Pecuarios.com

Biblioteca Digital

Avicultura.mx

Ganaderia.com

Porcicultura.com

VOLUMEN 1 | MARZO - ABRIL 2023

COMITÉ EDITORIAL

Director:
Luis Felipe Islas Guerra
luis@pecuarios.com

Director Adjunto:
David Israel Huitrón Mendoza
david@pecuarios.com

Editores:
Dra. María Elena Trujillo Ortega
Dr. Miguel Ángel Alonso Díaz
Dr. Juan Carlos del Río García

Pecuarios.com Biblioteca Digital Año 1, Vol. 1, Núm 2, Marzo - Abril 2023, 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 en la especie de revista 04-2022-072116542700-102, 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 © 2022-2023 , Pecuarios.com Última actualización: 19 de Julio de 2023.

Pecuarios.com
Biblioteca Digital

VOLUMEN 1 | MARZO - ABRIL 2023

CONTENIDOS:

Avicultura.mx

Inclusión de sustancias húmicas como alternativa al uso de antibióticos promotores del crecimiento en pollos de engorda desafiados con cambios de alimento **5**

Autores: *Yair Roman López García* / *Guillermo Téllez Isaías* / *María de Lourdes Angeles* / *Rubén Merino Guzmán* / *Sergio Gómez Rosales*

Condición e higiene del plumaje de gallinas ponedoras alojadas en tres diferentes sistemas de alojamiento **16**

Autores: *Daniela Betzabe Ugalde Ortiz* / *Elizabeth Posadas Hernández* / *Ezequiel Sánchez Ramírez*

Pecuarios.com
Biblioteca Digital

VOLUMEN 1 | MARZO - ABRIL 2023

Ganaderia.com

Composición botánica de la dieta de vacas Pardo Suizo en la época de estiaje en un sistema agrosilvopastoril en el suroeste del Estado de México **26**

Autores: *Benito Albarrán Portillo*

Uso de técnicas convencionales como alternativa para la identificación de parásitos gastrointestinales y sus factores de riesgo en bovinos de carne **36**

Autores: *Elkin Giovanny Quiroga Calderon* / *Ana Gatica Colima* / *Zarhelia Carlo Rojas*

Porcicultura.com

Uso de la regresión logística para la identificación de factores de riesgo asociados a la presentación de baja prolificidad en cerdas, como apoyo a las decisiones de remoción **47**

Autores: *Omar Olvera de la Cruz*

Del manejo de personal a la formación de equipos de alto desempeño **56**

Autores: *Armando Landa Frausto*

Inclusión de sustancias húmicas como alternativa al uso de antibióticos promotores del crecimiento en pollos de engorda desafiados con cambios de alimento

Resumen

El objetivo del presente estudio fue evaluar un extracto de sustancias húmicas (SH) proveniente de una lombricomposta, como una alternativa para sustituir a los antibióticos promotores del crecimiento (APC), sobre los parámetros productivos, morfometría y número de células caliciformes neutras, ácidas sulfatadas, ácidas no-sulfatadas y totales en las vellosidades del yeyuno en pollos de engorda mantenidos en condiciones de bajo desafío o alto desafío por cambios de alimento previos al sacrificio.

Se utilizaron 90 pollos machos alojados en jaulas individuales del día 14 al 38 de vida. El experimento consistió en dos etapas. La primera etapa del día 14-28 considerada de bajo desafío, con tres tratamientos: 1 = dieta basal (maíz blanco y pasta de soya) con APC, 2 = dieta basal sin APC (SAPC), 3= dieta basal con 0.3% SH. La segunda etapa fue del día 28-38 días, donde se mantuvieron los mismos tres tratamientos descritos, pero provocando cambios morfológicos mediante desafíos dietéticos. Al día 28, la dieta basal se dividió en dos agregando A) granos secos de destilería con solubles (DDGS), y B) agregando maíz azul y DDGS. Al día 37, las dietas A y B se intercambiaron dentro de cada tratamiento provocando un segundo desafío. Al día 28, 29 y 38 del experimento, seis pollos de cada tratamiento fueron sacrificados para la toma de muestras. Los resultados fueron sometidos a análisis de varianza. Del día 14-38, la conversión alimenticia fue menor con SH y APC respecto a SAPC (p <0.05). En condiciones de no desafío, los APC y las SH disminuyeron el área aparente de las vellosidades del yeyuno respecto a SAPC (p < 0.05); lo observado en la morfología se reflejó con el número de células caliciformes neutras, ácidas sulfatadas y ácidas no sulfatadas (p <0.05). Al día 29, después del primer desafío, las SH no evitaron la atrofia de las vellosidades del yeyuno, pero aumentaron el número de células caliciformes, en comparación con SAPC (p <0.05). Al día 38, después del segundo desafío, no se observaron cambios sustantivos entre tratamientos en la morfología y número de células caliciformes en las vellosidades. Este es el primer estudio que demuestra que en condiciones de bajo desafío las SH tienen un efecto similar a los APC en la histología y número de células caliciformes en las vellosidades. Después de un desafío, las SH no evitan la atrofia de la mucosa del yeyuno comparadas con APC, pero son capaces de inducir

una respuesta compensatoria parcial en el número de células caliciformes productoras de mucinas.

Introducción

La demanda creciente de productos alimenticios seguros y libres de residuos de antibióticos promotores del crecimiento (APC) ha generado a nivel mundial la necesidad de desarrollar alternativas a los antibióticos en la alimentación animal [1], con la finalidad de evitar la resistencia bacteriana en los animales y la resistencia cruzada en humanos [2, 3, 4, 5]. Actualmente hay productos alternos a los APC que pueden estimular el sistema inmunológico del tracto intestinal, que pueden ayudar a conservar y a fortalecer la microbiota benéfica, o a reducir los efectos de microorganismos patógenos; todos con el objetivo de promover la salud y maximizar el potencial productivo de los animales [6, 7, 8, 9, 10]. Sin embargo, una de las alternativas que está tomando fuerza es el uso de sustancias húmicas (SH), que son mezclas complejas y heterogéneas de materiales polidispersos formados en suelos, sedimentos y aguas naturales por reacciones bioquímicas y químicas durante la descomposición y transformación de restos vegetales y microbianos (un proceso llamado humificación) [11]. La formación de SH es un proceso complejo en donde la actividad microbiana, la temperatura, el pH, el contenido de humedad y de oxígeno interactúan entre sí [12]. Las SH están integradas por concentraciones relativas de ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y huminas, y dependiendo de la materia prima de donde se obtengan la concentración de sus componentes será variable [13, 14]. Las SH tienen la capacidad de mejorar la digestibilidad ileal de la energía y la retención de nutrientes [15], mejorar la tasa de conversión alimenticia [16], aumentar la actividad de las enzimas digestivas [6], incluso, tienen un efecto trófico sobre las vellosidades intestinales [6, 16, 17, 18], con lo que podría explicarse el alto rendimiento del crecimiento, la mejor utilización de nutrientes y la fijación de minerales en hueso [16, 17]. También ayudan a reducir significativamente los efectos inmunotóxicos de las aflatoxinas [19]. En condiciones de estrés oxidativo se ha visto que ayudan a reducirlo y a mejorar la calidad de la carne [20]. También ayudan a favorecer el rendimiento de la canal y al número de bacterias ácido-lácticas [14]. Sin embargo, aún se sigue esclareciendo la forma en cómo actúan en el tracto gastro intestinal. Kühnert et al. 1991 [21], sugieren que las SH pueden crear una película protectora en la membrana mucosa del epitelio intestinal, ayudando a reforzar la barrera epitelial contra infecciones y sustancias tóxicas; incluso podrían reducir o prevenir la reabsorción de metabolitos tóxicos gracias a su estructura macro-coloidal. Recientemente se ha confirmado que las SH tienen la capacidad de incrementar la viscosidad intestinal y reducir la traslocación bacteriana del intestino hacia el hígado [22]. Adicionalmente, se ha reportado que las SH regulan positivamente la expresión génica relativa para mucina-2 (MUC-2) [23]. Estos hallazgos sugieren que las SH podrían estar fortaleciendo la capa protectora de moco en el intestino delgado, favoreciendo el mantenimiento de la integridad de las vellosidades intestinales ante agentes infecciosos, toxinas, o ante cambios de alimento. El objetivo del presente estudio fue evaluar un extracto de SH proveniente de una lombricomposta, como una alternativa para sustituir a los APC, sobre el comportamiento productivo, morfometría y número de células caliciformes en las vellosidades del yeyuno en pollos de engorda mantenidos en condiciones de bajo desafío o alto desafío por cambios de alimento previos al sacrificio.

Materiales y Métodos

Lugar de estudio

> **El estudio se realizó en las instalaciones del CENID Fisiología y Mejoramiento Animal del INIFAP en Ajuchitlán, Querétaro, México. Y fue aprobado por el Comité Interno para el Cuidado y Uso de los Animales (CICUAE) de la FMVZ de la UNAM.**

Extracción de Sustancias húmicas

Las SH se obtuvieron a partir de humus de lombriz roja californiana, alimentadas con estiércol de borrego previamente dándole un pre-compostaje. Se siguió parte de la metodología descrita por Domínguez et al., 2019 [14], y modificaciones para extracción a gran escala. La obtención de SH consistió en dos procesos de extracción alcalina con hidróxido de sodio a 0.5M y después a 0.1M, usando una proporción de 5:1 (L de NaOH / Kg de humus de lombriz) con una digestión y reposo de 24 h cada una, en donde los precipitados se separaron de la parte líquida. También se usó un lavado de los precipitados con agua destilada. Las fracciones líquidas obtenidas de las extracciones con NaOH y el lavado con agua destilada se mezclaron y se pasaron por cuatro filtros, dos de malla de algodón y dos de poliéster monofilamento con abertura de 92 µ para separar los residuos sólidos. Finalmente, la fracción líquida que contenía a las SH se secó en estufa de aire forzado a 55 °C durante 24 h, y se molieron usando un molino con un tamiz de 1 mm hasta obtener un polvo negro y fino.

Animales, tratamientos y diseño experimental

Se utilizaron 90 pollos machos Ross 308 de 14 a 38 días de vida, alojados en jaulas individuales, provistos de agua y alimento a libre acceso. El experimento consistió en dos etapas. En la primera etapa del día 14-28 considerada de bajo desafío, todos los animales fueron alimentados con una dieta basal (dieta 0) establecida con maíz blanco y pasta de soya (cuadro 1) y fueron asignados a tres tratamientos: 1 = dieta adicionada con promotores del crecimiento (0.05% de BMD y 0.05% de salinomicina), 2 = dieta sin APC (SAPC), 3= dieta con 0.3% de SH. Los pollos fueron pesados a los 14 y 28 días. Después del pesaje del día 28, se sacrificaron seis pollos de cada tratamiento para llevar a cabo estudios histológicos de las vellosidades. En la segunda fase del experimento del día 28-38, se tuvieron seis tratamientos, manteniendo los mismos tres tratamientos descritos previamente, pero usando dos dietas: A) alimento con base en maíz blanco, pasta de soya y granos secos de destilería con solubles (DDGS) y B) alimento con base en maíz blanco y maíz azul, pasta de soya y DDGS (cuadro 1). El día 29, esto es, 24 h después del cambio de dieta, se sacrificaron seis pollos de cada tratamiento. El día 37, se hizo un intercambio de dietas dentro de tratamientos, los pollos asignados a la dieta A recibieron la dieta B y viceversa. El día 38, 24 h después del intercambio de dietas, se pesaron y sacrificaron el resto de los pollos.

Al inicio de la segunda fase, los pollos vivos fueron vacunados contra Newcastle, Salmonella y Bronquitis infecciosa por vía subcutánea en el cuello. Las dietas experimentales se formularon con base a lo recomendado en los manuales de la estirpe. Se calculó el consumo diario de alimento, ganancia diaria de peso y conversión alimenticia. Después de cada sacrificio se colectaron muestras intestinales de la región media del yeyuno en cada pollo, y los tejidos se fijaron en formol bufferado al 10%, y posteriormente fueron embebidos en parafina. Se realizaron cortes histológicos de 5µm de grosor y fueron procesados mediante diversas tinciones: hematoxilina y eosina para el análisis morfométrico de las vellosidades; PAS de Schiff para identificar mucinas neutras; azul alcián pH 1.0 para identificar mucinas ácidas sulfatadas; y a pH de 2.5 para identificar mucinas no sulfatadas. Usando un microscopio en campo claro con cámara digital a color y con el objetivo 5 X, se tomaron 10 fotografías completas e íntegras de cada pollo para estimar la altura, el diámetro y área aparente de las vellosidades mediante el software AnalySIS optibasic, SIS®. Para estimar el área aparente se usó la siguiente fórmula: (2 π) x (ancho/2) x (largo) [17,18], y se expresó en mm2. Se cuantificó el número de células caliciformes reactivas a las diversas tinciones para mucinas, para esto, se tomaron 10 fotografías de la región media de las vellosidades usando un microscopio invertido con el objetivo 20 X. El conteo de las células caliciformes se realizó en un área cuya longitud fue de 250 µm por el ancho de la vellosidad mediante el software Leica LAS Interactive Mesurement. El número de células caliciformes se expresan por área de las vellosidades.

Análisis estadístico

Los resultados se sometieron a análisis de varianza usando un diseño completamente al azar. En la etapa de 14-

28 días se tuvieron tres tratamientos y en la etapa de 29-38 días se tuvieron seis tratamientos producto de un arreglo factorial de tres tratamientos y dos dietas.

Periodo Dieta	14-28 d Basal 0	28-38 d A	B
Ingredientes, kg			
Maíz blanco	63.98	63.51	31.76
Maíz azul	0.00	0.00	31.76
Pasta de soya	29.81	25.10	25.10
DDGS	0.00	3.50	3.50
Aceite vegetal	2.33	3.30	3.30
Ortofosfato de calcio	1.23	1.48	1.48
Carbonato de calcio	1.45	1.45	1.45
Premix	0.50	0.50	0.50
Sal	0.33	0.30	0.30
Bicarbonato de sodio	0.20	0.20	0.20
Metionina	0.00	0.20	0.20
Lisina	0.00	0.24	0.24
Treonina	0.00	0.05	0.05
Cloruro de colina	0.07	0.07	0.07
BMD[a]	0.05	0.05	0.05
Coccidiostato[a]	0.05	0.05	0.05
SH[b]	0.33	0.33	0.33
Contenido de nutrientes calculado			
EM, Kcal/kg	3100	3100	3100
Lis Digestible, %	1.00	1.00	1.00
Met Digestible, %	0.38	0.38	0.38
Tre Digestible, %	0.65	0.65	0.65
Ca, %	0.95	0.95	0.95
P, Disponible, %	0.40	0.40	0.40

DDGS= granos secos de destileria con solubles, BMD= disalicilato de metileno de bacitracina, SH= sustancias húmicas, a adicionada en el tratamiento con APC, b adicionada en el tratamiento con SH, EM= energía metabolizable.

Cuadro 1

Ingredientes base de dietas experimentales para pollos de engorde del periodo de 14-28 d y 28-38 d.

Resultados

No se observó efecto de los tratamientos en los parámetros productivos en los períodos de 14-28 y 29-38 días. En el período de 14-38 días se observó menor (p <0.05) conversión alimenticia los tratamientos con APC y SH comparados con SAPC (Cuadro 2).

Morfometría de las vellosidades y número de células caliciformes a los 28 días

El grosor y el área de las vellosidades fueron menores con APC y SH con respecto a SAPC (p <0.01) (Cuadro 3). El número de células neutras, ácidas sulfatadas, ácidas no-sulfatadas y el total de células caliciformes por vellosidad fue menor (p < 0.01) con APC y SH comparados con SAPC (Cuadro 4).

Morfometría de las vellosidades y número de células caliciformes a los 29 días

La altura de las vellosidades fue mayor con la dieta A respecto a B (p < 0.05). El grosor y área de las vellosidades con dieta A y APC fue mayor (interacción Dieta y PAC, p <0.05) con respecto a SAPC y SH y con dieta B fueron iguales entre tratamientos (Cuadro 3). El número de células neutras fue mayor (p < 0.01) con dieta A comparada con B, y fue mayor con APC y SH comparados con SAPC. El número de células ácidas sulfatadas fue mayor con dieta A adicionada con APC comparada con SAPC y SH; con dieta B no hubo diferencias entre tratamientos (interacción dieta y tratamiento, p< 0.01). El número de células ácidas no-sulfatadas fue mayor con dieta A comparado con dieta B (p < 0.01), y fue mayor con APC y SH que con SAPC (p < 0.01). El número total de células caliciformes por vellosidad fue mayor en los pollos que recibieron dieta A comparados con dieta B (p< 0.01), y fue mayor (p< 0.01) con APC, intermedio con SH y menor con SAPC (Cuadro 4).

Morfometría de las vellosidades y número de células caliciformes a los 38 días

No hubo diferencias entre tratamientos en la altura de las vellosidades. El grosor y área de las vellosidades con dieta A fue mayor con APC y SAPC comparados con SH (interacción de Dieta y APC, p <0.01) y con la dieta B fue menor con APC comparado con SAPC y SH (Cuadro 3). El número de células neutras fue menor con dieta A comparado dieta B (p < 0.01). El número de células ácidas sulfatadas con dieta A fue menor con APC y SH comparado con SAPC, y con la dieta B fue mayor con APC, intermedio con SAPC y menor con SH (interacción Dieta y APC, (p < 0.01). El número de células ácidas no sulfatadas y el total de células con dieta A fue menor con APC comparado con SAPC y SH (interacción Dieta y APC, p < 0.01) y con dieta B fue mayor con APC y SAPC comparado con SH (Cuadro 4).

	APC	SAPC	SH	EEM
Variables productivas de 14 a 28 días[a]				
Peso corporal, 14 d, g	335.08	341.51	328.15	10.167
Peso corporal, 28 d, g	1167.23	1084.01	1116.01	38.782
Consumo de alimento, g/d	93.89	93.49	93.24	0.549
Ganancia de peso, g/d	60.46	59.03	59.85	2.26
Conversión alimenticia	1.56	1.61	1.57	0.064
Variables productivas de 14 a 38 días				
Peso corporal, 38 d, g	2046.58	2005.75	2055.17	30.355
Consumo de alimento, g/d	132.65	133.61	133.68	1.762
Ganancia de peso, g/d	71.31	69.34	71.96	1.153
Conversión alimenticia	1.85[b]	1.93c	1.86[b]	0.023

APC= Antibiótico promotor del crecimiento, SAPC= Libre de antibióticos promotores del crecimiento, SH= Sustancias Húmicas; EEM=Error estándar de la media; [a] Los datos son medias de seis repeticiones/tratamiento. [b-c] $p < 0.05$.

Cuadro 2

Comportamiento productivo de 14 a 28 y 14 a 38 días.

	DIETA A			DIETA B			
Variables de respuesta[a]	APC	SAPC	SH	APC	SAPC	SH	EEM
28 días, Dieta A sin desafío							
Altura, mm	1227	1265	1306				48.513
Ancho, mm[c]	208	257	197				9.19
Área, mm[2b]	794	1038	822				18.322
29 días, 24 horas después del desafío							
Altura, mm[c]	1186	1116	1166	1117	1102	1039	71.901
Ancho, mm[d]	232	178	191	181	197	191	7.872
Área, mm[2d]	908	640	726	643	691	638	16.271
38 días, 24 horas después del desafío.							
Altura, mm	1148	1143	1156	1217	1178	1046	47.096
Ancho, mm[d]	186	239	243	243	248	212	9.253
Área, mm[2d]	689	892	898	935	966	723	19.079

APC= Antibiótico promotor del crecimiento, SAPC= Sin antibióticos promotores del crecimiento, SH= Sustancias húmicas, EEM=Error estándar de la media; [a] Los datos son medias de seis repeticiones/tratamiento. [b] Efecto del tratamiento $p < 0.01$, [c] Efecto de la dieta $p < 0.03$, [d] Interacción dieta y tratamiento $p < 0.01$.

Cuadro 3

Morfometría de las vellosidades del yeyuno a los 28, 29 y 38 días.

	DIETA A			DIETA B			
Variables de respuesta[a]	APC	SAPC	SH	APC	SAPC	SH	EEM
28 días, Dieta A sin desafío							
Neutras[b]	959	1337	1064				80.599
Ácidas sulfatadas[b]	1079	1352	1044				80.574
Ácidas no sulfatadas[b]	982	1342	996				69.875
Total de células[b]	3020	4030	3104				213.055
29 días, 24 horas después del desafío							
Neutras[b,d]	964	758	897	903	661	711	56.897
Ácidas sulfatadas[e]	987	951	678	765	719	663	51.823
Ácidas no sulfatadas[c]	929	632	888	779	581	592	59.467
Total de células[e]	2880	1981	2462	2446	1962	1967	156.488
38 días, 24 horas después del desafío.							
Neutras[e]	850	1197	1208	1125	1083	855	81.758
Ácidas sulfatadas[e]	864	1094	955	1129	971	839	76.253
Ácidas no sulfatadas[e]	750	982	1047	1029	1026	782	71.598
Total de células[e,b]	2464	3273	3250	3284	3080	2476	210.174

APC= Antibiótico promotor del crecimiento, SAPC= Sin antibióticos promotores del crecimiento, SH= Sustancias húmicas, EEM=Error estándar de la media; [a] Los datos son medias de seis repeticiones/tratamiento, [b] Efecto del tratamiento $p < 0.01$, [c] Efecto de la dieta $p < 0.01$, [d] Efecto de la dieta $p < 0.05$, [e] Interacción dieta y tratamiento $p < 0.01$.

Cuadro 4

Número de células caliciformes en las vellosidades del yeyuno a los 28, 29 y 38 días.

Discusión

Se ha observado que las SH de origen comercial y las obtenidas a partir de humus de lombricomposta, han tenido resultados favorables en la modulación del crecimiento y conversión alimenticia en aves cuando se administran en el alimento o en agua de bebida [14,15,24]. En el presente estudio con la suplementación de SH extraídas de lombricomposta se observó mejora en la conversión alimenticia en pollos de 14 a 38 días de edad. En otros reportes también se ha encontrado disminución de la conversión alimenticia en pollos suplementados con las SH [15,16, 24,25, 26].

En cuanto a la morfología de las vellosidades se ha visto que bajo condiciones de crianza en piso las SH o sus derivados como los AH e incluso como humatos de potasio o integrados en una mezcla con otros componentes comerciales, administrados ya sea en el alimento o en agua, mejoran la digestibilidad y la utilización de nutrientes al aumentar la altura, el diámetro o el área de superficie de las vellosidades intestinales teniendo un efecto favorable sobre el crecimiento [6,16,17,27]. En el presente estudio, a los 28 días los pollos suplementados con SH mostraron reducción del diámetro y área aparente de las vellosidades del yeyuno, induciendo un comportamiento similar al de los pollos con APC, comparados con los pollos SAPC. De acuerdo con lo reportado por Miles et al. (2006) [28], una de las peculiaridades de los antibióticos es la reducción de las características macroscópicas y microscópicas del intestino en pollos de engorda. Los APC en las dietas promueven el equilibrio de la microbiota intestinal y a su vez reducen la capacidad de los microorganismos de provocar una respuesta inflamatoria, permitiendo una mayor eficiencia y recolección de nutrientes para el huésped; de esta forma los antibióticos mejoran el crecimiento animal [4, 29].

En el periodo de 14-28 días se mantuvo un bajo desafío de los pollos ya que, el alojamiento en jaulas individuales reduce los factores causantes de estrés encontrados en pollos alojados en grupos, permitiendo a los animales mantener un buen estado de bienestar, a diferencia de cuando son criados en piso, en donde los pollos están expuestos a diferente tipo e intensidad de estrés. Se sabe que factores desencadenantes de estrés pueden causar cambios en la microbiota intestinal normal y su estructura epitelial, lo que puede conducir a una mayor adherencia de bacterias como *Salmonella Enteritidis* [30].

Dentro del mecanismo natural de protección intestinal, el moco es de los elementos extracelulares que actúan contra el daño químico de agentes patógenos y de toxinas, y ayuda a evitar el daño mecánico ya que mantiene la hidratación y la lubricación, reduciendo la fricción entre las superficies de la mucosa [31]. Las mucinas son uno de los componentes estructurales del moco [32]. En el presente estudio a los 28 días el número total de células caliciformes de los tres tipos de mucina secretora evaluados en el yeyuno se redujo con APC y SH respecto a SAPC. Lo que sugiere que en condiciones de no desafío la proliferación de patógenos y de toxinas en el epitelio podría ser menor, y, en consecuencia, menor descamación y reciclaje celular, manteniéndose una producción de mucinas a un nivel inferior a la de los pollos como se ha observado con el uso de APC.

Mientras que, a los 29 días con el desafío del cambio de dietas, se observó un ajuste del intestino sobre la morfología del yeyuno, y se encontró que al recibir APC el diámetro y área aparente de las vellosidades fueron mayores usando la dieta A, respecto a los animales con SH y SAPC, incluso comparados con todos los tratamientos de la dieta B. Las SH no lograron aminorar los efectos del cambio drástico de alimento, probablemente porque la dieta causó deterioro y desprendimiento celular en el corto plazo. La atrofia de las vellosidades observada con la dieta B podría ser debido al mayor contenido de fenoles disponibles en el maíz azul, lo que implica mayor desafío adicional al originado por la inclusión de DDGS en las dietas. Mientras que el uso de APC ayudo a mantener la integridad de las vellosidades cuando se desafía a los animales a un cambio inmediato de alimento, y posiblemente redujo el efecto negativo que originan las bacterias patógenas durante el cambio de dieta. En cuanto al número de células caliciformes al día 29, se observó que la respuesta varió en cada tratamiento, y que fue independiente de lo que pasa con la histología de las vellosidades. En este estudio se observó mayor número de células caliciformes con APC, intermedio con SH y bajo con SAPC en la dieta A. Estos resultados pueden ser el reflejo de la potencial función protectora que ejercen las SH obtenidas a partir de una lombricomposta, sobre la mucosa intestinal ante cambios repentinos de alimento. Posiblemente el aumento de las células caliciformes conlleva a una mayor producción de mucinas y de moco. Después de lo reportado por Maguey-González et al. (2018) [22], al confirmar que los AH reducen la translocación bacteriana y aumentan la viscosidad intestinal, aunado al aumento en la expresión relativa de MUC-2 en el intestino con el uso de SH, reportado por Mudroňová *et al.* (2020) [23]; la conversión alimenticia podría estar siendo mejorada por esta vía, gracias a la formación de un epitelio protector de moco en el tracto gastrointestinal como fue sugerido previamente [21]. A los 37 días la finalidad de intercambiar las dietas fue volver a inducir cambios en la morfología de las vellosidades, sin embargo, los animales habían recibido un consumo de APC o SH por 23 días continuos; y dentro del intercambio de dietas, el cambio de alimento está implícito, aunque solo se redujo o incremento el desafío al adicionar o retirar el maíz azul. Al intercambiar las dietas, cuando recibieron la dieta A el diámetro y área con APC son más chicas que con SH. Controversialmente el efecto fue opuesto al recibir la dieta B y morfológicamente las vellosidades fueron más pequeñas con SH y con APC más grandes. En cuanto a las células caliciformes en el yeyuno se observó que la respuesta fue similar a lo encontrado en el área aparente, esto es, a menor área de superficie, menor número de células caliciformes.

Conclusiones

Es viable uso de SH obtenidas a partir de una lombricomposta como alternativa a la sustitución de APC al mejorar la conversión alimenticia. En condiciones de no desafío, los APC y las SH tienen efecto similar en la morfología de las vellosidades y el número de células caliciformes. Después de un desafío, las SH no evitan la atrofia de la mucosa

intestinal, pero aumentan el número de células caliciformes, y probablemente, la producción de mucinas y, por ende, la capa de moco, en comparación con SAPC.

Agradecimientos

A CONACYT por los recursos económicos concedidos para la realización de esta investigación a través del proyecto "Eficacia de un extracto de sustancias húmicas como promotor del crecimiento, reducir las enfermedades infecciosas y aumentar la producción rentable de carne y cerdo", número 4777.

Bibliografía

1. M. Mohammadzadeh, M. Montaseri, S. Hosseinzadeh, M. Majlesi, E. Berizi, M. Zare , Z. Derakhshan, M. Ferrante, and G.O. Conti. Antibiotic residues in poultry tissues in Iran: A systematic review and meta-analysis. Environ Res. 204,112038. 2022.

2. K. M. Islam, A. Schuhmacher, and J. M. Gropp. Humic acid substances in animal agriculture. Pakistan Journal of Nutrition. 4:126–134. 2005.

3. A. Menconi, L. R. Bielke, B. M. Hargis, and G. Tellez. Immuno-modulation and anti-inflammatory effects of antibiotic growth promoters versus probiotics in the intestinal tract. Journal of Microbiology Research and Reviews. 2:62-67. 2014.

4. H. M. Salim., K. S. Huque, K. M. Kamaruddin and M. D. Anwarul. Global restriction of using antibiotic growth promoters and alternative strategies in poultry production. Science Progress 101:52–75. 2018.

5. G. Tellez, J. D. Latorre, M. A. Arreguin-Nava, and B. M. Hargis. The role of probiotics in optimizing gut function in poultry. Pages 347-370. In Improving gut health in poultry. S. C. Ricke, ed. Burleigh Dodds Science Publishing. University of Arkansas, USA. 2019.

6. A. O. Lala, N. Okwelum, A. O. Oso, A. O. Ajao, and A. A. Adegbenjo. Response of broiler chickens to varying dosage of humic acid in drinking water. J. Anim. Prod. Res. 29:288-294. 2017.

7. S. Chowdhury, G. P. Mandal, A. K. Patra, P. Kumar, I. Samanta, S. Pradhan, and A. K. Samanta. Different essential oils in diets of broiler chickens: Gut microbes and morphology, immune response, and some blood profile and antioxidant enzymes. Animal Feed Science and Technology. 236:39-47. 2018.

8. R. Svejstil, V. Plachy, M. Joch, H. Salmonova, D. Duskova, V. Hautekiet, and E. Vlkova. Effect of probiotic Clostridium butyricum CBM 588 on microbiota and growth performance of broiler chickens. Czech Journal of Animal Science. 64:387–394. 2019.

9. H. Gong, Z. Yang, P. Celi, L. Yan, X. Ding, S. Bai, Q. Zeng, S. Xu, Z. Su, Y. Zhuo, K. Zhang, and J. Wang. Effect of benzoic acid on production performance, egg quality, intestinal morphology, and cecal microbial community of laying hens. Poultry Science. 100:196–205. 2021.

10. A. Seidavi, M. Tavakoli, F. Asroosh, C. G. Scanes, M. E. Abd El-Hack, M. A. E Naiel, A. E. Taha, L. Aleya, K. A. El-Tarabily, and A. A. Swelum. Antioxidant and antimicrobial activities of phytonutrients as antibiotic substitutes in poultry feed. Environ Sci Pollut Res Int. 4:5006-5031. 2022.

11. International Humic Substances Society. 2018. What are humic substances? https://humic-substances.org/

12. X. X. Guo, H. T. Liu, and S. B. Wu. Humic substances developed during organic waste composting: Formation mechanisms, structural properties, and agronomic functions. Sci Total Environ. 662:501-510. 2019.

13. E. M. Peña-Méndez, J. Havel, and J. Pato?ka. Humic substances. compounds of still unknown structure: applications in agriculture, industry, environment, and biomedicine. J. Appl. Biomed. 3:13-24. 2005.

14. A. Domínguez-Negrete, S. Gómez-Rosales, M.d.L. Angeles, L.H. López-Hernández, T.C. Reis-de Souza, Y. López-García, A. Zavala-Franco, and G. Téllez-Isaias. Effect of the addition of humic substances as growth promoter in broiler chickens under two feeding regimens. Animals. 9:1101. 2019.

15. S. Gómez-Rosales, and M. d. L. Angeles. Addition of a worm leachate as source of humic substances in the drinking water of broiler chickens. Asian-Australas Journal of Animal Science. 28:215–222. 2015.

16. S. M. Taklimi, H. Ghahri, and M. A. Isakan. Influence of different levels of humic acid and esterified glucomannan on growth performance and intestinal morphology of broiler chickens. Agric. Sci. 3:663-668. 2012.

17. A. R. Disetlhe, U. Marume, V. Mlambo, and I. Dinev. Humic acid and enzymes in canola-based broiler diets: Effects on bone development, intestinal histomorphology and immune development. S. Afr. J. Anim. Sci. 47:914-922. 2017.

18. P. C. Aristimunha, R. D. Mallheiros, P. R. Ferket, K. M. Cardinal, A. L. B. Moreira Filho, E. T. Santos, D. T. Cavalcante, and A. M. L. Ribeiro. Effect of dietary organic acids and humic substance supplementation on performance, immune response and gut morphology of broiler chickens. J. Appl. Poult. Res. 29:85–94. 2020.

19. R. Y. Arafat, S. H. Khan, and Saima. Evaluation of humic acid as an aflatoxin binder in broiler chickens. Annals of Animal Science. 17: 241–255. 2017.

20. J. Vašková, P. Patlevic, D. Zatko, S. Marcincák, L. Vaško, K Krempaská, and J. Nagy. Effects of humic acids on poultry under stress conditions. Slov. Vet. Res. 55: 245–53. 2018.

21. V. M. Kühnert, K. P. Bartels, S. Kröll, and N. Lange. Huminsäurehaltige tierarzneimittel in therapie and prophylaxe bei gastrointestinalen erkrankungen von hund und katze. Monatshefte Vet. Med., 46: 4-8. 1991.

22. J. A. Maguey-Gonzalez, M. A, Michel, and M. F. A. Baxter. Effect of humic acids on intestinal viscosity, leaky gut and ammonia excretion in a 24 hr feed restriction model to induce intestinal permeability in broiler chickens. Animal Science Journal. 89: 1002–1010. 2018.

23. D. Mudroňová, V. Karaffová, T. Pesulová, J. Koscová, I. Cingelová-Maruscáková, M. Bartkovský, D. Marcincáková, Z. Ševcíková, and S. Marcincák. The effect of humic substances on gut microbiota and immune response of broilers. Food and Agricultural Immunology. 31:137–149. 2020.

24. A. Domínguez-Negrete, S. Gómez-Rosales, M. d. L. Angeles, L. H. López-Hernández, T. C. Reis de Souza, J. D. Latorre-Cárdenas and G. Téllez-Isaias. Addition of different levels of humic substances extracted from worm compost in broiler feeds. Animals. 11: 3199. 2021.

25. E. Ozturk, N. Ocak, I. Coskun, S. Turhan, and G. Erener. Effects of humic substances supplementation provided through drinking water on performance, carcass traits and meat quality of broilers. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. 94:78–85. 2010.

26. E. Ozturk, N. Ocak, A. Turan, G. Erener, A. Altop, and S. Cankaya. Performance, carcass, gastrointestinal tract and meat quality traits, and selected blood parameters of broilers fed diets supplemented with humic substances. J. Sci. Food Agric. 92: 59–65. 2012.

27. M. Arif, M. Alagawany, M. E. Abd El-Hack, M. Saeed, M. A. Arain and, S. S. Elnesr. Humic acid as a feed additive in poultry diets: a review. Iranian Journal of Veterinary Research. 20:167-172. 2019.

28. R. D. Miles, G. D. Butcher, P. R. Henry, and R. C. Littell. Effect of antibiotic growth promoters on broiler performance, intestinal growth parameters, and quantitative morphology. Poultry Science 85:476–485. 2006.

29. G. Huyghebaert, R. Ducatelle, F. V. Immerseel. An update on alternatives to antimicrobial growth promoters for broilers. The Veterinary Journal 187:182–188. 2011.

30. K. M. Burkholder, K. L. Thompson, M. E. Einstein, T. J. Applegate, and J. A. Patterson. Influence of stressors on normal intestinal microbiota, intestinal morphology, and susceptibility to Salmonella Enteritidis colonization in broilers. Poultry Science 87:1734–1741. 2008.

31. E. Salvo-Romero, C. Alonso-Cotoner, C. Pardo-Camacho, M. Casado-Bedmar y M. Vicario. Función barrera intestinal y su implicación en enfermedades digestivas. Revista Española de Enfermedades Digestivas. 107: 686-696. 2015.

32. K. A. Knoop and R. D. Newberry. Goblet cells: multifaceted players in immunity at mucosal surfaces. Mucosal Immunology 11:1551-1557. 2018.

Condición e higiene del plumaje de gallinas ponedoras alojadas en tres diferentes sistemas de alojamiento

Introducción

> El bienestar animal ha sido definido por Donald M. Broom como "el estado de un individuo con relación a sus intentos por afrontar su ambiente" (Hemsworth, et al., 2015), y por la OIE (Código Sanitario para los Animales Terrestres) como "estado físico y mental de un animal en relación con las condiciones en las vive y muere" (OIE, 2019). Es decir, el bienestar animal se relaciona con el manejo y el entorno que se brinda en los animales y, por lo tanto, es un tema que ha generado mucho interés por parte de la sociedad, incluidos los consumidores de productos de origen animal (Tahamtani, et al., 2022).

Específicamente en gallinas ponedoras, se ha buscado el desarrollo de nuevas alternativas para su alojamiento, así como la prohibición de las jaulas convencionales, ya que se considera que brindan un espacio muy restrictivo para el movimiento y la expresión de comportamientos naturales de las aves (Meng, et al., 2015; Lay, et al., 2011). La implementación de sistemas alternativos para el alojamiento de las aves tiene como objetivo mejorar su bienestar, al brindarles más espacio y enriquecimiento ambiental como perchas, nidos, sustrato para la búsqueda de alimento y/o baños de polvo, etc. (Yilmaz, et al., 2016; Guinebretière, et al., 2013; Jasper, 2016); además en algunos casos, las aves pueden tener acceso a un área libre exterior a la caseta (Elson, 2009). Entre los alojamientos alternativos para gallinas ponedoras, se encuentran las jaulas equipadas o enriquecidas y los sistemas libres de jaula como casetas de un nivel, aviarios, libre pastoreo y sistemas orgánicos (García, 2018).

Aunque no existe una forma determinada de medir el bienestar en las aves de producción (Blokhuis, et al., 2007), se han estudiado y empleado ciertos indicadores que brindan información importante para conocer el estado general en el que se encuentran las aves. Estos indicadores deben de contar con sistemas de evaluación fáciles de aplicar, que no requieran mucho tiempo y que puedan ser repetibles (Tauson, et al., 2005); algunos de los que se han evaluado en gallinas de postura son: Condición de las patas o almohadillas plantares, condición del plumaje, presencia de lesiones en piel y la cresta, deformación del hueso de la quilla, incidencia de enfermedades, niveles de corticosterona plasmática y/o en la albúmina o yema, y la evaluación en sangre de la relación heterófilo: linfocito, entre otros (Forkman & Keeling, 2009; Tauson, et al., 2005; Singh, et al., 2009). Varios de estos indicadores forman

parte de protocolos, los cuales son una herramienta para la auditoria del bienestar en animales de producción, incluidas las aves (Forkman & Keeling, 2009).

Entre los indicadores antes mencionados, la evaluación de la condición del plumaje es una técnica accesible y que nos permite identificar problemas del diseño en los sistemas de alojamiento, del comportamiento (picoteo agresivo de plumas), así como de la salud y nutrición de las aves (Tauson, et al., 2005; Guerrero, et al., 2018; Campe, et al., 2018). Generalmente se emplean escalas de puntuación para calificar la integridad del plumaje por regiones corporales (Tauson et al., 2005; Forkman & Keeling, 2009), lo que puede ayudar a identificar los factores asociados a la pérdida de plumas en determinada área corporal.

> **Objetivos**
>
> **Evaluar la condición del plumaje de gallina ponedora en tres diferentes sistemas de alojamiento.**

Material y métodos

La investigación se llevó a cabo en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola (CEIEPAv) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México.

Se emplearon 206 gallinas de la estirpe Bovans White de 40 semanas de edad, las cuales se habían alojado de manera aleatoria en 3 diferentes sistemas de alojamiento durante 12 semanas:

- Jaula convencional: Jaulas de alambre galvanizado en las cuales se alojaron 3 gallinas/jaula (600 cm2/gallina), con un bebedero de copa para cada 6 aves y un comedero lineal con un espacio de 13.3 cm/gallina.

- Jaula enriquecida: Jaulas de alambre galvanizado que contaban con un área de nido (250cm2/gallina), y un espacio libre (800.78cm2/gallina) con dos perchas de madera (12.81cm/gallina, altura de 33 cm). En cada jaula se colocaron 13 bebederos tipo niple con cazoleta, dos comederos lineales (a ambos lados de la jaula) y se alojaron 32 aves. Este modelo denominado “JAULA AVÍCOLA” está registrado ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial con el número de expediente MX/u/2018/000469.

- Libre de jaula: Cada área libre de jaula alojaba 35 gallinas (8,417.14cm2/ave), y contaba con dos bebederos de campana, dos comederos tipo tolva y 10 nidos de lámina (264.64cm2/ave); además, se utilizó paja como material de cama y viruta como material de nido.

> **Cada tratamiento contó con dos réplicas y quedaron de la siguiente manera:**

- Tratamiento A= 24 jaulas convencionales (12/réplica) con 72 aves (36/réplica).
- Tratamiento B= 2 jaulas enriquecidas con 64 aves (32/réplica).
- Tratamiento C= 2 áreas libres de jaula con 70 aves (35/réplica).

El alimento (en harina a base de maíz y pasta de soya), así como el calendario de iluminación (16 horas luz al día) fue el mismo para todas las aves.

Condición del plumaje

Se realizó una evaluación de la condición del plumaje a todas las gallinas, después de haber sido alojadas en alguno de los tres tratamientos durante 12 semanas, (desde las 22 hasta las 40 semanas de edad). Para ello, se desarrolló una escala de evaluación de la condición del plumaje de las aves, tomando como base la escala de Tauson, et al. (2005). Se tomaron en cuenta las siguientes cuatro regiones corporales de las aves: Cuello, pechuga, alas y cola. La evaluación fue realizada siempre por la misma persona y se empleó una escala de evaluación con 4 categorías (score):

Cuello:

1. Presenta toda su superficie sin cobertura de plumas de contorno, sólo con presencia de plumón y que se extiende hasta el área de la pechuga **(Figura 1).**

2. La mayor parte de su superficie se encuentra sin cubierta de plumas pero sin alcanzar el área de la pechuga **(Figura 2).**

3. La mitad o menos de su superficie se encuentra sin cobertura de plumas **(Figura 3).**

4. Plumaje abundante y sin daño en toda su superficie **(Figura 4).**

FIGURA 1. Cuello puntuación 1.

FIGURA 2. Cuello puntuación 2.

FIGURA 3. Cuello puntuación 3.

FIGURA 4. Cuello puntuación 4.

Alas:

1. Las plumas remeras presentan un gran daño en su integridad, en algunos casos sólo se aprecia el raquis (completo o incompleto) con pérdida total de las barbas, lo que ocasiona pérdida del contorno del ala **(Figura 5).**

2. Se observa un daño en el estado de las plumas remeras que presentan cierta separación entre sus barbas y pérdida de la punta, por lo tanto el contorno del ala se ve ligeramente afectado **(Figura 6).**

3. Las plumas remeras presentan una mejor integridad y unión entre ellas, pero aún se observa un poco de alteración de su estado y en algunas pérdida de la punta **(Figura 7).**

4. Plumas remeras íntegras y en buen estado, el contorno del ala sin alteración **(Figura 8).**

FIGURA 5. Alas puntuación 1.

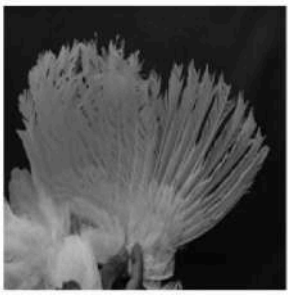


FIGURA 6. Alas puntuación 2.

FIGURA 7. Alas puntuación 3.

FIGURA 8. Alas puntuación 4.

Pechuga:

1. Pérdida bilateral de la cubierta de las plumas sobre un área considerable de la quilla que puede extenderse hasta el borde del abdomen **(Figura 9).**

2. Pérdida unilateral o bilateral de la cubierta de plumas, el área aptérica sólo cubre y se extiende sobre la quilla **(Figura 10).**

3. Ligera pérdida de la pluma sobre el eje sagital de la quilla, la zona aptérica comprende sólo la punta de la quilla **(Figura 11).**

4. Cubierta de plumas abundante y en buen estado **(Figura 12).**

FIGURA 9. Pechuga puntuación 1.

FIGURA 10. Pechuga puntuación 2.

FIGURA 11. Pechuga puntuación 3.

FIGURA 12. Pechuga puntuación 4.

Cola:

1. Pérdida de la cobertura de plumas en el dorso de la cola y plumas timoneras presentan un gran daño en su integridad ya que sólo se observa el raquis (pérdida total de las barbillas de la pluma). Se aprecia a simple vista la glándula uropígea **(Figura 13).**

2. El dorso de la cola presenta total cobertura de plumas, pero sólo se observa el raquis de las plumas timoneras **(Figura 14).**

3. Plumas timoneras se aprecian más largas y en mejor estado pero aún se observa pérdida de la integridad

de la pluma (barbas y bárbulas) en su región distal **(Figura 15).**

4. Plumas timoneras, así como su contorno en la base de la cola, se encuentran en buen estado **(Figura 16).**

FIGURA 13. Cola puntuación 1.

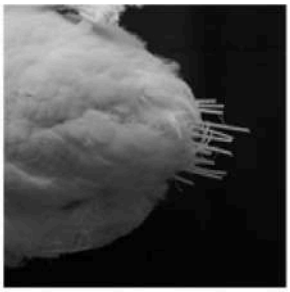


FIGURA 14. Cola puntuación 2.

FIGURA 15. Cola puntuación 3.

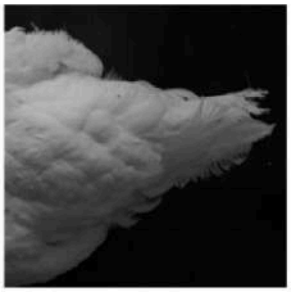


FIGURA 16. Cola puntuación 4.

Higiene del plumaje

Se evalúo la higiene general del plumaje de todas las aves a la semana 12 del estudio, empleando sólo dos categorías: Plumaje sucio **(Figura 17)** y Plumaje limpio **(Figura 18).**

FIGURA 17. Plumaje sucio.

FIGURA 18. Plumaje limpio.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis descriptivo para la condición e higiene del plumaje, mostrando las frecuencias relativas (porcentajes) de cada categoría.

Resultados

Cuadro 1. Resultados para la evaluación y puntuación de la condición del plumaje en el cuello a las 40 semanas de edad de las aves.

	PORCENTAJE DE CADA PUNTAJE EN LA REGIÓN DEL CUELLO (%)			
Tratamiento	1*	2	3	4
A	4.17	12.5	37.5	45.83
B	0	0	7.94	92.06
C	0	0	0	100

*Menor calidad del plumaje

El sistema sin jaula fue el que obtuvo el mejor estado de plumaje (puntaje de 4) con 100% de las aves con plumaje en buen estado, seguida de la jaula enriquecida (92%) y por último la jaula convencional (45.8%).

Cuadro 2. Resultados para la evaluación y puntuación de la condición del plumaje en las alas a las 40 semanas de edad de las aves.

	PORCENTAJE DE CADA PUNTAJE EN LA REGIÓN DE LAS ALAS (%)			
Tratamiento	1*	2	3	4
A	4.17	34.72	50	11.11
B	0	0	42.86	57.14
C	0	1.67	5	93.33

*Menor calidad del plumaje

La mejor condición del plumaje (puntaje de 4) también fue para el sistema sin jaula con 93.3%, seguida de la jaula enriquecida con 57.1% y por último la jaula convencional con 11.1% (50% de sus aves con puntaje de 3).

Cuadro 3. Resultados para la evaluación y puntuación de la condición del plumaje en la pechuga a las 40 semanas de edad de las aves.

	PORCENTAJE DE CADA PUNTAJE EN LA REGIÓN DE LA PECHUGA (%)			
Tratamiento	1*	2	3	4
A	0	0	18.06	81.94
B	0	1.59	9.53	88.88
C	3.34	16.67	46.66	33.33

*Menor calidad del plumaje

En contraste con lo anterior los sistemas de jaula convencional y enriquecida mostraron un mejor estado del plumaje en esta área en comparación con el sistema sin jaula con 81.94%, 88.88% y 33.33% respectivamente (con puntaje de 4).

Cuadro 4. Resultados para la evaluación y puntuación de la condición del plumaje en la cola a las 40 semanas de edad de las aves.

	PORCENTAJE DE CADA PUNTAJE EN LA REGIÓN DE LA COLA (%)			
Tratamiento	1*	2	3	4
A	5.56	37.5	51.38	5.56
B	0	0	20.64	79.36
C	0	0	1.67	98.33

*Menor calidad del plumaje

Cola: La integridad de las plumas de la cola fue mejor para el sistema sin jaula con un 98.3% de sus aves con puntaje 4, seguida de las jaulas enriquecidas con 79.4% y las jaulas convencionales con 5.5% (con el 51.4% de sus aves con puntaje de 3).

Cuadro 5. Resultados de la evaluación de la presencia de plumaje sucio en las aves a las 40 semanas de edad.

	PORCENTAJE DE CADA PUNTAJE EN LA REGIÓN DE LA COLA (%)	
Tratamiento	Porcentaje de aves con plumaje sucio (%)	Porcentaje de aves con plumaje limpio (%)
A	11.11	88.89
B	80.95	19.05
C	5.00	95.00

El porcentaje de pluma sucia presente en cada sistema se presenta en el cuadro 9. Las aves de la jaula enriquecida mostraron un mayor porcentaje de pluma sucia (80.9%) que las de jaulas convencionales (11.1%) y sistema sin jaula (5%).

Discusión

El sistema sin jaula mostró la mejor condición del plumaje en todas las áreas evaluadas, excepto en el área de la pechuga en donde obtuvo las puntuaciones más bajas. En el estudio de Yilmaz, et al. (2016) también obtuvieron el mejor puntaje general para la condición del plumaje en el sistema sin jaula. Se considera que, un mejor estado de las plumas en los sistemas sin jaula, pueden ser el resultado del mayor espacio por ave y la oportunidad de poder realizar comportamientos como el baño de polvo y el acicalamiento (Meng et al. 2015; Tauson, et al., 2005).

Cabe destacar que, en general, para las cuatro regiones corporales y los tres sistemas de alojamiento, muy pocas aves mostraron plumaje con calificaciones de 1. A pesar de ello, las aves en jaulas convencionales obtuvieron, generalmente, mayor pérdida de plumas que los otros dos sistemas. Van Staaveren, et al. (2021) observaron una mayor frecuencia de picoteo de plumas y daño en el plumaje en gallinas alojadas en jaulas y que no tenían enriquecimiento ambiental; es importante mencionar que, no se observó que las aves de este estudio mostraran picoteo de plumas, el cual es un comportamiento agresivo o redirigido que se asocia con un bajo nivel de bienestar en el ave que lo da y en la que lo recibe (Blokhuis, et al. 2007; Tahamtani, et al., 2022). Aunado a lo anterior, la pérdida de plumas en los distintos sistemas del presente estudio puede ser atribuido a otras posibles causas. Con respecto a las jaulas convencionales, la mayor pérdida de plumas en el cuello, alas y cola podría ser el resultado del constante roce de estas áreas con la jaula, al comer, aletear, intentar realizar baños de polvo en el piso de alambre o simplemente por el movimiento dentro de la jaula (Rodriguez-Aurrekoetxea & Estevez, 2016; Lay, et al. 2011; Tauson, et al. 2005; Guinebretière, et al., 2013).

A pesar de que, en el sistema sin jaula las aves contaban con mayor espacio y sustrato para la realización de baños de polvo, estas mostraron las puntuaciones más bajas para el área de la pechuga, lo cual se atribuye al constante rose de esta área con la entrada de los nidos de lámina.

La pérdida de plumas en las áreas del cuello y la pechuga es un problema importante, ya que puede alterar la termorregulación de las aves, aumentando la pérdida de calor (pudiendo ocasionar un mayor consumo de alimento) y exponiendo la piel, haciéndola más susceptible de sufrir lesiones (Craig, et al. 1986; Tactacan, et al. 2009).

La jaula enriquecida fue el sistema que tuvo menor variación en cuanto al estado del plumaje, lo que podría considerarse un indicador de que las condiciones de espacio para cada ave y enriquecimiento fueron adecuadas. Sin embargo, las aves de este sistema mostraron un mayor y muy alto porcentaje de pluma sucia, representando un problema de higiene y un riesgo para la salud de las aves, que puede ser consecuencia del enriquecimiento ambiental (Wall, et al., 2008). Con base en las observaciones y en el diseño de estas jaulas enriquecidas, se considera que la posición y altura de las perchas ocasionó que unas aves pudieran defecaran sobre otras y, por lo tanto, el mayor porcentaje de plumaje sucio en este sistema.

Conclusiones

El sistema de jaula enriquecida obtuvo el mayor porcentaje de aves con plumaje sucio, lo cual se relacionó con la altura y posición de las perchas. Las aves del sistema de jaula convencional tuvieron una condición del plumaje más pobre, condición que puede afectar su nivel de bienestar. Estos problemas de higiene y de condición del plumaje de las aves son factores que deben considerarse en el diseño y equipo implementado en los sistemas de alojamiento alternativos.

En el presente estudio ninguno de los tres sistemas de alojamiento demostró ser ideal en todas las características evaluadas; para la implementación de alguno es necesario tomar en cuenta las implicaciones de cada uno de ellos en la salud, bienestar y productividad de las aves. Un buen manejo y diseño de las instalaciones, así como brindar un buen trato y cuidado a las aves son algo fundamental en cualquier sistema de alojamiento y, que se verá reflejado en la producción de huevo.

Literatura citada

1. Organización Mundial de Sanidad Animal, 2019. Código Sanitario para los Animales Terrestres. [En línea] Available at: https://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahc/current/glossaire.pdf.

2. Tahamtani, F. M., Kittelsen, K., & Vasdal, G., 2022. Environmental enrichment in commercial flocks of aviary housed laying hens: relationship with plumage condition and fearfulness. Poultry science, 101(4), 101754.

3. Hemsworth, P. H., Mellor, D. J., Cronin, G. M., & Tilbrook, A. J., 2015. Scientific assessment of animal welfare. New Zealand veterinary journal, 63(1), 24–30.

4. Yilmaz, B. y otros, 2016. Egg production and welfare of laying hens kept in different housing systems (conventional, enriched cage, and free range). Poultry Science, 95(7), pp. 1564-1572.

5. Meng, F. y otros, 2015. Effects of large or small furnished cages on performance, welfare and egg quality of laying hens. Animal Production Science, Volumen 55, pp. 793-798.

6. Lay, D. C. J. y otros, 2011. Hen welfare in different housing systems. Poultry Science, Volumen 90, p. 278–294.

7. Jasper, L., 2016. Características de los aviarios afectando al plumaje, la mortalidad y la producción de las ponedoras (I). Selecciones avícolas, Issue 687, pp. 6-10.

8. Guinebretière, M., Huneau-Salaün, A., Huonnic, D. & Michel, V., 2013. Plumage condition, body weight, mortality, and zootechnical performances: The effects of linings and litter provision in furnished cages for laying hens. Poultry Science, 92(1), pp. 51-59.

9. Elson, H. A., 2009. Sistemas de alojamiento para gallinas ponedoras en Europa: desarrollo actual y resultados técnicos. Zaragoza, s.n.

10. García, H. S., 2018. La producción de huevo libre de jaula y la tendencia del mercado en México. Los avicultores y su entorno, 20(123), pp. 144-146.

11. Blokhuis, H. J. y otros, 2007. The LayWel project: welfare implications of changes in production systems for laying hens. World's Poultry Science Journal, 63(Marzo), pp. 101-114.

12. Tauson, R. y otros, 2005. Applied scoring of integument and health in laying hens. Animal science papers and reports, Volumen 23, pp. 153-159.

13. Singh, R., Cook, N., Cheng, K. M. & C., S. F., 2009. Invasive and noninvasive measurement of stress in laying hens kept in conventional cages and in floor pens. Poultry Science, 88(7), pp. 1346-1351.

14. Forkman, B. & Keeling, L., 2009. Welfare Quality reports No. 9: Assessment of animal Welfare Measures for Layers and Broilers. Sweden, Uppsala: Cardiff.

15. Campe, A. y otros, 2018. Analysis of the influences on plumage condition in laying hens: How suitable is a whole body plumage score as an outcome? Poultry science, 97(2), 358–367.

16. Guerrero, L. I., Mota-Rojas, D., Corrales, H. A. M.-V. M. & Mora Medina, P., 2018. Indicadores de bienestar en las aves para el abasto (carne y huevo). Los avicultores y su entorno, 20(122), pp. 122-137.

17. Craig, J. V., Craig, J. A. & Vargas Vargas, J., 1986. Corticosteroids and other indicators of hens' well-being in four laying-house environments.. Poultry science, 65(5), pp. 856-863.

18. Van Staaveren, N., Ellis, J., Baes, C. F., & Harlander-Matauschek, A., 2021. A meta-analysis on the effect of environmental enrichment on feather pecking and feather damage in laying hens. Poultry science, 100(2), 397–411. https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.11.006.

19. Blokhuis, H. J. y otros, 2007. The LayWel project: welfare implications of changes in production systems for laying hens. World's Poultry Science Journal, 63(Marzo), pp. 101-114.

20. Rodriguez-Aurrekoetxea, A. & Estevez, I., 2016. Use of space and its impact on the welfare of laying hens in a commercial free-range system. Poultry Science, 95(11), pp. 2503-2513.

21. Tahamtani, F. M., Kittelsen, K., & Vasdal, G., 2022. Environmental enrichment in commercial flocks of aviary housed laying hens: relationship with plumage condition and fearfulness. Poultry science, 101(4), 101754.

22. Tactacan, G. B. y otros, 2009. Performance and welfare of laying hens in conventional and enriched cages. Poultry Science, 88(4), pp. 698-707.

23. Wall, H., Tauson, R. & Sørgjerd, S., 2008. Bacterial contamination of eggshells in furnished and conventional cages. Journal of Applied Poultry Research, 17(1), pp. 11-16.

Composición botánica de la dieta de vacas Pardo Suizo en la época de estiaje en un sistema agrosilvopastoril en el suroeste del Estado de México

Resumen

El objetivo del estudio fue determinar la composición botánica de la dieta (CBD), aporte de nutrientes del forraje y desempeño productivo de vacas Pardo Suizo (PS) en la época de estiaje en un sistema agrosilvopastoril (SASP) en la región subtropical del Estado de México. Se utilizaron quince vacas PS en lactación las cuales fueron monitoreadas mensualmente durante la época de estiaje para determinar la CBD mediante análisis microhistológico, así como su desempeño productivo. La CBD de la base forrajera estuvo constituida en un 84.3% por las gramíneas *Cynodon plectostachyus* (45.6%), *Paspalum notatum* (14.2%), *Paspalum convexum* (4.3%) y *Zea mays* (14.6%), mientras que el 15.7% restante estuvo constituido por las leñosas *Acacia farnesiana* (10.9%), *Crescentia alata* (2.6%) y *Pithecellobium dulce* (2.2%). Los contenidos de proteína cruda (PC) de las gramíneas fue de moderada (90 g/kg MS) a baja (53 g/kg MS), mientras que las leñosas tuvieron valores altos (promedio de 256.6 g/kg MS). En promedio las especies gramíneas y leñosas contribuyeron con el 63% de las necesidades de CMS, PC y EM de las vacas en lactación. Se concluye que las especies gramíneas y leñosas contribuyeron de manera importante a las necesidades de nutrientes de vacas en lactación en la época de estiaje pastoreando en un sistema agrosilvopastoril.

Introducción

El uso de árboles y arbustos como forraje complementario para los rumiantes se ha convertido en un elemento clave en los sistemas agrosilvopastoriles (SASP) modernos, brindando una amplia variedad de beneficios a los animales (energía, proteínas y otros nutrientes), así como al medio ambiente (Vandermeulen *et al.* 2018).

En las regiones tropicales y subtropicales de México la producción ganadera de doble propósito (leche y terneros destetados) (DP) se desarrolla en sistemas de pastoreo extensivo que podrían catalogarse como sistemas tradicionales basados en pastoreo de pastos nativos e introducidos (Bacab-Pérez y Solorio-Sánchez 2011), así como sistemas agrosilvopastoriles no intencionales donde los pastos se mezclan con arbustos y árboles remanentes de la vegetación original (Albores-Moreno et al. 2020) y; sistemas silvopastoriles intensivos (ISS) que combinan pastos mejorados con árboles leguminosos en alta densidad (Bacab-Pérez y Solorio-Sánchez 2011). El objetivo de los sistemas silvopastoriles es suministrar forraje de mayor calidad, promover el bienestar animal y aumentar la resiliencia del sistema (Ibrahim et al. 2006).

Los SASP se basan en gramíneas y vegetación secundaria (arbustos y árboles) y se caracterizan por una gran riqueza y diversidad vegetal (Albores-Moreno et al. 2020). El conocimiento de la CBD del ganado en pastoreo en pastizales complejos es una herramienta que ayuda en el desarrollo de estrategias de manejo orientadas a mejorar la eficiencia de utilización de los recursos forrajeros que resulten en bajos costos de producción

(Bartolomé et al. 2011). Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue determinar la composición botánica de la dieta, el aporte de nutrientes del forraje a los requerimientos de nutrientes de vacas Pardo Suizo pastoreando en un sistema agrosilvopastoril en la región subtropical del suroeste del Estado de México.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en el municipio de Zacazonapan en el suroeste del Estado de México entre los 19º 00' 17'' y 19º 16' 17'' Norte y entre los 100º 12' 55'' y 100º 18' 13'' Oeste, en una altitud de 1,470 msnm. El clima en esta región es semicálido del grupo A, subtropical con lluvias en verano y marcada estación seca de noviembre a mayo, clasificado como A(C) (w2), con temperatura media de 23ºC y 1,115 mm de precipitación anual.

Unidad de producción y vacas experimentales

El estudio se llevó a cabo del mes de enero a junio de 2016 en una unidad de producción de doble propósito (UPDP) con 100 ha de superficie total (ST) con cercado perimetral y sin subdivisión de potreros y manejo de extensivo. La ST estuvo compuesta por pastizales con arbustos y árboles dispersos (60%) y cultivo de maíz (*Zea mays*) (40%). La carga animal fue de 0.6 unidades animales (UA)/ha y las vacas permanecieron todo el año en el potrero.

El hato estuvo compuesto por 25 vacas PS lactantes con 417±24 kg de peso corporal y sus crías menores de 6 meses de edad. Las vacas fueron ordeñadas a mano una vez al día (de 7:00 a 9:00 am) en presencia del becerro (manejo estándar en los hatos de la región). Después del ordeño los becerros permanecían con sus madres hasta las 14:00 horas. Las vacas se suplementaron con 5 (kg/vaca/día) de concentrado a base de maíz-mazorca quebrada y pasta de soya (14% de PC).

Animales experimentales

Del hato se seleccionaron 15 vacas multíparas lactantes para ser monitoreadas una vez al mes, para determinar las especies consumidas durante el pastoreo (de 9:00 a 18:00 h) por observación directa y se recolectaron muestras frescas de heces del recto después del ordeño.

Composición botánica de la dieta

La CBD se estimó mediante la identificación de fragmentos epidérmicos en las heces por análisis microhistológico, siguiendo los procedimientos descritos por Castellaro et al. (2007).

Composición química de los forrajes

Se determinó la composición química de las especies herbáceas y leñosas en cuanto a materia seca (MS), proteína cruda (PC), FND, FAD, LAD según (AOAC 1995) y digestibilidad *in vitro* de materia seca y orgánica según (Mauricio et al. 1999). Para estimar la digestibilidad *in vitro* de la materia seca de la dieta, se incluyó cada componente de la dieta de acuerdo con su proporción en la dieta. La Energía Metabolizable Estimada (eME) se derivó de IVOMD (AFRC, 1993): eME (MJ/kg MS) = 0.0157 *IVOMD.

Consumo de materia seca de forraje

El consumo de materia seca de forraje de las vacas (CMS) se estimó indirectamente a partir del desempeño animal, utilizando la composición nutricional de forrajes y suplementos, PV, CC, rendimiento de leche (RL) y la composición de la leche, utilizando el programa NASEM Dairy-8 (2021).

Variables de respuesta animal

La producción de leche se registró una vez al mes utilizando una báscula de reloj con capacidad de 20 kg. Las vacas fueron pesadas después de la ordeña utilizando una báscula electrónica ganadera de 1500 kg de capacidad. La condición corporal (CC) de las vacas se determinó en una escala de 1 a 5 puntos. Se tomaron muestras de leche de cada vaca al finalizar el ordeño. Las concentraciones de grasa y proteína de la leche (g/kg) se determinaron mediante un equipo ultrasónico portátil. Posteriormente se determinó en laboratorio el nitrógeno ureico en leche (NUL) por colorimetría enzimática.

Resultados

Composición botánica de la pradera

Las especies forrajeras se agruparon en gramíneas y leñosas (Cuadro 1). El grupo de gramíneas consistió en cinco especies, mientras que el grupo leñosas consistió en tres especies.

Cuadro 1: Composición botánica de la dieta (CBD) durante las épocas de estiaje.

Grupo	Especie	Porcentaje en la dieta
Gramínea	*C. plectostachyus*	45.6
	P. notatum	14.2
	P. convexum	4.3
	A. gallanus	5.6
	Z. mays	14.6
Subtotal		84.3
Leñosas	*A. farnesiana*	10.9
	C. alata	2.6
	P. Dulce	2.2
Subtotal		15.7
Total		100

Composición química de forrajes

En el Cuadro 2 se observa la composición química de los forrajes en la época de estiaje. El grupo de las gramíneas se caracterizó por sus valores bajos de PC, oscilando entre 5.3 para el pasto *C. plectostachyus* y 9.0% para *Z. mays.* La

energía metabolizable (MJ/kg MS) osciló entre 7.1 para *A. gallanus* a 11.8 para *Z. mays.* Las principales características del grupo de leñosas fueron los valores moderados de PC que osciló entre 240 para el *C. alata* y 270 (g/kg MS) para *P. dulce*. Los contenidos de EM fueron de moderados a adecuados con 9.1 para *C. alata* y de 10.6 (MJ EM/kg MS) para *P. dulce*.

Cuadro 2: Composición química (g/kg de MS) de especies agrupadas en gramíneas y leñosas, consumidas por vacas Pardo Suizo en un sistema agrosilvopastoril durante la época de estiaje.

Grupo	Especie	MS	PC	FDN	FDA	LDA	EM[1]
Gramíneas	*C. plectostachyus*	670	53	650	330	110	7.8
	P. notatum	660	71	630	350	90	8.3
	P. convexum	800	84	630	330	120	8.6
	A. gallanus	890	60	680	390	80	7.1
	Z mays	820	90	660	360	90	11.8
Leñosas	*A. farnesiana*	890	270	530	440	120	11.3
	C. alata	760	240	560	370	130	9.1
	P. dulce	460	260	430	230	100	10.6

[1]EM = Energía Metabolizable (MJ/kg/MS)

De acuerdo con el porcentaje que representó cada especie de gramíneas y leñosas en el consumo voluntario de las vacas en la época de estiajes, así como a la composición química de cada especie la composición nutricional promedio de la base forrajera en la época de estiaje fue de 11.3% de PC, con 9.3 MJ de EM/kg de MS y una digestibilidad de 55% (Cuadro 3)

Cuadro 3: Valor nutritivo de la dieta a base de forrajes (g/kg de MS) de vacas Pardo Suizo lactantes en pastoreo en un sistema agrosilvopastoril durante la época de estiaje.

Época	MS	PC	FDN	FDA	LDA	DDM	EM[1]
Estiaje	786	113	550	258	104	550.5	9.3

[1] EM = MJ/kg de MS

Aportes del sistema agrosilvopastoril

Las especies de gramíneas y leñosas representaron 60 y 9%, respectivamente del total de consumo de materia seca (CMS), mientras que los suplementos contribuyeron con 31% durante la época de estiaje (Cuadro 4).

Cuadro 4: Aportes de suplementos y forrajes al consumo de materia seca (CMS) (kg/día), proteína cruda (PC) (g/día) y energía metabolizable (EM MJ/kg MS) de vacas en pastoreo en un sistema agrosilvopastoril durante la época de estiaje.

	CMS	PC	EM
Estiaje			
Suplemento	5.0 (31)	0.700 (39)	59.0 (40)
Forraje	10.9 (69)	1.112 (61)	88.7 (60)
Total	15.9	1.81	147.7

Con base en estas proporciones y en el contenido promedio de PC por grupo (gramínea y leñosa) (Cuadro 3), los pastos y leñosas aportaron 40 y 21% de la PC en la época de estiaje. Con respecto al aporte de energía metabolizable a las necesidades de las vacas durante la época de estiaje las gramíneas y leñosas contribuyeron con 60%.

Variables productivas

En el cuadro 5 se observa los rendimientos productivos de las vacas PS en lactación durante la época de estiaje. La producción promedio de leche fue de 6.3 (kg/día). La leche corregida a grasa y proteína (LCGP) y leche corregida a energía fueron (LCE) fueron 5.4 y 6.0, respectivamente. La concentración de grasa de la leche (g/kg) y el rendimiento (kg/día) fueron 30.5 (g/kg) y 0.192 (kg/día), mientras que los contenidos de proteína (g/kg) fueron 30.1 con un rendimiento de proteína en leche de 0.189 (kg/día). El nitrógeno ureico en leche fue 7.0 (mg/dL). El peso vivo y la CC fueron 419 y 2.5. La eficiencia alimenticia (kg de leche/kg de CMS) fue de 0.40 (Cuadro 5).

Cuadro 5: Variables productivas de vacas Pardo Suizo en lactación en un sistema agrosilvopastoril durante la época de estiaje.

	Estiaje
CMS[1] (kg/día)	15.9
Producción de leche (kg/día)	6.3
LCGP[2] (kg/día)	5.4
LCE[3]	6.0
Grasa (g/kg)	30.5
Grasa (kg/día)	0.192
Proteína (g/kg)	30.1
Proteína (kg/día)	0.189
NUL[4] (mg/dL)	7.0
Peso vivo (kg)	418.5
Cambio de peso vivo (kg/día)	0.18
CC	2.5
Eficiencia alimenticia	
Kg de leche/kg de CMS	0.40

[1]CMS = Consumo de materia seca (kg/día); [2] LCGP = Leche corregida a grasa y proteína; [3] LCE = Leche corregida a energía, [4]NUL = Nitrógeno ureico en leche

Discusión

Las vacas en pastoreo consumieron una variedad de especies agrupadas en gramíneas y leñosas disponibles en el SASP. Los grupos de gramíneas y leñosas representaron el 84.3 y 15.7% de la CBD de las vacas en la época de estiaje.

La composición nutricional de las especies de gramíneas, excepto *Z. mays* (Maíz-mazorca principalmente), fue típica de los forrajes de la época de estiaje (es decir, bajo contenido de proteína cruda, baja digestibilidad de la materia seca y alto contenido de fibra) (Hunter y Kennedy 2016), y en línea con lo informado por López-González et al. (2015) quienes caracterizaron la composición nutricional de *C. plectostachyus, P. notatum y B. decumbens* en la misma región donde se realizó este estudio. El bajo valor nutritivo de las gramíneas como principal fuente de forraje para el ganado en los trópicos ha sido señalado como la principal limitación para la producción de leche y carne, y se han sugerido varias alternativas para superar esta limitación, como forraje cosechado de buena calidad (henificados o ensilados de gramíneas y leguminosas), suplementación estratégica (Absalón-Medina et al. 2012), y fuentes de energía y nitrógeno rápidamente degradables en rumen cuando los animales se alimentan de gramíneas de baja calidad (Hunter y Kennedy 2016).

Usualmente, los ganaderos no consideran las contribuciones de las especies herbáceas y leñosas a los requerimientos de CMS, EM y PC de las vacas cuando se toman decisiones de suplementación, solo consideran la disponibilidad de pastos en los potreros para decidir la cantidad de suplemento asignado a las vacas particularmente durante la estación de estiaje. Sin embargo, los ganaderos son conscientes de que las vacas en pastoreo consumen otros forrajes diferentes a las gramíneas e incluso, son capaces de identificar por el nombre local qué plantas son consumidas por las vacas durante las diferentes estaciones (Albarrán-Portillo et al. 2019); a pesar de ello, desconocen las características químicas de dichos forrajes ni sus aportes a los requerimientos de nutrientes de las vacas.

La principal característica de las especies leñosas fue su alto contenido de PC además de su disponibilidad durante todo el año a diferencia de las herbáceas. Se ha reportado que la degradabilidad *in vitro* de la materia seca de una gramínea tropical (H. rufa) se incrementó debido a la inclusión de las leguminosas *E. poeppigiana y G. seppium* (18% de inclusión en cada caso), teniendo una producción de leche significativamente mayor (9-10%) en comparación con el uso de urea como suplemento nitrogenado (Camero et al. 2001).

Albores-Moreno et al. (2020) mencionaron que las especies leñosas fueron preferidas por vacas que pastorearon en bosque tropical durante la época de estiaje, mientras que las herbáceas fueron preferidas durante la estación de lluvias, lo cual está en línea con lo encontrado en este estudio, donde las especies leñosas representaron el 10 % del CMS de las vacas en época de estiaje. Las preferencias estacionales de forraje leñoso por parte del ganado responden a una menor disponibilidad de pasto y/o valor nutricional (Costa et al. 2021), así como al mayor valor nutritivo de las especies leñosas (Vandermeulen *et al.* 2018).

El aporte de leñosas y herbáceas en conjunto fue inferior al 34% del CMS de vacas en lactación en un sistema silvopastoril intensivo (SSI) (*Leucaena leucocephala* asociada con *Cynodon nlemfuensis*) reportado por Bottini-Luzardo et al. (2016). En el estudio mencionado anteriormente, los niveles de PC de *L. leucocephala* pudieron soportar una producción de leche similar a la de las vacas suplementadas con concentrado.

El nitrógeno ureico en la leche fue 7.0 (mg/dL) lo cual se encuentra por debajo de valor de referencia de 12 (mg/dL) que indican que la vaca no está siendo sobrealimentada con PC (Kohn et al. 2002).

"Niveles de NUL (10.1 – 6.0 mg/dL) de vacas lecheras bajo un manejo intensivo con un contenido de entre 14.4 y 11.8% de PC en la dieta han sido reportados en la literatura (Zanton 2019) ***siendo mayores a los niveles de NUL encontrados en este estudio.***"

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, una suplementación energética estratégica durante la época de estiaje (balance de energía - PC adecuado en la dieta) podría resultar en incrementos en la eficiencia de uso de las especies leñosas disponibles en los potreros con un incremento potencial en el rendimiento animal por un lado, por otro lado, aumento de la eficiencia de utilización de nitrógeno reduciendo de esta forma las excreciones de nitrógeno

al medio ambiente (heces y orina) (Wattiaux y Karg 2004).

Además, con la suplementación energética estratégica podría ser posible aumentar la eficiencia alimenticia (kg de leche/kg de CMS), que en nuestro estudio fue en promedio 0.40 siendo inferior a lo reportado por (Flores-Cocas et al. 2021) (rango 0.47 – 0.55), al suplementar dos diferentes fuentes energéticas a vacas alimentadas con *L. leucocephala y Pennisetum purpureum.*

Conclusión

Se concluye que las especies gramíneas y leñosas aportaron en gran medida a las necesidades de CMS, PC y EM de vacas en lactación pastoreando en un sistema agrosilvopastoril en la época de estiaje. El uso de suplementos energéticos es necesario para contrarrestar la falta de forraje en cantidad y calidad particularmente durante la estación seca. Es posible que el incremento en la densidad energética de los suplementos durante la época de estiaje permita mejorar la eficiencia alimenticia y la eficiencia de utilización de los pastos, así como de las leñosas ricas en proteína cruda.

Referencias

1. Absalón-Medina VA, Blake RW, Fox DG, et al (2012) Limitations and potentials of dual-purpose cow herds in Central Coastal Veracruz, Mexico. Trop Anim Health Prod 44:1131–1142. https://doi.org/10.1007/s11250-011-0049-1
2. AFRC. 1993. Energy and protein requirements of ruminants. An advisory manual prepared by the AFRC technical committee on responses to nutrients. CAB International, Wallingford, UK.
3. Albarrán-Portillo B, García-Martínez A, Ortiz-Rodea A, et al (2019) Socioeconomic and productive characteristics of dual purpose farms based on agrosilvopastoral systems in subtropical highlands of central Mexico. Agrofor Syst 93:1939–1947. https://doi.org/10.1007/s10457-018-0299-2
4. Albores-Moreno S, Alayón-Gamboa JA, Morón-Ríos A, et al (2020) Influence of the composition and diversity of tree fodder grazed on the selection and voluntary intake by cattle in a tropical forest. Agrofor Syst 94:1651–1664. https://doi.org/10.1007/s10457-020-00483-9
5. AOAC (1995) Official Methods of Analysis. 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.
6. Bacab-Pérez HM, Solorio-Sánchez FJ (2011) Oferta y consumo de forraje y producción de leche en ganado de doble propósito manejado en sistemas silvopastoriles en Tepalcatepec, Michoacán. Trop Subtrop Agroecosystems 13:271–278
7. Bartolomé J, Plaixats J, Piedrafita J, et al (2011) Foraging behavior of Alberes cattle in a Mediterranean forest ecosystem. Rangel Ecol Manag 64:319–324. https://doi.org/10.2111/REM-D-09-00160.1
8. Bottini-Luzardo, M.B., C.F. Aguilar-Pérez, F.G. Centurión-Castro, F.J. Solorio-Sánchez, and J.C. Ku-Vera. 2016. Milk yield and blood urea nitrogen in crossbred cows grazing Leucaena leucocephala in a silvopastoral system in the Mexican tropics. Trop. Grasslands-Forrajes Trop. 4:159–167. doi:10.17138/TGFT(4)159-167.
9. Bryant FC, Taylor CA, Merrill LB (1981) White-Tailed Deer Diets from Pastures in Excellent and Poor Range Condition. J Range Manag 34:193. https://doi.org/10.2307/3898039

10. Camero A, Ibrahim M, Kass M (2001) Improving rumen fermentation and milk production with legume-tree fodder in the tropics. 157–166

11. Castellaro G, Squella F, Ullrich T, et al (2007) Some microhistological techniques utilized in the determination of the botanical composition of herbivore diets. Chil J Agric Res 67:86–93. https://doi.org/10.4067/S0365-28072007000100011

12. Costa SB de M, de Mello ACL, Dubeux JCB, et al (2021) Proportion and digestibility of tree legumes in diets of grazing cattle in a tropical silvopastoral system. Livest Sci 252:104689. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104689

13. DePeters EJ, Cant JP (1992) Nutritional Factors Influencing the Nitrogen Composition of Bovine Milk: A Review. J Dairy Sci 75:2043–2070. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(92)77964-8

14. Flores-Cocas JM, Aguilar-Pérez CF, Ramírez-Avilés L, et al (2021) Use of rice polishing and sugar cane molasses as supplements in dual-purpose cows fed Leucaena leucocephala and Pennisetum purpureum. Agrofor Syst 95:43–53. https://doi.org/10.1007/s10457-019-00434-z

15. Hunter RA, Kennedy PM (2016) Effects of increasing rates of molasses supplementation and forage quality on the productivity of steers. Anim Prod Sci 56:871. https://doi.org/10.1071/AN14846

16. Ibrahim M, Villanueva C, Rojas FCJ, Rica C (2006) Sistemas silvopastoriles como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y restauración de la integridad ecológica de paisajes ganaderos Silvopastoral systems as a tool for the improvement of productivity and restoration of the ecological in. 29:383–420

17. Kohn RA, Kalscheur KF, Russek-Cohen E (2002) Evaluation of models to estimate urinary nitrogen and expected milk urea nitrogen. J Dairy Sci 85:227–233. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74071-X

18. López-González F, Sánchez-Valdés JJ, Castelán-Ortega OA, et al (2015) Agronomic and nutritional characteristics of three grass species in the southern region of Mexico. Indian J. Anim. Sci. 85

19. Mauricio RM, Mould FL, Dhanoa MS, et al (1999) A semi-automated in vitro gas production technique for ruminant feedstuff evaluation. Anim Feed Sci Technol 79:321–330. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0377-8401(99)00033-4

20. Mosquera-Ramos, LJ, D. Robledo-Murillo y A. Asprilla-Palacios. 2007. Diversidad Florística de Dos Zonas de Bosque Húmedo Tropical en Alto Baudó, Chocó, Colombia. Ley Biológica Colombina. 12: 75–90

21. Meyer K, Hummel J, Clauss M (2010) The relationship between forage cell wall content and voluntary food intake in mammalian herbivores. Mamm Rev 40:221–245. https://doi.org/10.1111/j.1365-2907.2010.00161.x

22. NASEM Dairy-8 (2021) The National Academies of Sciences, Engineering and Medicine. Nutrition Requirements of Dairy Cattle. 8th rev. ed. The National Academies Press, 2021

23. SAS OnDemand (2021) SAS® OnDemand for Academics. https://welcome.oda.sas.com/login
Vandermeulen S, Ramírez-Restrepo CA, Marche C, et al (2018) Behaviour and browse species selectivity of heifers grazing in a temperate silvopastoral system. Agrofor Syst 92:705–716. https://doi.org/10.1007/s10457-016-0041-x

24. Wattiaux MA, Karg KL (2004) Protein level for alfalfa and corn silage-based diets: II. Nitrogen balance and manure characteristics. J Dairy Sci 87:3492–3502. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73484-0

25. Zanton GI (2019) Effect of experimental design on responses to 2 concentrations of metabolizable protein in multiparous dairy cows. J Dairy Sci 102:5094–5108. https://doi.org/10.3168/jds.2018-15730

Uso de técnicas convencionales como alternativa para la identificación de parásitos gastrointestinales y sus factores de riesgo en bovinos de carne

RESUMEN

Las Buenas Prácticas Ganaderas (BPG) **ayudan a asegurar la salud y bienestar animal**, así como la inocuidad de los productos de origen animal. Este trabajo buscó evaluar los factores de riesgo asociados a la prevalencia de parásitos gastrointestinales en animales de producción como medio para identificar y evaluar los riesgos prioritarios en bovinos de carne.

El estudio se realizó en el Rancho Universitario de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (RU-UACJ). Realizando análisis coproparasitoscópicos convencionales. El muestreo de excremento se realizó durante el verano y otoño del 2020 e invierno del 2020-2021. El método utilizado para la evaluación de impacto de los factores de riesgo fue la matriz de Leopold combinado con los Criterios Relevantes Integrados. Se identificaron los parasitarios: *Trichostrongylus y Strongyloides*. Los bovinos estuvieron expuestos a factores de riesgo como: ausencia de pediluvio, no desparasitación, animales nuevos sin cuarentena, accesibilidad con fauna silvestre y pastoreo mixto. En conclusión, se confirmó que la matriz de Leopold combinada con los Criterios Relevantes Integrados es capaz de detectar factores de riesgo y su impacto sobre la salud de los animales de producción.

Palabras claves: buenas prácticas; evaluación; impacto; matriz; salud.

INTRODUCCIÓN

Ante la necesidad global de controlar las enfermedades de los animales, se requiere de herramientas que permitan identificar y evaluar el impacto de los factores de riesgo, para reducir las posibles amenazas en la bioseguridad pública y animal (Vallat, 2016).

La Organización Mundial de la Salud Animal como responsable de desarrollar normas internacionales para la sanidad animal y zoonosis, recomienda el uso del análisis de riesgo de las enfermedades; (OIE, 2019).

Actualmente se cuenta con una variedad de métodos para evaluar los riesgos de las enfermedades, estos pueden ser de naturaleza cualitativa o cuantitativa y la utilización de estos permite identificar los efectos adversos en la salud de los animales y a su vez determinar medidas de control sanitario (Jakob-Hoff *et al.*, 2016).

A las enfermedades de los animales se les atribuye pérdidas económicas mayores al 20% (OIE, 2013). Dentro de los agentes infecciosos que afectan a los animales de producción, existen parásitos como los helmintos y las coccidias que llevan a cuadros severos de malestar al animal, cuyas manifestaciones más comunes son la diarrea, pérdida de peso, anorexia, vómitos, fiebre, epigastralgia y signos de deshidratación (Morales *et al.*, 2006). Ante una infección parasitaria los animales se debilitan y en casos extremos son susceptibles a contraer enfermedades secundarias que incluso les puede ocasionar la muerte, pérdidas económicas al ganadero y a la industria (Aguilar-Caballero *et al.*, 2009).

*"**Una de las técnicas** de referencia **más utilizada** y accesible para la detección de huevos de parásitos gastrointestinales **es la observación directa bajo el microscopio**, utilizando métodos de flotación y sedimentación; debido principalmente a su bajo costo, asequibilidad y sencillez en sus metodologías (Figueroa-Castillo et al., 2015)."*

En la producción animal se requiere la aplicación de las Buenas Prácticas Ganaderas (BPG), las cuales ayudan a asegurar la salud y bienestar animal, así como la inocuidad de los productos de origen animal (OIE, 2009). El uso de estas prácticas ayuda al control de agentes infecciosos (SAGARPA y SENASICA, 2016). La implementación de las BPG tiene aplicación limitada en pequeños productores y sistemas de traspatio, debido al poco interés en modificar sus procedimientos tradicionales, deficiencias en la gestión administrativa y la escasa o nula visión que les permite el desarrollo eficiente de las BPG (Salazar, 2015).

Por lo tanto, en este estudio se buscó identificar los factores de riesgo que están asociados a la prevalencia de parásitos gastrointestinales en los bovinos del RU-UACJ empleando métodos convencionales coproparasitoscópicos y sus factores de riesgo mediante la matriz de Leopold combinada con Criterios Relevantes Integrados, lo cual permite dirigir un modelo de control para disminuir el impacto de los factores de riesgo detectados.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en las instalaciones del Rancho Universitario (RU-UACJ) ubicado en el Valle de Juárez, municipio de Práxedis Guerrero, Chihuahua, en la carretera Juárez-Porvenir Km 63, con una altitud de 1090 msnm y coordenadas geográficas de referencia 31° 21' 20" N y 105° 59' 59" O (INEGI, 2019). El RU-UACJ alberga animales de producción como bovinos, ovinos, caprinos, porcinos, equinos, aves de corral y bovinos los cuales fueron los

sujetos de estudio.

Recolección y análisis de laboratorio de muestras de excremento

Se utilizó la fórmula de población finita para determinar el número de muestras de excremento de bovinos (Aguilar-Barojas, 2005).

$$n= (z^2.p.q.N) / (z^2.p.q + d^2(N-1))$$

Donde:

n= Tamaño de la muestra
z= Nivel de confianza o valor de Z crítico
p= Proporción aproximada del fenómeno en estudio en la población de referencia
q= Proporción de la población de referencia que no presenta el fenómeno en estudio
N= Tamaño de la población
d= Nivel de precisión o error máximo admisible.

Las muestras se recolectaron durante tres días consecutivos en las estaciones de verano y otoño del 2020 e invierno 2020-2021, tomadas directamente del recto de los rumiantes usando guantes de látex (PANAFTOSA, 2017).

El número de las muestras de excremento fue: verano 12, otoño 10 e invierno 15; éstas fueron conservadas en bolsas de polietileno rotuladas y refrigeradas a una temperatura de 4°C (PANAFTOSA, 2017). Se realizaron análisis coproparasitoscópicos de Faust y sedimentación (Figueroa-Castillo et al., 2015) y McMaster (OPS, 2020) en el Laboratorio de la División Multidisciplinaria de Nuevo Casas Grandes de la UACJ (LDMNCG). Se determinó el porcentaje de prevalencia parasitaria mediante la fórmula:

$$P= (n/N) x100 \text{ (OPS, 2018)}$$

Dónde:

P= Prevalencia
n= Número de animales positivos
N= Total de animales.

Identificación y determinación de los factores de riesgo

Con la finalidad de identificar los factores de riesgo que pueden estar asociados a una infección parasitaria gastrointestinal, se realizó una valoración de bienestar animal basada en los principios de libertad de Welfare Quality (2009); en una escala valorativa de 1 a 5, donde “1” corresponde a una situación inadecuada, “3” a una situación neutral y “5 a la mejor situación que se podría encontrar un animal. En la identificación se tuvo en cuenta los criterios de condición corporal, limpieza de bebederos, estiércol en el cuerpo, limpieza y comodidad alrededor de la zona de descanso, cojeras, heridas en el cuerpo e infecciones locales.

Adicionalmente se utilizó una lista de revisión (Pérez, 2018), se partió de lo consultado en la literatura en cuanto a prácticas que pueden generar una infección parasitaria gastrointestinal, donde se encontró como factores de riesgo: ausencia de pediluvio, no desparasitación, animales nuevos sin previa cuarentena, inadecuado manejo de animales muertos, accesibilidad con fauna silvestre y pastoreo mixto; estas prácticas se cotejaron en el RU-UACJ corroborando su aplicabilidad.

> **Los criterios y prácticas registrados como inadecuados se determinaron como factores de riesgo los cuales se incluyeron en una matriz para evaluar su impacto y conocer su grado de severidad sobre los bovinos del RU-UACJ.**

Evaluación de impacto

Una matriz de Leopold combinada con los Criterios Relevantes Integrados (CRI) planteados por Buroz (1994) se empleó para evaluar la severidad de cada factor de riesgo; la matriz es una tabla de doble entrada en la que se establecen por un lado los componentes susceptibles de ser afectados (columnas; animales de producción) y la actividad identificada como potencial alterador de los componentes (filas; factores de riesgo).

Los CRI estiman la Severidad (S) de los factores de riesgo, mediante la obtención del cálculo de la Magnitud (M) y el Valor del Índice Ambiental (VIA) o importancia de cada factor (CELEC 2011). Los criterios para la evaluación de cada factor de riesgo son: Intensidad (I), Extensión (E), Duración D), Reversibilidad (R) e Incidencia (G); estos se evalúan en cada interacción y se valoran según la escala comprendida entre 1 y 10.

El valor de la **M** se obtiene de la sumatoria acumulada de los valores obtenidos de los criterios I, E y D, donde cada criterio se multiplica por el valor de peso asignado, peso del criterio de intensidad (WI): 0.40, peso del criterio de extensión (WE): 0.40, y peso del criterio de duración (WD): 0.20.

$$M = (I * WI) + (E * WE) + (D * WD)$$

La **VIA** se obtiene mediante la multiplicación de los valores de los criterios de R, G y M; estos contienen valores exponenciales que son valores de peso; el peso del criterio de magnitud (WM): 0.61, peso del criterio de reversibilidad (WR): 0.22 y peso del criterio de incidencia (WG): 0.17.

$$VIA = (R^{Xr} \times Gi^{Xg} \times Mi^{Xm})$$

Una vez obtenidos los valores de M y VIA, se multiplican para obtener la **S** del factor, la cual se define como el nivel de impacto ocasionado sobre el componente susceptible a ser afectado (animales de producción).

S = M x VIA

La **Severidad** se establece de acuerdo a la escala del resultado de la matriz de Leopold: Leve: 0-5, moderado: 6-15, severo: 16-39, crítico: 40 – 100.

Análisis estadístico

Los datos de las variables independientes (estaciones de verano 2020, otoño 2020 e invierno 2020-2021) y de respuesta (animales parasitados/no parasitado), se evaluaron mediante la prueba de Chi cuadrado (χ^2) y cuando fue necesario se recurrió a la prueba exacta de Fisher con un nivel de confianza del 95%, utilizando el programa estadístico SAS versión 9.0 para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificaron dos géneros de helmintos nematodos en 37 muestras de excremento analizadas durante el periodo de estudio (tabla 1).

Bovinos/genero parasitario	Estación			Prevalencia general
	verano (n=12)	otoño (n=10)	invierno (n=15)	
	Prevalencia (positivo/negativo)	Prevalencia (positivo/negativo)	Prevalencia (positivo/negativo)	
Bovinos (n=37) *Trichostrongylus* *Strongyloides*	66% (8/4) 16% (2/10)	60% (6/4) 20% (2/8)	80% (12/3) 60% (9/6)	70% 35%

Tabla 1

Prevalencia parasitaria por género en los bovinos del RU-UACJ

Los géneros de *Trichostrongylus y Strongyloides* en los bovinos del RU-UACJ, puede deberse a que los animales no disponen de una rotación de potreros, y cuando hay disponibilidad de forraje se permite el pastoreo mixto con pequeños rumiantes y equinos; esto podría presentar una transmisión parasitaria si no se tiene en cuenta los fundamentos básicos para evitar infecciones, dado que el pastoreo mixto también se suele aplicar para un control parasitario. Guzmán et al., (2010) mencionan en sus consideraciones, que en zonas donde se presenta el pastoreo conjunto de rumiantes, los animales jóvenes podrían representar un riesgo de contagio parasitario de *Haemonchus y Trichostrongylus* dado a la susceptibilidad de los rumiantes. Sin embargo, contradictoriamente Marley *et al.*, (2006) demostraron en su estudio que el manejo del pastoreo mixto permite reducir los niveles de contaminación parasitaria de las pasturas, y a su vez posibilitaba el control de nematodos con el uso de bovinos para reducir la infección parasitaria de ovinos susceptibles. Además, la estadía constante de los semovientes en el

corral durante el otoño e invierno en el RU-UACJ y una limpieza inconstante de los corrales favoreció el desarrollo del ciclo de vida parasitario, la transmisión de estos nematodos puede estar influenciada por prácticas de manejo, como menciona Tariq *et al.*, (2010) dado que el forraje, agua y sitio de alojamiento pueden presentar cargas de helmintos.

Los géneros parasitarios identificados en este estudio probablemente pueden atribuirse a la cercanía entre las distintas especies animales de producción y silvestres, la aplicación inconstante de las BPG, agua y suelos contaminados con helmintos nematodos.

Por otro lado, se evidenció la constante presencia de fauna silvestre, debido a que los corrales y zonas de pastoreo no son completamente restrictivos. Durante el estudio se constató la presencia de conejos silvestres (Sylvilagus audubonii), correcaminos (Geococcyx californianus), coyote (Canis latrans), aves Passeriformes y palomas (Columbiformes). En este escenario, se concuerda con Jakob-Hoff *et al.*, (2016) y OIE (2015), quienes mencionan que la interacción entre animales de granja y silvestres puede presentar un contagio directo de enfermedades cuando en estas interacciones no se tratan con medidas adecuadas, ya que algunos animales son huéspedes intermedios y otros suelen ser portadores directos de microorganismos infecciosos; las granjas que colindan con ambientes donde habitan animales silvestres, posiblemente generan un escenario que dará lugar a un mayor contacto de agentes patógenos.

En cuanto a la asociación entre las estaciones y la prevalencia parasitaria de los bovinos, con la tabla de contingencia (Chi cuadrado), no presentó valores mayores de 5 en el 75% de las celdas, por lo tanto, se descartó esta prueba, y se recurrió a la prueba exacta de Fisher, no encontrando asociación estadística (p=0.1602).

En la tabla 2 se observan los factores de riesgo identificados como inadecuado con valor de “1”, mediante la valoración de bienestar animal y posteriormente se incluyeron en la matriz para evaluar su impacto sobre los animales de producción del RU-UACJ.

Criterio	Valoración
Condición corporal	3.0
Limpieza de bebederos	1.0
Estiércol en el cuerpo	3.0
Limpieza zona de descanso	3.0
Cojeras	5.0
Heridas en el cuerpo	5.0
Infecciones locales	5.0

Criterios con valoración de 1 se diagnóstica como inadecuado, 3: neutral y 5: adecuado.

Tabla 2

Factores de riesgo obtenidos de la evaluación de bienestar animal.

En la tabla 3 se identifican seis prácticas o factores de riesgo que cotejaron su aplicabilidad en el RU-UACJ mediante una lista de revisión, las cuales posteriormente se incluyeron en la matriz para evaluar su impacto.

Factores de riesgos	Evidencia
Ausencia de pediluvio	✓
No desparasitación	✓
Animales nuevos sin cuarentena	✓
Animales muertos	x
Accesibilidad con fauna silvestre	✓
Pastoreo mixto	✓

(✓): hay de evidencia; (x): no se presenta factor de riesgo.

Tabla 3

Factores de riesgo considerados mediante lista de revisión.

En la tabla 4, se observan los resultados de la evaluación de impacto de cada factor de riesgo, con valores de 4.0 a 30.7.

ESPECIE AFECTADA / ACCIONES IMPACTANTES DENTRO DEL RANCHO	BOVINOS
Limpieza de bebederos	4.0
Ausencia de pediluvio	29.1
No desparasitación	29.1
Animales nuevos sin cuarentena	30.7
Accesibilidad con fauna silvestre	24.4
Pastoreo mixto	26.6

FACTORES DE RIESGO

Escala de severidad: leve (0-5), moderado (6-15), severo (16-39), crítico (40-100)

Tabla 4

Evaluación de impacto de cada factor de riesgo asociado a infección parasitaria sobre los animales de producción.

Los factores considerados como severos requieren de corrección específica de forma inmediata; estos factores pueden llegar a perturbar de manera significativa la salud de los animales de producción, mientras que los leves no requieren de medidas correctivas específicas y tampoco inmediatez, pero si requieren que sean atendidos con

medidas correctivas básicas.

Conclusiones

Se detectó los géneros parasitarios de *Trichostrongylus y Strongyloides* en los bovinos del RU-UACJ.

El factor "limpieza de bebederos" considerado como "leve" en los rumiantes, no requiere de medidas correctivas específicas de forma inmediata, pero si requieren que sea atendido con medidas correctivas básicas. Los factores considerados como severos, la "ausencia de pediluvio", la "no desparasitación" "animales nuevos sin cuarentena", la "accesibilidad con fauna silvestre" y el "pastoreo mixto" también afecta a los rumiantes, estos factores de riesgo requieren de medidas correctivas específicas y de forma inmediata.

Este trabajo representa una oportunidad para conocer el nivel de impacto de cada factor de riesgo que incide en la salud de los bovinos y así priorizar las acciones de manejo conforme a su evaluación concreta.

Se confirmó que las técnicas convencionales coproparasitosópicas y la matriz de Leopold combinada con los Criterios Relevantes Integrados es capaz de detectar huevos de parásitos y factores de riesgo sobre la salud de los bovinos del RU-UACJ, además que estas metodologías están al alcance de todos y no requiere de grandes inversiones económicas.

Referencias

1. Aguilar-Barojas, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. Salud en Tabasco, 11 (1-2): 333-338. DOI: 10.2307/j.ctv1ddct6q.9.

2. Aguilar-Caballero, A. J., Torres-Acosta, J. F. J., Cámara-Sarmiento, R. (2009). Importancia del parasitismo gastrointestinal en ovinos y situación actual de la resistencia antihelmíntica en México.In: Avances en el control de la parasitosis gastrointestinal de ovinos en el trópico. 1-11 pp.; Universidad Autónoma Chapingo, México. DOI: 10.2307/j.ctvhn0bcd.8.

3. CELEC EP (Corporación Eléctrica del Ecuador). (2011). Estudio de Impacto Ambiental Definitivo para la Construcción y Operación de la Subestación El Inga 500/230/138 kV. 2011, 9: 182-210. DOI: 10.37116/revistaenergia.v8.n1.2012.192.

4. FAO (Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación). (2012). Buenas Prácticas Pecuarias (BPP) para la producción y comercialización porcina familiar. DOI: 10.5377/payds.v2i0.5425.

5. Figueroa-Castillo, J. A., Jasso-Villazul, C., Liébano-Hernández, E., Martínez-Labat, P., Rodríguez-Vivas, R. I., Zárate-Ramos, J. J. (2015). Examen coproparasitoscópico. In: Técnicas para el diagnóstico de parásitos con importancia en salud pública y veterinaria. 3: 78-128. AMPAVE-CONASA. México, DF. DOI: 10.23857/dom.cien.pocaip.2017.3.4.oct.47-55.

6. Frontera, E., Pérez, M., Alcaide, M., Reina, D. (2009). Patología parasitaria porcina en imágenes. Servet-Grupo Asís Biomedia. Disponible en: https: //dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=490758. [Última consulta: 9 de abril de 2021].

7. Girard, R. (2014). Técnicas para laboratorios de atención primaria de salud y para el diagnóstico de las enfermedades infecciosas desatendidas. Manual de Parasitología, Tercera Edición. DOI: 10.1157/13127229.

8. INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) 2020. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/. [Última consulta: 11 de marzo de 2021].

9. Jakob-Hoff, R. M., MacDiarmid, S. C., Lees, C., Miller, P. S., Travis D., Kock, R. (2016). Manual of Procedures for Wildlife Disease Risk Analysis. World Organisation for Animal Health, Paris. 172 pp. Disponible en: https:// portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2014-007.pdf.

10. Marley, C., Fraser, M., Davies, D., Rees, M., Vale, J., Forbes, A. (2006). The effect of mixed or sequencial grazing of cattle and sheep on the faecal egg counts and growth rates of weaned lambs when treated with anthelmintics. Veterinary Parasitology, 142(1-2): 134-41. DOI:10.1016/ j.vetpar.2006.06.030.

11. Morales, G., Pino, L., Sandoval, E., Florio, J., Jiménez D. (2006). Niveles de infestación parasitaria, condición corporal y valores de hematocrito en bovinos resistentes, resilientes y acumuladores de parásitos en un rebaño Criollo Río Limón. Zootecnia Tropical, 24 (3): 333–346. DOI:10.15381/rivep.v23i1.886.

12. Norma Mexicana NMX-AA-003-1980. Manejo y muestreo de aguas residuales. Diario Oficial de la Federación. 25 de marzo de 1980.

13. Norma Oficial Mexicana NOM-230-SSA1-2002. Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano, requisitos sanitarios que se deben cumplir en los sistemas de abastecimiento públicos y privados durante el manejo del agua. Procedimientos sanitarios para el muestreo de agua. Diario Oficial de la Federación. 1 de agosto de 2003.

14. Norma Mexicana NMX-AA-113-SCFI-2012. Análisis de agua para determinación de huevos de helminto. Diario Oficial de la Federación. 9 de abril de 2013.

15. Norma Mexicana NMX-AA-132-SCFI-2016. Muestreo de suelos para la identificación y la cuantificación de metales y metaloides, y manejo de la muestra. Diario Oficial de la Federación. 06 de marzo de 2017.

16. OIE (Organización Mundial de Sanidad Animal). (2009). Guía de buenas prácticas ganaderas para la seguridad sanitaria de los alimentos de origen animal. DOI:10.20506/rst.25.2.1698.

17. OIE (Organización Mundial de Sanidad Animal). (2013). El concepto “Una sola salud”: enfoque de la OIE, Boletín. No 2013-1. DOI: 10.20506/rst.28.3.1959.

18. OIE (Organización Mundial de Sanidad Animal). (2015). Enfermedades de los animales silvestres. Hoja informativa. Versión en línea. DOI: 10.20506/rst.39.1.3082.

19. OIE (Organización Mundial de Sanidad Animal). (2019). Código Sanitario para los Animales Terrestres 2019. Edición 28. DOI: 10.20506/rst.34.1.2340.

20. OPS (Organización Panamericana de la Salud), OMS (Organización Mundial de la Salud). (2018). Indicadores de salud. Aspectos conceptuales y operativos. Washington, DC. Disponible en: https: //iris.paho.org/bitstream/handle/ 10665.2/ 49058/9789275320051_spa.pdf?sequence=5&isAllowed=y. [Última consulta: 18 de mayo de 2021].

21. OPS (Organización Panamericana de la Salud). (2020). Medios auxiliares para el diagnóstico de las parasitosis intestinales. Washington, DC. DOI: 10.37774/9789275320051.

22. PANAFTOSA (Centro Panamericano de Fiebre Aftosa). (2017). Manual veterinario de toma y envío de muestras: manual técnico. Disponible en: https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/34527/01016970MT13spa.pdf?seqence=1&isAllowed=y. [Última consulta: 18 de mayo de 2021].

23. Pérez, C. (2018). Uso de listas de cotejo como instrumento de observación. Universidad Tecnológica Metropolitana. Puerto de Manzanillo, México. 1-21 pp. DOI: 10.32870/dfe.vi.10.

24. SAGARPA (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural) y SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). (2016). Manual de Buenas Prácticas Pecuarias en la Producción de Granjas Porcícolas. Segunda Edición. DOI: 10.2307/j.ctvr0qvf0.

25. Salazar, O. L. (2015). Evaluación de la implementación de buenas prácticas pecuarias en la producción de ovinos y caprinos en la zona metropolitana de los municipios de Bucaramanga y Lebrija (Tesis de Maestría). Universidad de Manizales. Manizales, Colombia. 1-153 pp. DOI: 10.17230/ad-minister.29.8.

26. Tariq, K., Chishti, M., Ahmad, F. (2010). Gastro-intestinal nematode infections in goats relative to season, host sex and age from the Kashmir valley, India. Journal of Helminthology, 84(01):93-97. DOI: 10.1017 / S0022149X09990113

27. Vallat, B. (2016). Manual of Procedures for Wildlife Disease Risk Analysis. World Organisation for Animal Health, Paris. 7-8 pp. Disponible en: https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2014-007.pdf.

28. Welfare Quality. (2009). Welfare Quality assessment protocol for pigs (sows and piglets, growing and finishing pigs). Lelystad, Netherlands. 1-123 pp. Disponible en: http://www.welfarequalitynetwork.net/media/1018/pig_protocol.pdf.

Uso de la regresión logística para la identificación de factores de riesgo asociados a la presentación de baja prolificidad en cerdas, como apoyo a las decisiones de remoción

Introducción

> En la **producción porcina actual** se reemplazan entre el 35 y 55% de las cerdas anualmente, con el fin de mantener la eficiencia y productividad de las granjas.[1,2] Por ello, las decisiones de **remoción y reemplazo en la piara son tareas sumamente importantes**, ya que de estas depende, en parte, la estructura de paridad de la piara y otros factores que impactan la rentabilidad de la granja.[1,3–5]

Estas decisiones pueden realizarse mediante el análisis de la información de rendimiento de las cerdas en la piara, además del conocimiento empírico de los productores y veterinarios; sin embargo, dada la gran cantidad de información generada a partir de una cerda, dichos análisis requieren de tiempo y esfuerzo considerables.[1,6]

Un indicador de productividad importante en las cerdas es el tamaño de la camada o su prolificidad, ya que se considera una medida de expresión del potencial genético que poseen, y es a partir de esta que se generan el número máximo de lechones con posibilidades de salir al mercado; sin embargo, también puede estar asociada a diversos factores, tanto intrínsecos (tasa de ovulación) como extrínsecos (manejo reproductivo, estatus sanitario de la granja o ambiente).[1,7,8]

De acuerdo con lo descrito por diversos autores, se recomienda la evaluación del rendimiento individual de una cerda antes de su tercera paridad, con el fin de reconocer si su desempeño posterior será aceptable o no en términos de retornos económicos; es por ello, que el uso de modelos con bases matemáticas puede ser una herramienta que permita identificar aquellos patrones que actúen en perjuicio del rendimiento productivo de una hembra y, por tanto, apoye en la toma de decisiones.[1,6,7]

Al respecto, los modelos de regresión logística han sido usados para determinar diferentes factores de riesgo asociados a distintos eventos de naturaleza cualitativa en la producción porcina, cuya presentación resulta negativa para esta; además, permite una cuantificación de las posibilidades de presentación del evento de

acuerdo con los diferentes niveles que pueden tomar los factores asociados a este.[3,9] El objetivo de este trabajo fue desarrollar un modelo de regresión logística que permita identificar y cuantificar algunos factores de riesgo asociados a la presentación de baja prolificidad en la tercera paridad en cerdas de una granja comercial, con el fin de apoyar las decisiones de remoción.

Métodos

Datos y criterios de exclusión

Se utilizó la información retrospectiva de una granja comercial, la cual fue extraída directamente del programa de gestión utilizado por ésta. Dicha información fue resumida en una base de datos que contempló los registros de cerdas retiradas de la piara entre los años 2018 a 2021, de la cual se realizó una edición con el fin de asegurar valores dentro de los limites fisiológicos, y de eliminar aquellos registros que evidenciaran errores en su captura. Además, se excluyeron todos aquellos registros incompletos en las tres primeras paridades de las cerdas y de aquellas cerdas que fueron removidas antes de su tercera paridad, así como los de cerdas que tuvieron una edad a primer servicio mayor o igual a 400 días.[10] Con esto, la base utilizada se compuso de datos correspondientes a 2,902 cerdas retiradas de la granja y 11 variables de estudio.

Los datos generales de la granja y su información exclusiva de operaciones no se contemplaron dentro de este escrito, debido a que se limitó la participación de la empresa al uso de los datos de las cerdas, durante el periodo antes mencionado, para la realización de este trabajo.

Categorías

Mediante un procedimiento de estratificación óptima de Dalenius y Hodges[11], las cerdas fueron categorizadas de acuerdo con el número de lechones nacidos totales (LNT) en sus primeras tres paridades y de acuerdo con su edad a primer servicio. Por el número de LNT en las primeras dos paridades, las cerdas fueron clasificadas como BAJA (P1B/P2B) cuando, en cada uno de dichos partos, tuvieron 11 o menos LNT; MEDIA (P1M/P2M) cuando tuvieron entre 12 y 14 LNT; y ALTA (P1A/P2A) cuando tuvieron 15 o más LNT. Debido a que la evaluación pretendió brindar un apoyo en la toma de decisiones para reemplazar a una cerda a través de la identificación de aquellas con mayor susceptibilidad a presentar una camada reducida a en su tercera paridad, solo se determinaron dos categorías para dicho evento: BAJA (P3B) cuando una cerda tuvo 14 o menos LNT, y ACEPTABLE (P3A) si tuvo 15 o más LNT.[1] Por otra parte, de acuerdo con su edad a primer servicio, las cerdas se agruparon en tres categorías por rango de días: cerdas que recibieron su primer servicio a los 199 días de edad o menos, cerdas que lo recibieron entre los 200 y 219 días de edad, y cerdas que recibieron su primer servicio después de los 220 días de edad.

Análisis estadísticos

Los análisis se realizaron con los softwares IBM SPSS® Statistics 25 y RStudio® (versión 4.1.3), en este último se emplearon la función *GLM* y la librería *EFFECTS* para graficar los efectos del modelo resultante. Se aplicó un modelo de regresión logística binomial a la base de datos resultante, con el fin de determinar un modelo con variables que pudieran influir en la probabilidad de que una cerda pueda tener una camada BAJA o ACEPTABLE (1 o 0) en su tercera paridad. Inicialmente, se utilizó un modelo saturado que contenía todas las variables explicativas: edad de entrada de la cerda, inseminaciones por servicio en paridad 1, mes en que la cerda recibió su primer servicio, lechones nacidos muertos en paridad 1, lechones muertos durante la primera lactancia, duración

en días de la primera lactancia, intervalo destete-celo en paridad 1, edad a primer servicio, tamaño de camada en paridad 1 y tamaño de camada en paridad 2. En dicho modelo se usó el método *hacia atrás* para determinar el modelo que mejor explicara la respuesta y, por tanto, denotara a aquellas variables que pudieran ser consideradas como factores de riesgo para tener una tercera camada BAJA en la tercera paridad. El modelo resultante final incluyó las variables: edad de entrada, mes de primer servicio, edad a primer servicio, tamaño de camada en paridad 1 y tamaño de camada en la paridad 2. Posteriormente, mediante el método *introducir*, con el modelo final se realizó el análisis correspondiente para obtener los resultados.

Otra forma de selección del modelo final fue con base en el valor más bajo del criterio de información de Akaike (AIC) proporcionado por cada modelo propuesto; además, este valor sirvió como medida de bondad de ajuste, así como la prueba de Hosmer y Lameshow.[12] Para todas las asociaciones se estipuló un nivel de significancia de 0.05. Para todas las variables categóricas del modelo se utilizaron los siguientes niveles de referencia: diciembre, ≤199 días, P1A y P2A; de tal manera que los resultados se compararon contra estos niveles.

Resultados y discusión

En los sistemas de producción porcina se han observado altos porcentajes de retiro en aquellas cerdas consideradas de bajo rendimiento, incluso cuando estas son de paridades bajas, lo cual afecta la longevidad de la piara.[5,7] Además, la remoción de cerdas jóvenes es un fenómeno preocupante en la economía de las granjas, por lo que la decisión de reemplazar a estas cerdas debe implantarse con precaución y de manera justificada.[1,4] El presente trabajo identificó, a través de un modelo de regresión logística binomial, cinco variables que pueden actuar como factores de riesgo para la presentación de un tamaño de camada bajo hacia la tercera paridad (P3B); así como las posibilidades de que dicho evento se presente de acuerdo con el comportamiento de esas variables.

Las frecuencias de distribución de las variables categóricas empleadas en el modelo final de acuerdo con el tamaño de camada en la tercera paridad se resumen en el Cuadro 1. El Cuadro 2 muestra las variables, y sus niveles, que formaron el modelo de regresión logística binomial y los coeficientes de este modelo, así como los *Odds ratio* (OD) y el nivel de significancia obtenido para cada variable y nivel.

Por otra parte, la Figura 1 representa el efecto de cada nivel de las variables usadas en el modelo sobre la probabilidad de calificar como P3B. Todas las variables incluidas en el modelo final tuvieron una asociación significativa con la variable respuesta, tamaño de camada en paridad 3 ($P<0.05$).

Respecto a la edad de entrada de las cerdas, las medias y desviaciones estándar fueron de 207.53±21.77 (206.59 – 208.47, IC 95%) y 206.27±19.31 (204.97 – 207.57, IC 95%) días para P3A y P3B, respectivamente; de igual forma, sus valores mínimos y máximos fueron 153 y 382 días para P3A, y 153 y 285 días para P3B. La edad de entrada promedio fue de 207.16±21.08 días para todas las cerdas y fue similar entre cerdas P3A y P3B, lo cual difiere con lo reportado por Tummaruk

"*Esta variable demostró tener una asociación negativa en el modelo (Figura 1b), es decir,* ***cuanto más tarde la cerda ingresó a la granja, menor fue la posibilidad de que presentara una tercera camada BAJA*** *(P<0.05) (Cuadro 2)*".

et al.[13] en granjas tailandesas, donde la edad promedio de ingreso a la granja fue de 163±27 días.

La edad de entrada de las cerdas primerizas a una granja puede variar de acuerdo con las prácticas de gestión en cada una de estas y es una variable que se ha correlacionado positivamente con la edad a primer servicio.[8,13] En este trabajo, se pudo observar que el riesgo de ser P3B disminuyó conforme se incrementó la edad de entrada de las cerdas debido, probablemente, a que estas tuvieron un periodo de aclimatación diferente en la granja, lo cual puede influir en la salud reproductiva y bienestar de la cerda primeriza.[13,14]

Por otra parte, durante los meses marzo, enero y diciembre se presentaron el mayor número de cerdas P3A; mientras que, durante junio, enero y abril, se presentaron más cerdas de la categoría P3B (Cuadro1). La variable mes de primer servicio, a pesar de ser una variable significativa, no demostró ser un factor de riesgo o tener una asociación significativa en todos sus niveles; se determinó que las cerdas que recibieron su primer servicio en los meses de junio, julio, agosto, septiembre y noviembre tuvieron más posibilidades de presentar una camada BAJA hacia la tercera paridad ($P<0.05$), en comparación con aquellas que lo recibieron en el mes de diciembre (Cuadro 2; Figura 1a). De acuerdo con la literatura, se ha documentado que las primerizas nacidas entre enero y abril exhiben tasas de crecimiento inferiores en comparación con las primerizas nacidas en cualquier otro mes del año.[14] Los resultados del modelo de regresión empleado indicaron que las cerdas que recibieron su primer servicio durante los meses de mayor riesgo para ser P3B estuvieron expuestas a un ambiente climático diferente durante su fase de crecimiento; con ello, se debe considerar que la tasa de crecimiento es un factor altamente asociado a la presentación de la pubertad y se ha sugerido como un criterio de selección de primerizas de reemplazo, ya que tasas bajas se han relacionado a una pubertad tardía, incremento en la incidencia de fallas reproductivas futuras y disminución de la prolificidad en las camadas posteriores.[8,13–15] En cuanto al periodo comprendido entre enero y mayo, no se consideró como factor de riesgo para la presentación de cerdas P3B.

Variable	*n*	Cerdas en paridad 3[1]	
		Aceptable (%)	Baja (%)
Mes de primer servicio			
Enero	328	11.3	11.3
Febrero	232	8.6	6.6
Marzo	307	11.9	7.4
Abril	282	9.7	9.7
Mayo	265	9.3	8.6
Junio	318	10.1	13.1
Julio	239	7.7	9.6
Agosto	156	5	6.4
Septiembre	166	4.8	8
Octubre	159	5.6	5.3
Noviembre	154	5.1	5.9
Diciembre	296	11.1	8.1
Edad a primer servicio			
≤ 199 días	584	20.6	19
200 – 220 días	1367	46.5	48.5
≥ 221 días	951	32.9	32.5
Tamaño de camada en paridad 1			
≤ 11 LNT (**baja**)	146	3.9	7.7
12 – 14 LNT (**media**)	1334	43.6	51.8
≥ 15 LNT (**alta**)	1422	52.5	40.6
Tamaño de camada en paridad 2			
≤ 11 LNT (**baja**)	547	15.3	27.4
12 – 14 LNT (**media**)	726	22.7	30.5
≥ 15 LNT (**alta**)	1629	61.9	42.1

[1]baja: ≤ 14 lnt; aceptable: ≥ 15 lnt.)

Cuadro 1

Distribución (%) de cerdas por variable categórica usada en el modelo de regresión logística binomial de acuerdo con la presentación de una camada ACEPTABLE o BAJA en la tercera paridad.

En relación con la edad a primer servicio, las distribuciones de cerdas fueron similares tanto para cerdas P3A como para cerdas P3B (Cuadro 1). También, se observó que un incremento en la edad a primer servicio superior a los 199 días de edad aumentó significativamente las posibilidades de tener una prolificidad BAJA en la tercera camada (P<0.05), sin embargo, estas posibilidades aumentaron, incluso al doble, para las cerdas que fueron servidas por primera vez a una edad superior a los 220 días (Cuadro 2; Figura 1c). De acuerdo con Koketsu e Iida[8], las consecuencias de una edad a primer servicio tardía se ven reflejadas en una menor longevidad de las cerdas y mayor acumulación de días no productivos, así como menor número de lechones nacidos vivos (LNV) y lechones destetados a lo largo de su vida productiva. También, se ha asociado la edad tardía a primer servicio con un incremento de problemas reproductivos como consecuencia de una maduración tardía y funciones ováricas poco desarrolladas.[8,15,16] Por otra parte, la edad a primer servicio se encuentra relacionada con la edad de entrada de

las cerdas a la granja y con el ambiente climático en que conviven. Una entrada temprana a la granja puede favorecer la presentación de la pubertad en las primerizas y, en consecuencia, su edad a primer servicio, ya que se ven presentadas a diferentes prácticas zootécnicas como la exposición temprana al verraco, la cual influye significativamente en la presentación del primer celo de la primeriza.[14] Esto explicaría el que edades tardías al primer servicio aumentaron las posibilidades de que una cerda fuera P3B, de acuerdo con los resultados del modelo propuesto. También, se ha informado que las cerdas que ingresan a la granja en los meses más fríos tienen un intervalo de presentación del primer celo más corto, por lo que, en este trabajo, serían servidas por primera vez a una edad más temprana y durante los meses que no supondrían un riesgo para la presentación de una tercera camada baja.[13,14]

Variable	n	Coeficiente de la regresión ± EE	P value	Odds ratio (IC 95%)
Edad de entrada	2,902	-0.01±0.00	0.0360	0.99 (0.99 - 1.00)
Mes de primer servicio			<0.0001	
Enero	328	0.32±0.19	0.0882	1.38 (0.95 - 1.99)
Febrero	232	0.04±0.21	0.8546	1.04 (0.69 - 1.57)
Marzo	307	-0.22±0.20	0.2738	0.80 (0.54 - 1.19)
Abril	282	0.20±0.20	0.3165	1.22 (0.83 - 1.79)
Mayo	265	0.07±0.20	0.7441	1.07 (0.72 - 1.59)
Junio	318	0.46±0.19	0.0134	1.59 (1.10 - 2.29)
Julio	239	0.50±0.20	0.0118	1.65 (1.12 - 2.44)
Agosto	156	0.60±0.22	0.0069	1.82 (1.18 - 2.82)
Septiembre	166	0.79±0.22	0.0003	2.19 (1.44 - 3.35)
Octubre	159	0.27±0.23	0.2387	1.31 (0.84 - 2.05)
Noviembre	154	0.46±0.23	0.0398	1.59 (1.02 - 2.47)
Diciembre*	296			
Edad a primer servicio			0.0397	
≤ 199 días*	584			
200 – 220 días	1,367	0.25±0.13	0.0469	1.28 (1.00 - 1.64)
≥ 221 días	951	0.40±0.16	0.0114	1.49 (1.09 - 2.03)
Tamaño de camada en paridad 1			<0.0001	
≤ 11 LNT (**baja**)	146	0.79±0.19	<0.0001	2.21 (1.53 - 3.17)
12 – 14 LNT (**media**)	1,334	0.39±0.09	<0.0001	1.48 (1.24 - 1.76)
≥ 15 LNT (**alta**)*	1,422			
Tamaño de camada en paridad 2			<0.0001	
≤ 11 LNT (**baja**)	547	0.95±0.11	<0.0001	2.58 (2.09 - 3.19)
12 – 14 LNT (**media**)	726	0.65±0.10	<0.0001	1.91 (1.57 - 2.33)
≥ 15 LNT (**alta**)*	1,629			

EE: error estándar; IC: intervalo de confianza; Odds ratio: razón de probabilidades que expresa las posibilidades de ser P3B en comparación con el nivel de referencia.[17,18] *Nivel de referencia para cada variable en el modelo.

Cuadro 2

Modelo final de regresión logística binomial empleado para determinar factores de riesgo a presentar una camada BAJA en la paridad 3.

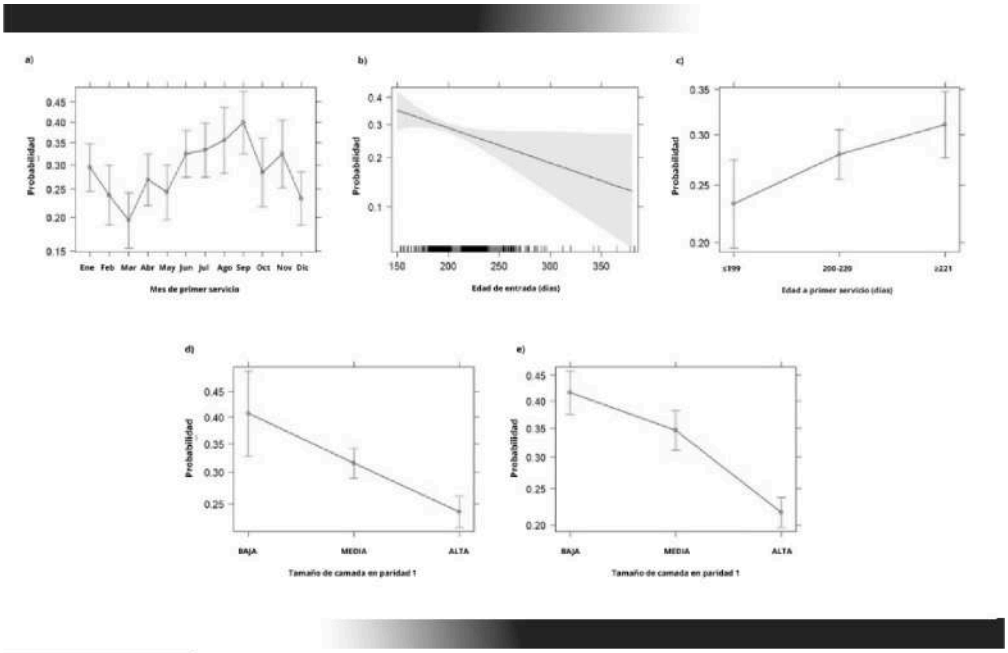


Figura 1

Efectos de las variables del modelo final de regresión logística binaria sobre las probabilidades de la respuesta (camada BAJA en el tercer parto) y sus IC al 95%.

En las cerdas P3B, aproximadamente el 60% de los casos fueron de cerdas con tamaños de camada MEDIA y BAJA en las paridades 1 y 2; en contraste, para las cerdas P3A, estas clasificaciones solo aportaron aproximadamente el 40% de los casos (Cuadro 1). El número de LNT en la primera paridad y en la segunda paridad resultaron variables altamente significativas en el modelo (P<0.0001) (Cuadro 2), con lo cual se pudieron considerar como los principales factores de riesgo asociados a una calificación P3B; la importancia de dicha asociación radica en que son características que se han propuesto en diferentes estudios como predictores tempranos de la prolificidad futura de las cerdas.[1,7,8,15,16,19] Los resultados del modelo utilizado en este trabajo señalaron que las cerdas P1B aumentaron entre 1.53 y 3.17 sus posibilidades de presentar un tamaño reducido de camada hacia la tercera paridad (P<0.0001), en comparación con aquellas que calificaron P1A; mientras que para las cerdas P1M, la posibilidad de presentar P3B disminuyó (OR=1.24 - 1.76; P<0.0001) (Cuadro 2; Figura 1d).

Respecto al número de LNT en la paridad dos, las cerdas P2B tuvieron hasta tres veces más posibilidades de tener también una camada BAJA en el tercer parto, en comparación con las cerdas P2A (P<0.0001). También, se observó que cuando las cerdas presentaron P2M disminuyeron sus posibilidades de presentar una camada BAJA hacia el tercer parto; sin embargo, el riesgo de presentar dicha característica era 1.91 mayor, en promedio, con respecto a las cerdas P2A (P<0.0001) (Cuadro 2; Figura 1e). Ek-Mex *et al.*[15], en México, observaron que las cerdas con menos de nueve LNV en su primer parto tenían significativamente menos LNV a lo largo de su vida productiva; mientras que Gruhot *et al.*[7], en granjas norteamericanas, demostraron que las cerdas con calificaciones bajas para el tamaño de camada en las dos primeras paridades podían tener una diferencia menor de hasta de 20 LNV de por vida en comparación con cerdas que tenían camadas altas en dichas paridades. Además, se ha informado una mayor influencia estacional en cerda primerizas sobre rasgos como el tamaño de la camada, lo que, de acuerdo con los factores de riesgo identificados con el modelo propuesto, podría condicionar su tamaño de camada en el primer parto y, en consecuencia, en el de los partos subsecuentes.[14]

Conclusiones

Los modelos de regresión logística binomial, como el utilizado en este trabajo, pueden resultar útiles para identificar variables asociadas a la presentación de camadas reducidas en la tercera paridad de las cerdas, así como para determinar su efecto sobre dicho evento cuando esas variables tienen diferentes presentaciones. Recibir el primer servicio en los meses de junio, julio, agosto, septiembre y noviembre; recibir dicho servicio posterior a los 220 días de edad y presentar 11 LNT o menos en las paridades 1 y 2 fueron considerados como factores de riesgo que incrementaron las posibilidades de presentación de una camada baja hacia el tercer parto. Por otra parte, la edad de entrada a la granja se asoció negativamente a la presentación de dicho evento. La evaluación individual de estas medidas de manera temprana puede ser necesaria para formar un juicio adecuado y justificado al momento de tomar decisiones respecto a la remoción de las cerdas,

> **“**
> **por lo que el uso de modelos como el del presente trabajo pueden ser beneficiosos para los productores y las granjas porcinas al establecer criterios de retiro más precisos.**

Referencias

1. Pomar J, Pomar C. A knowledge-based decision support system to improve sow farm productivity. *Expert Systems with Applications.* 2005;29(1):33-40. doi:10.1016/J.ESWA.2005.01.002
2. PIC. Análisis de la industria porcina Latinoamericana. 2019;17(114):1-8.
3. Tani S, Piñeiro C, Koketsu Y. Culling in served females and farrowed sows at consecutive parities in Spanish pig herds. *Porcine Health Management.* 2018;4. doi:10.1186/S40813-018-0080-Y
4. Bergman P, Gröhn YT, Rajala-Schultz P, et al. Sow removal in commercial herds: Patterns and animal level factors in Finland. *Preventive Veterinary Medicine*. 2018;159:30-39. doi:10.1016/J.PREVETMED.2018.08.010
5. Segura-Correa JC, Ek-Mex E, Alzina-López A, Segura-Correa VM. Frequency of removal reasons of sows in Southeastern Mexico. *Tropical Animal Health and Production*. 2011;43(8):1583-1588. doi:10.1007/s11250-011-9847-8
6. Piñeiro C, Morales J, Rodríguez M, Aparicio M, Manzanilla EG, Koketsu Y. Big (pig) data and the internet of the swine things: a new paradigm in the industry. *Animal Frontiers*. 2019;9(2):6-15. doi:10.1093/AF/VFZ002
7. Gruhot TR, Calderón Díaz JA, Baas TJ, Stalder KJ. Using first and second parity number born alive information to estimate later reproductive performance in sows. *Livestock Science.* 2017;196:22-27. doi:10.1016/J.LIVSCI.2016.12.009
8. Koketsu Y, Iida R. Farm data analysis for lifetime performance components of sows and their predictors in breeding herds. *Porcine Health Management.* 2020;6(1):1-12. doi:10.1186/S40813-020-00163-1/FIGURES/5

9. Pluym LM, Maes D, van Weyenberg S, van Nuffel A. Risk factors for development of lameness in gestating sows within the first days after moving to group housing. *The Veterinary Journal.* 2017;220:28-33. doi:10.1016/J.TVJL.2016.11.008

10. Iida R, Koketsu Y. Number of pigs born alive in parity 1 sows associated with lifetime performance and removal hazard in high- or low-performing herds in Japan. *Preventive Veterinary Medicine.* 2015;121(1-2):108-114. doi:10.1016/J.PREVETMED.2015.06.01

11. Dalenius T, Hodges JL. Minimum Variance Stratification. *J Am Stat Assoc.* 1959;54(285):88-101. doi:10.1080/01621459.1959.10501501

12. Rodriguez Martínez D, Pena TF, Rivera FF, Blanco V. El criterio de información de Akaike en la obtención de modelos estadísticos de rendimiento. *A Coruña*. Published online September 2009. Accessed July 20, 2022. https://www.researchgate.net/publication/236279245

13. Tummaruk P, Tantasuparuk W, Techakumphu M, Kunavongkrit A. The association between growth rate, body weight, backfat thickness and age at first observed oestrus in crossbred Landrace × Yorkshire gilts. *Animal Reproduction Science.* 2009;110(1-2):108-122. doi:10.1016/J.ANIREPROSCI.2008.01.004

14. Tummaruk P. Effects of season, outdoor climate and photo period on age at first observed estrus in Landrace × Yorkshire crossbred gilts in Thailand. *Livestock Science.* 2012;144(1-2):163-172. doi:10.1016/J.LIVSCI.2011.11.010

15. Ek-Mex JE, Segura-Correa JC, Alzina-López A, Batista-Garcia L. Lifetime and per year productivity of sows in four pig farms in the tropics of Mexico. *Tropical Animal Health and Production.* 2015;47(3):503-509. doi:10.1007/s11250-014-0749-4

16. Segura-Correa JC, Ek-Mex EJ, Alzina-López A, Magaña-Monforte JG, Sarmiento-Franco L, Santos-Ricalde RH. Length of productive life of sows in four pig farms in the tropics of Mexico. *Tropical Animal Health and Production.* 2011;43(6):1191-1194. doi:10.1007/s11250-011-9824-2

17. Doi SA, Furuya-Kanamori L, Xu C, et al. The Odds Ratio is “portable” across baseline risk but not the Relative Risk: Time to do away with the log link in binomial regression. *Journal of Clinical Epidemiology.* 2022;142:288-293. doi:10.1016/J.JCLINEPI.2021.08.003

18. Ranganathan P, Aggarwal R, Pramesh CS. Common pitfalls in statistical analysis: Odds versus risk. *Perspectives in Clinical Research.* 2015;6(4):222. doi:10.4103/2229-3485.167092

19. Hoving LL, Soede NM, Graat EAM, Feitsma H, Kemp B. Reproductive performance of second parity sows: Relations with subsequent reproduction. *Livestock Science.* 2011;140(1-3):124-130. doi:10.1016/J.LIVSCI.2011.02.019

Del manejo de personal a la formación de equipos de alto desempeño

> Antes que nada, hay que entender que el personal de una granja es el activo más importante con el que cuenta, definen el éxito. Podemos contar con la mejor genética, biológicos, medicamentos y equipo, inclusive con la mejor salud, pero si el personal no está fuertemente capacitado y motivado todo esto está en un alto riesgo de fallar.

Las empresas, compañías y organizaciones en general poseen un elemento común: todas están integradas por personas que constituyen su equipo humano y profesional. Los medios técnicos, informáticos y las infraestructuras son importantes, pero en definitiva son las personas las que llevan a cabo los avances, los logros y los errores de las empresas para las que trabajan. Son ellas las que, en última instancia, tienen que tomar las decisiones, lo que las convierte en responsables de la buena o mala marcha de la empresa.

El centro de una empresa y a lo que se le otorga la mayor importancia suele ser el cliente, eje principal hacia el que se orientan todas las acciones que tienen lugar. Sin embargo, cuando hablamos del empleado, ¿se le da a este el suficiente valor?

El papel de las personas en la organización empresarial ha evolucionado mucho. Durante el siglo XIX y principios del XX los empleados eran consideradas únicamente como **mano de obra** que realizaba un trabajo mecánico, sin valor añadido y fácilmente reemplazable.

Posteriormente, fue apareciendo un nuevo concepto de Recursos Humanos (RH), que consideraba al individuo como un **recurso importante,** que debía gestionarse y organizarse correctamente para ayudar a la buena marcha de la empresa.

Actualmente, se ha dado un paso más, la mayoría de empresas son conscientes de que para ser exitosas y situarse por delante de la competencia deben seleccionar lo mejor posible su equipo profesional, motivarlo y potenciar su talento, tratando de que los profesionales se encuentren satisfechos y con un buen nivel de bienestar.

> **Quienes nos hayan evolucionado de esta forma… ESTÁN MUERTOS.**

Debemos tener presente que cada individuo tiene su propia filosofía, su propia manera de pensar y actuar, por eso es indispensable que toda persona que maneje personal sea consciente de estas diferencias, para evitar conflictos y saber cómo motivar a sus subordinados con el fin de lograr un mayor éxito en las actividades encomendadas.

A muchos profesionales de la producción porcina en la actualidad se les requiere que ejerzan influencia sin contar con autoridad formal; es decir, se les solicita generar resultados, manejar grupos, formar equipos, alcanzar metas, incluso bajo presión y en muchas ocasiones no se les otorga el apoyo ni las bases fundamentales del liderazgo que implica ejercer la influencia mencionada.

Por lo anterior, resulta muy común encontrar **jefes** en lugar de **líderes** generadores de cambios sustanciales en las explotaciones, con todo lo que implica, ya que un jefe es dado a indicar órdenes, es imperativo, exigente; pero no conduce a su personal de tal manera que la orden sea tomada como una oportunidad para el desarrollo de talento tanto personal como grupal.

Esto por mencionar un solo ejemplo entre la gran diferencia que existe entre un jefe y el verdadero líder. Por cierto, sumamente comprensible cuando el profesional con personal a cargo no cuenta con los conocimientos para desempeñar su papel adecuadamente.

De aquí se deriva, por supuesto, el rechazo de algunos miembros del equipo hacia su "jefe" debido a que no han sido involucrados en un equipo con metas en común. Cuando esto sucede, las metas del jefe van del lado opuesto al de las metas de su personal.

¿Qué podemos hacer?

- **Reuniones** con tus empleados regularmente, tómate el tiempo para desarrollar una comprensión de la labor que están realizando, basado siempre en los manuales de procedimientos establecidos y aprobados para la granja, así como los retos y limitaciones de sus puestos de trabajo. Reúnete con tu personal individualmente o en grupo para discutir las mejores maneras de enfrentar los desafíos del lugar de trabajo actual o futuro.

- **Delega** funciones a tus empleados cuando y donde sea apropiado. Da a tus empleados la libertad para tomar decisiones que te ahorrarán tiempo, recuerda que en algunas ocasiones y más en casos donde la salud está comprometida el tiempo es oro.

- Proporciona **retroalimentación** permanente, deja que los empleados sepan cuando están haciendo un buen trabajo y no tener miedo a una crítica constructiva cuando haya problemas de rendimiento, esto con el objetivo de ayudar a guiar a tus empleados a obtener mejores resultados.

- Cuando el personal goza de unas **condiciones laborales favorables**, encontrándose cómodo en su puesto de trabajo, realiza sus tareas y funciones de una forma más óptima. Es importante que cuente siempre con equipo de seguridad en perfectas condiciones, comedor, uniformes suficientes, accesorios de baño, agua para beber, etc.

- La **motivación** se hace vital a la hora de mejorar el desempeño de nuestros empleados. El rendimiento de una plantilla motivada supera con creces al de aquella que su actitud es más negativa. Hay que concientizar a los empleados de que ellos son el motor de la organización y hacerlos sentir parte de la misma. Así lograremos que su esfuerzo sea mayor, persiguiendo el beneficio del conjunto, es decir, de la empresa, empleados y cliente.

> “
> **¿Cómo motivar a los trabajadores de tu empresa?**

El sueldo, aunque no lo parezca, no lo es todo. A pesar de que cualquiera persigue una remuneración justa, los empleados deben sentirse motivados para dar lo mejor de ellos mismos en su puesto de trabajo. Hay una gran cantidad de factores que influyen en ello.

- Los objetivos de los miembros del equipo tienen que ser los mismos que los de la empresa, esto quiere decir que, de forma periódica, se debe reunir al personal para establecer metas y objetivos comunes. No hay que dejar a nadie de lado y se necesita tener en cuenta a todas las personas para que participen de forma activa y se auto motiven, se esfuercen y tengan un compromiso mayor. Además de los objetivos comunes, cada trabajador debe tener los suyos propios para que quiera superarse cada día y colaborar en el éxito del equipo.

- **Escuchar** a los trabajadores, es muy importante tener en cuenta las opiniones de los trabajadores. En muchas ocasiones ellos pueden ver y vivir situaciones que desde el departamento de dirección y/o gerencia se ven con otros ojos. En esta situación, escuchar activamente y tener una comunicación fluida contribuirá al buen ambiente laboral y a la productividad.

- **Observar** y conocer a los miembros del equipo, para poder lograr un equipo de trabajo cohesionado no solo hay que trabajar, también se pueden organizar actividades diferentes y fuera del puesto de trabajo que ayuden a relajar la mente y fortalecer los vínculos entre los miembros del equipo.

- Asignación de **responsabilidades,** cada empleado debe estar en un puesto que se ajuste a sus competencias y habilidades profesionales. Si una persona está en un puesto para el que no está capacitada, ya sea por inseguridad o por sobre calificación, se desmotivará con facilidad.

- **Reconocimiento** de los trabajadores, el reconocimiento proporciona de forma constante una retroalimentación positiva. Una muestra de reconocimiento no cuesta nada, pero tiene un gran significado porque el empleado siente que su esfuerzo merece la pena. De esta forma se sentirá importante en el grupo y en la empresa, lo que le motivará a seguir trabajando de ese modo.

- Posibilidad de **ascenso,** Los trabajadores actuales buscan crecimiento personal. Hay que ofrecer la oportunidad de que desarrollen sus habilidades con plenitud y también de que aprendan cosas nuevas, estén o no relacionadas con su especialización.

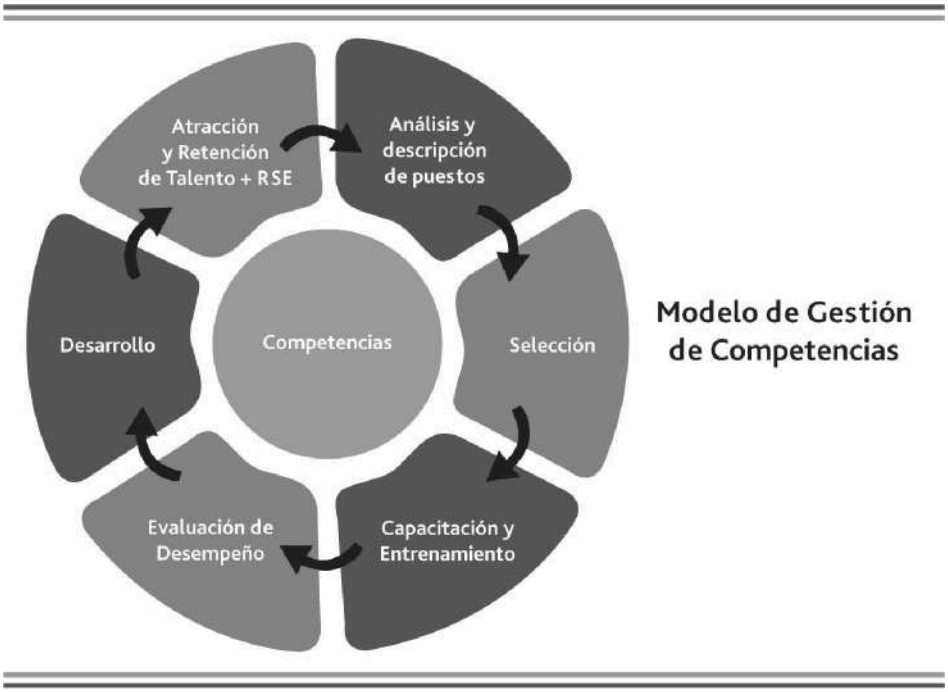
- La **comunicación** interna de la empresa debe fluir en los dos sentidos, tanto desde el equipo de dirección a los empleados como en sentido contrario. Será crucial generar canales para recoger necesidades y asignarles presupuesto o solución. Se evitará la rumorología. Es necesario prestar mucha atención a los detalles. Descubrir lo que funciona mal y puede perjudicar a los empleados, es básico para crear un entorno cómodo.

- **Escuchar** y comprender a todos los tipos de trabajadores creará un contexto laboral participativo que distinguirá a tu empresa de las demás y la hará más atractiva.

- **Premios** de productividad, asignar metas por área de producción de los principales indicadores de la granja, ya sean parámetros o KPIs, los cuales puedan ser perfectamente medidos y auditables, es muy importante sean alcanzables para evitar la frustración del empleado y con una tendencia a la mejora continua. Es común que en granjas con sistemas de premios se observe una competencia sana entre los colaboradores de las diferentes áreas y esto genera mayor motivación.

Conociendo estas claves, de suma utilidad para conseguir la motivación laboral que tan importante es para mantener el capital humano intacto, solo queda empezar a llevarlas a cabo. La formación de cada empresa para su capital humano es una inversión diferente y que la era digital impone una actualización casi continua de competencias y saberes. En un mundo profundamente interconectado, donde el conocimiento se produce a gran velocidad y se compite en escenarios muy complejos, es imprescindible que las personas que trabajan en las granjas tengan capacidad para adaptarse rápidamente a los cambios que se producen.

Modelo de trabajo.



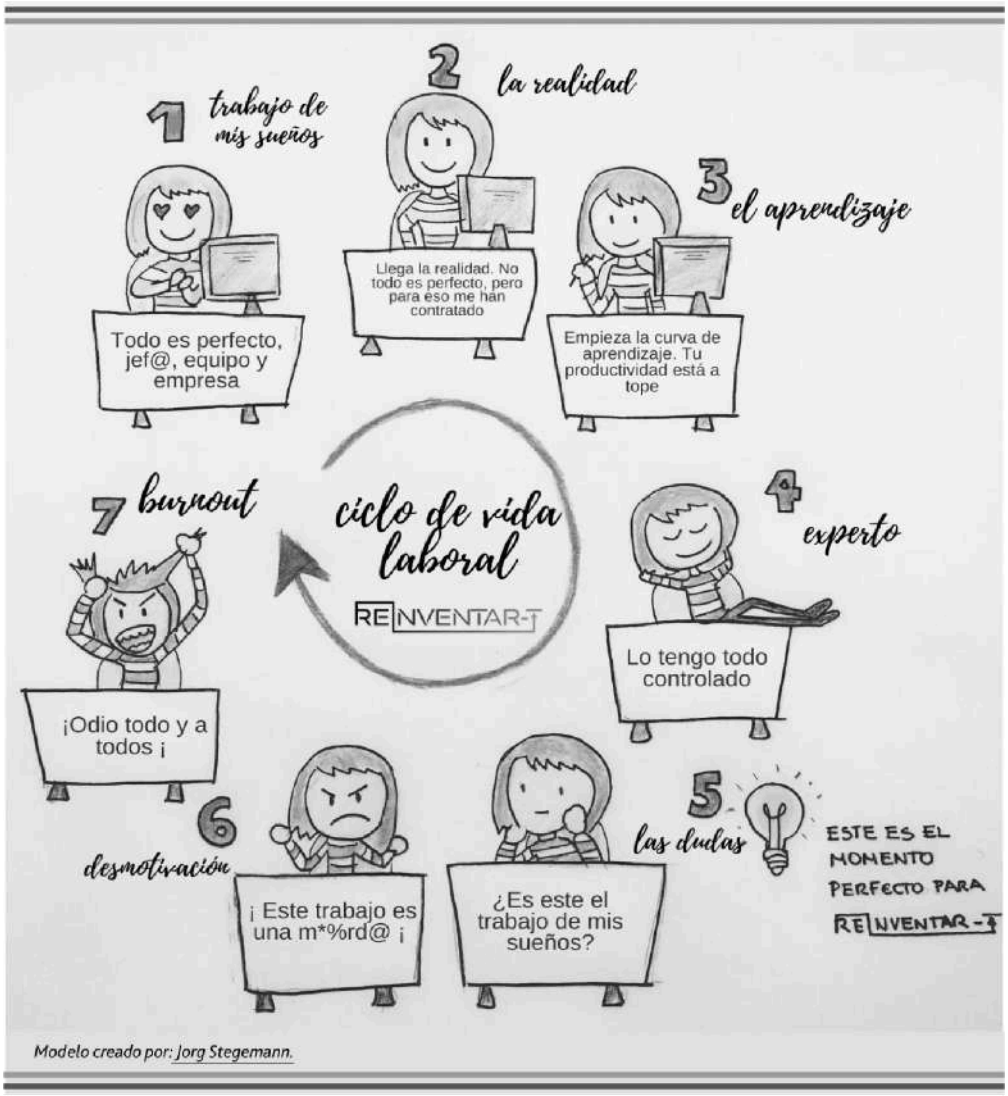
Es de extrema importancia en todas las explotaciones porcinas respetar el modelo de gestión de competencias, esto hará que siempre estes en un ambiente equilibrado y más seguro.

Todo lo anterior de no llevarse a cabo habrá en la granja un alto porcentaje de rotación de personal, esto además de generar gastos administrativos, genera un atraso en la mejora continua y por ende a un estancamiento o incluso caída de los indicadores productivos. Y recuerda que todos los niveles de la empresa afectan desde los caseteros operativos hasta las gerencias y/o direcciones.

El objetivo en las explotaciones porcinas es que tengan un equipo pequeño equivalente al 15% del personal en el extremo inferior de la curva (inexpertos), el 70% de los empleados en el punto medio (comprometidos) y el 15% restante en el extremo superior (maestros). Cabe destacar que en esta última fase de dominio las tareas son realizadas con facilidad y confianza, lo cual puede dar lugar al aburrimiento si no hay la motivación de un nuevo desafío. Por eso, para no dejar de innovar o, incluso, para que no se dé la fuga de talento, este último grupo necesita empezar una nueva curva de aprendizaje (tema, cargo, proyecto).

Ciclo laboral.

Deberás contar con la habilidad de identificar a cada uno de tus colaboradores, en qué ciclo laboral se encuentra, esto te ayudará a evitar la rotación, baja productividad, fuga de talento etc. Y deberás contar con medidas de acción inmediatas al identificarlas.



En resumen: Debemos lograr equipos de trabajo de alto desempeño, con valores, con sentido de pertenencia y no solo para ser eficientes en la empresa donde nos desarrollamos, si no para lograr que las personas pasen de ser **buenas** a ser **excelentes** y esto impacte no solo más allá de la propia granja, sino en la misma vida de cada persona. En el momento que logremos influenciar sobre alguien en algo positivo habremos cumplido con nuestro objetivo de ayudar a México a ser un mejor país.