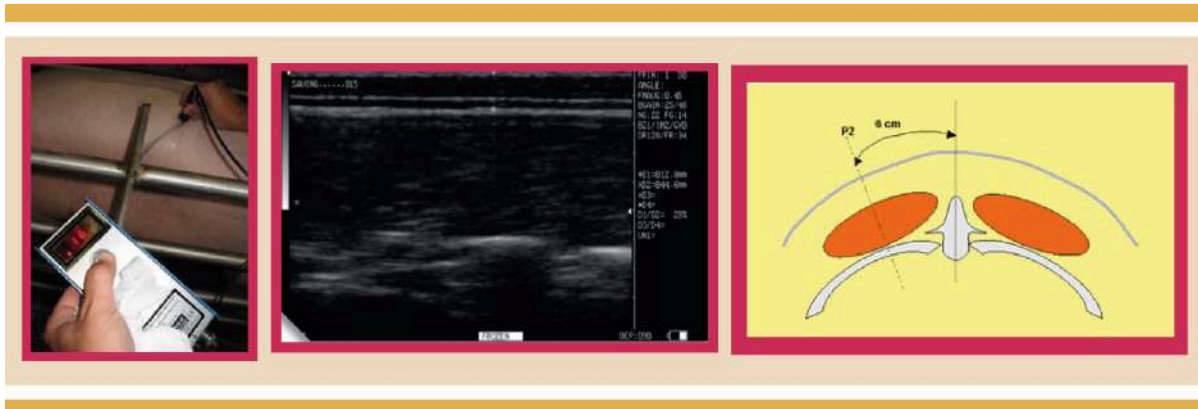
El problema que representa esta evaluación es que es totalmente subjetiva y dependerá de la capacitación de una persona, y esta variará entre cada individuo que vea a la cerda, el número de parto de la cerda, la diferencia en genéticas, iluminación de la sala, entre otros factores.

Y si ponemos como referencia una foto en lugar de un esquema, el problema sigue siendo el mismo, la evaluación es subjetiva.



Desde hace varias décadas se utiliza el espesor de grasa dorsal como parámetro de medida del estado de reservas corporales, ¿este parámetro se vuelve más objetivo? destinado a medir, mediante ecografía, el espesor de grasa dorsal (mm) en un punto de referencia del dorso de la cerda situando la sonda entre unos 6-7 cm de la línea media por detrás de la última costilla (punto conocido como P2) y eso dependerá también de la capacitación de

una persona y esta evaluación puede tener un poco de error al tomar la lectura y también implica una nueva tarea dentro del proceso de gestación y lactancia.



Por medio de ecografía además de la grasa dorsal, se puede medir profundidad de magro, una vez obtenidos los resultados estos deberán ser analizados para obtener un beneficio de ella. Para algunos productores el costo de los instrumentos de medición como el ecógrafo y el medidor de grasa dorsal no son considerados por el aparente alto costo de inversión.

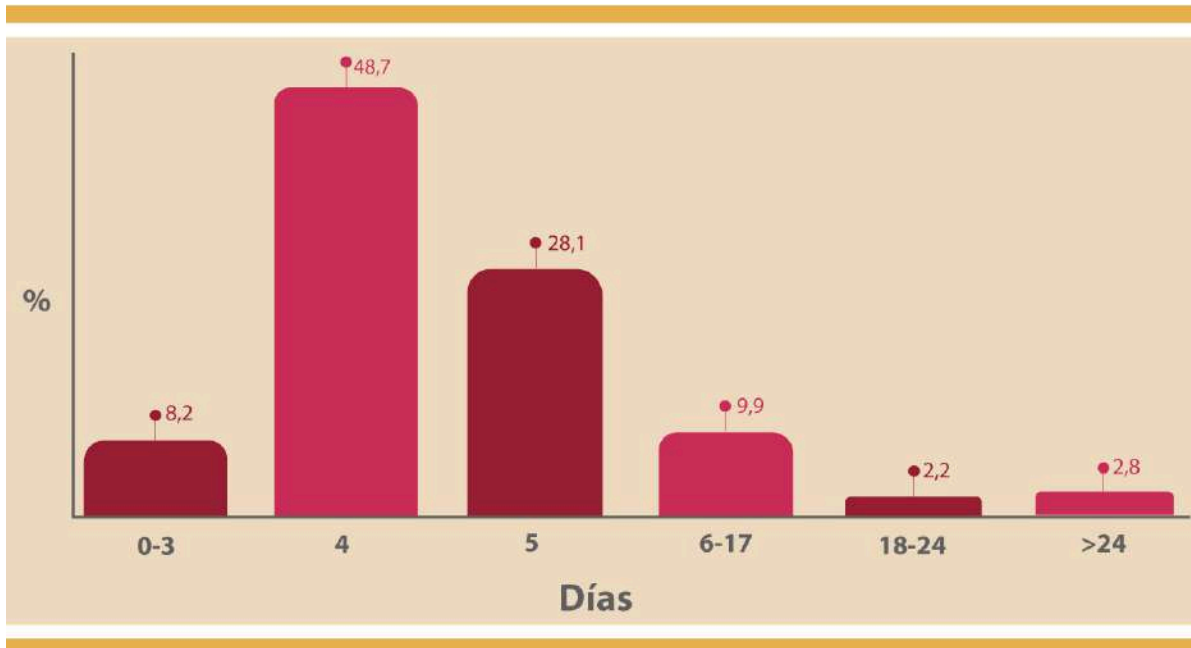
Últimamente el uso de Caliper para evaluar la condición corporal de las cerdas ha tomado fuerza en las granjas y esto genera mucha información más precisa en relación a la evaluación visual que normalmente se hace en granja, le precio es accesible, y con base a los resultados también se deberá generar una tabla de resultados y utilizar esa información para la mejora en la granja.



Después de haber generado la información con uno u otro método, así como la implementación como parte del manejo en la granja, el resultado nos lleva a incrementar o reducir el peso de las cerdas para que tengan la mejor condición corporal posible, pero además de generar ahorro en el costo de la alimentación de la cerda y una reducción en la tasa de desechos de las cerdas, entre otros puntos, ¿que más obtenemos?

Consideraciones.

Con base a los resultados obtenidos por el trabajo de Piñeiro et al de enero del 2019, en donde se analizaron el IDC (índice de celo) de 481.288 cubriciones postdestete correspondientes al año 2017 de nuestra base de datos, obtenemos la siguiente distribución:



Claramente se observa que 4 y 5 días son los IDC más comunes, con un 48,75 % y un 28,1 % respectivamente. En la siguiente tabla (tabla 1), se muestran los resultados postcubrición de estos dos grupos de cerdas en cuanto a tasa de partos (TP) y prolificidad expresada como nacidos totales (NT) del siguiente parto. Además, también se muestra la composición de cada grupo: su edad media expresada en número de partos medio y el porcentaje de cerdas primerizas contenidas en cada grupo.

	TP	NT	Edad media (Partos)	% Cerdas de P1
IDC4	89,5	15,7	3,5	17,8%
IDC5	87,4	14,9	3,3	23,4%

Según el IDC, se observa una notable diferencia en lo que a la prolificidad se refiere, registrándose mejores valores para un IDC de 4 frente al de 5 días. Por otro lado, se observa que hay un mayor porcentaje de cerdas que vienen de su primera lactación, en el IDC de 5 días que en el de 4, ¿algo esperable desde el punto de vista fisiológico?

Tomando como referencia la información anterior (condición de la cerdas y el trabajo del Dr. Piñeiro) nosotros iniciamos un trabajo hace 106 semanas en una granja de 3,000 cerdas de inventario con un presupuesto de 142 partos por semana, con las siguientes hipótesis:

La reducción de días de destete a 1er. servicio y el porcentaje de cerdas cargadas antes de 7 días influyen directamente en la tasa de parto y en la mejora en el tamaño de camada y se puede considerar como método objetivo para evaluar que la condición corporal del hato es óptima para la granja.

El trabajo consistió en hacer evaluación visual (no se cuenta con caliper ni ecógrafo) y una mejora importante en la alimentación de las cerdas durante la lactancia, misma que se modificaba con base al resultados semanal y mensual de la evaluación de los parámetros mencionados.

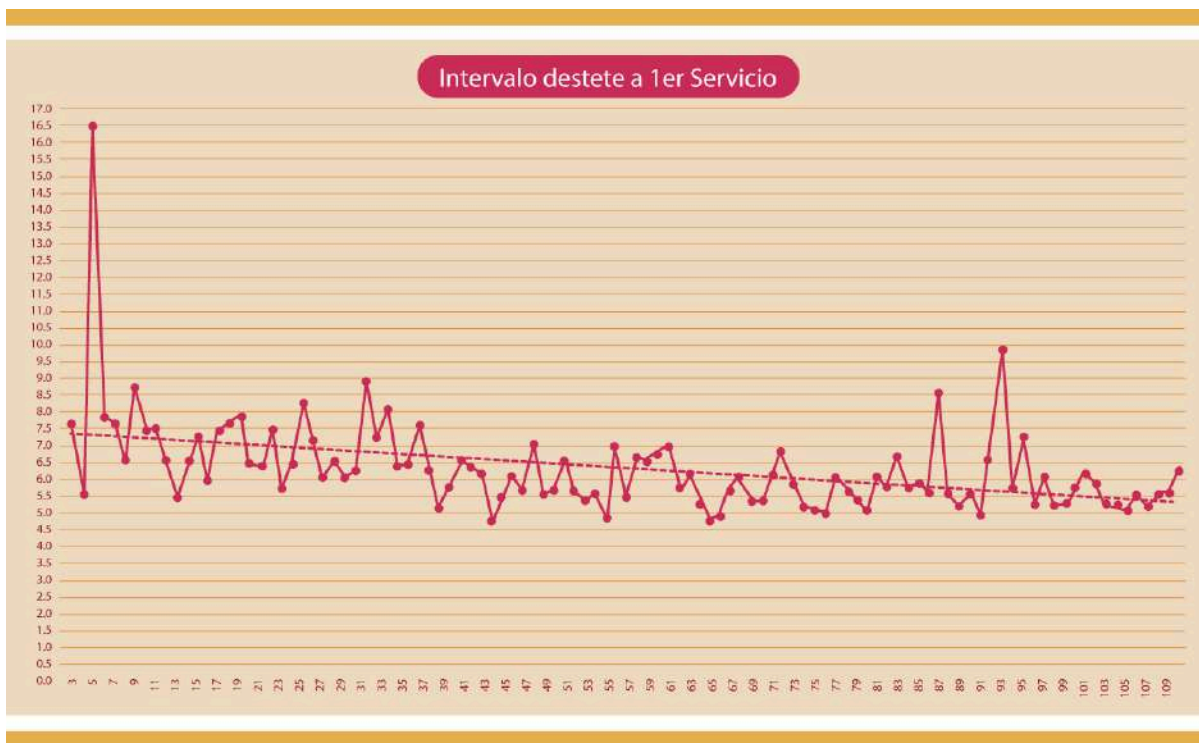
No se llevó el conteo estricto por sala del número de cerdas de condición menor a 2.5 en la sala de lactancia, pero se indicó que las cerdas recibieran una mejor alimentación de las cerdas, a lo largo de las semanas se detectaban cada vez menos cerdas de baja condición.

La forma en que se evaluaba era con base a los días de Destete a 1er. servicio y el % de cerdas cargadas en 7 días.

El análisis se hacía por número de parto y se hacían las recomendaciones in situ.

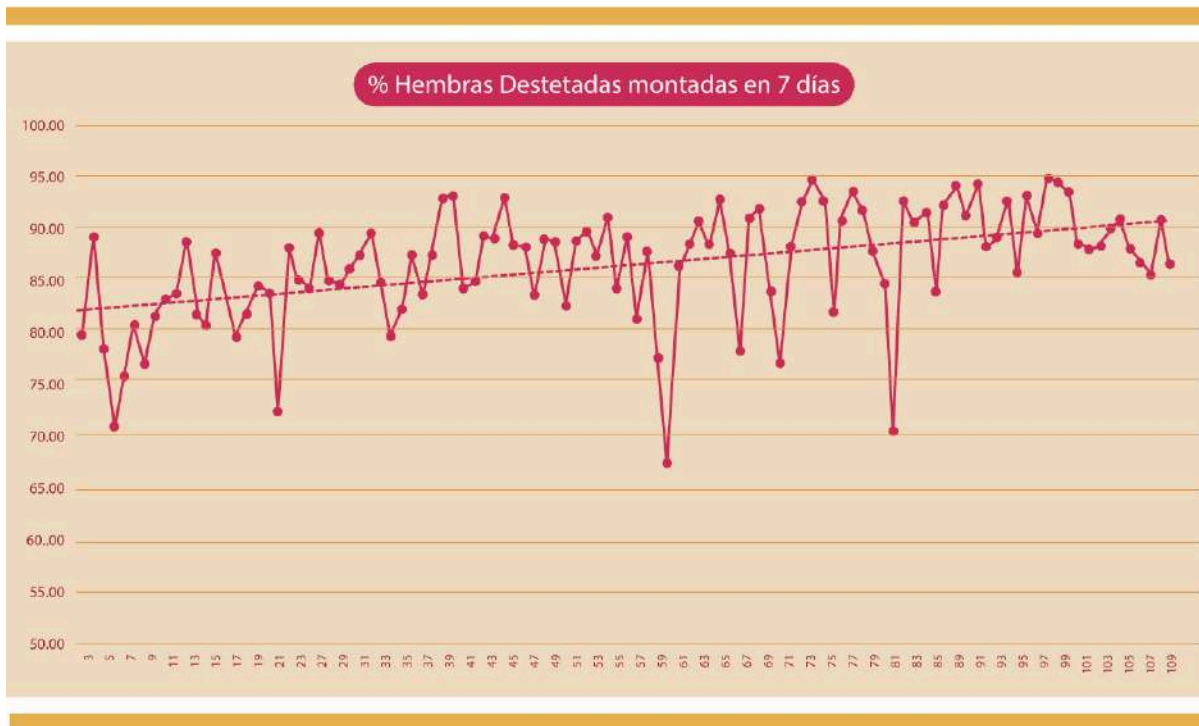
Los resultados se presentan en global (todas las cerdas) y por semana, con la finalidad de mostrar de manera gráfica el avance obtenido.

En la primera gráfica se muestra los Días de Destete a 1er. servicio de las últimas 106 semanas que abarca 2019, 2020 y 2021.



Como se puede ver la línea de tendencia de los Días de destete a

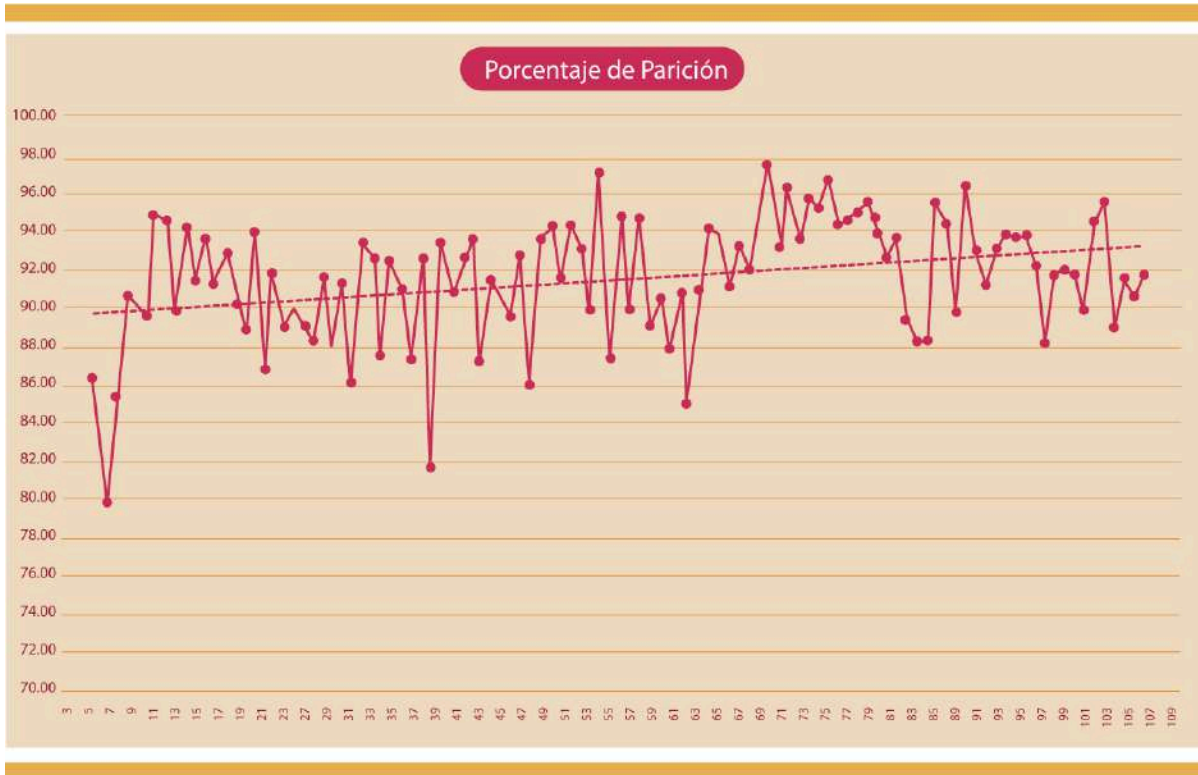
1er. servicio va hacia la baja. La reducción de Días de destete a 1er servicio paso de 7.1 días a 5.6 en promedio de grupos de 26 semanas.



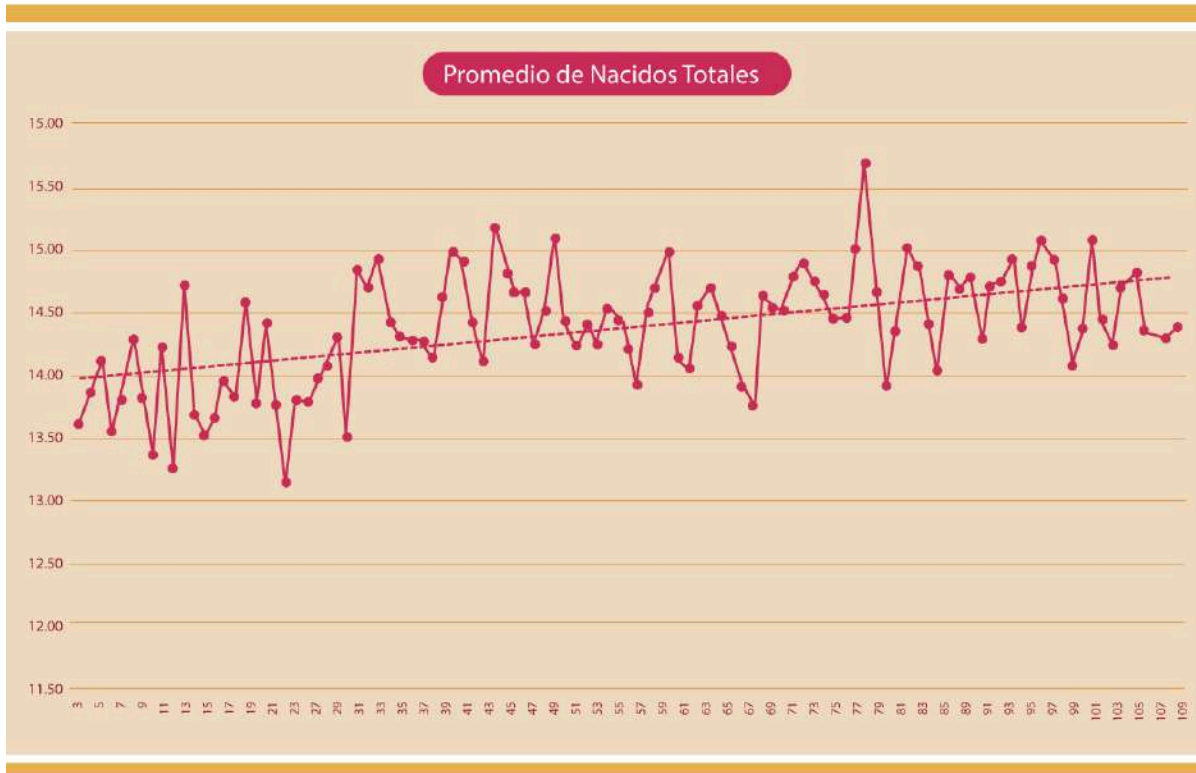
En el caso del % hembras destetadas montadas en 7 días, la línea de tendencia marca un mejora importante.

La mejora en el % de hembras destetadas montadas antes de 7 días pasó de 82.60% a 92.80% en promedio de grupos de 26 semanas.

Ya con la información de estos dos parámetros el seguimiento era el de evaluar la mejora en la tasa de parto (fertilidad), pasamos de tener una tasa de parto del 86.59% en las primeras 26 semanas a 93.1% en las últimas 23 semanas.

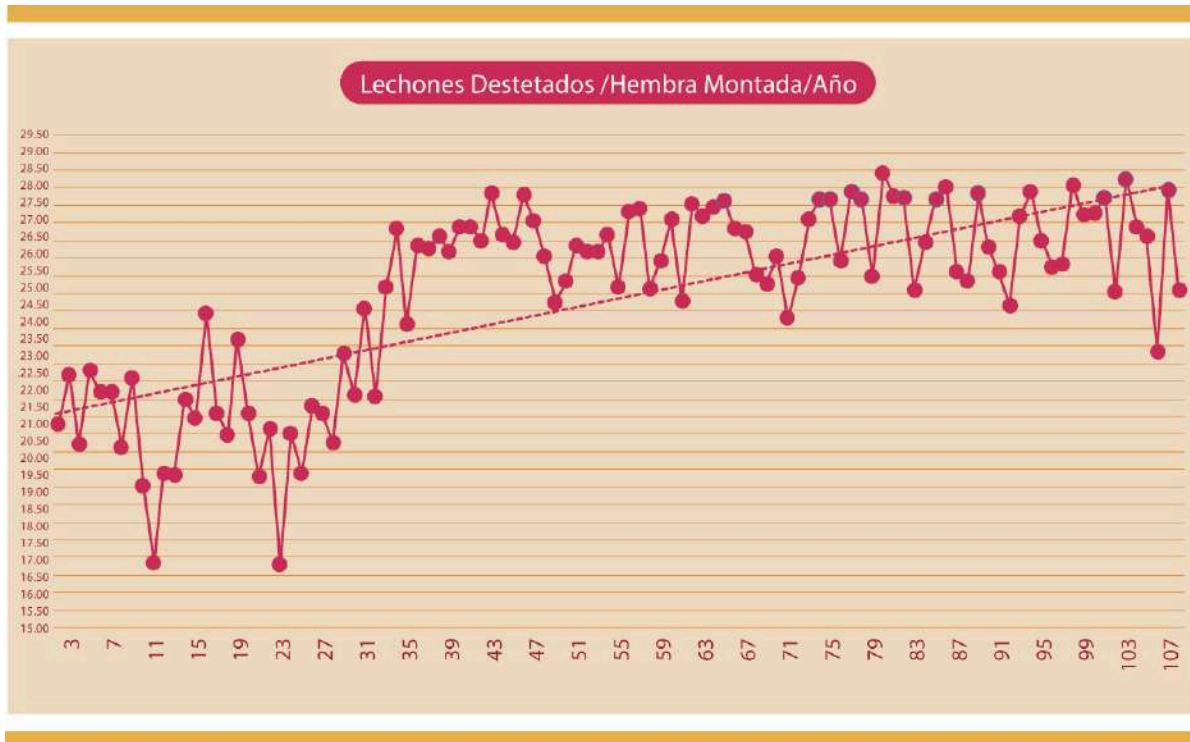


Esta mejora también se dio en el tamaño de la camada, como se muestra en la gráfica siguiente.



La mejora fue de 13.59 Lechones Nacidos Totales (LNT) de las primeras 26 semanas a 14.82 LNT siguientes 26 semanas; 14.49 LNT en las penúltimas 26 semanas y finalmente 14.58 LNT en las últimas 23 semanas.

Y en combinación de la mejora de los parámetros antes mencionados se ha logrado una mejora importante en los Destetados/Hembra/Año, que es uno de los parámetros que nosotros podemos controlar.



Con el objetivo bien definido y después del trabajo desarrollado los resultados obtenidos en el transcurso de 106 semanas de trabajo, nos permiten considerar que una de las maneras de evaluar la condición corporal de las cerdas en esta granja es además de una evaluación visual el usar como regla estricta la mejora de los días de destete a 1er. servicio y el % de cerdas cargadas en 7 días. Cabe mencionar que el uso de herramientas como el Caliper, medidor de grasa dorsal, ecógrafo son herramientas que bien usadas nos pueden apoyar en la mejorar de la productividad de la granja y no solo como un trabajo adicional en granja.