

SECCIÓN ARTÍCULOS TÉCNICOS

Evaluación del perfil mineral, proteína bruta y extracto etéreo de dietas utilizadas en la producción porcina de la provincia de La Pampa

Murcia, V.N.; Beneitez, A.; Cora Jofre, F. y Savio, M.

Pp. 26-36

Evaluación del perfil mineral, proteína bruta y extracto etéreo de dietas utilizadas en la producción porcina de la provincia de La Pampa.

Murcia, V.N.¹; Beneitez, A.¹; Cora Jofre, F.² y Savio, M.²

¹Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Anguil, Ruta Nacional Nº 5, km 580 (6326), La Pampa.

²Instituto de Ciencias de la Tierra y Ambientales de La Pampa. INCITAP- CONICET-UNLPam. Laboratorio de Espectrometrías Atómicas. Departamento de Química. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de la Pampa. Ruta Nacional N 35 km 334. Santa Rosa La Pampa.

murcia.vanina@inta.gob.ar

RESUMEN

La formulación de dietas comerciales para cerdos implica la elección de los ingredientes alimenticios de menor costo para satisfacer las necesidades nutricionales del animal según la edad, genética, tamaño y etapa fisiológica. La producción porcina de la provincia de La Pampa se caracteriza por bajos índices productivos debido a la utilización ineficiente de ingredientes usados en la elaboración de raciones. El objetivo de este trabajo fue evaluar el perfil nutricional de las dietas suministradas en los establecimientos porcinos de la provincia de La Pampa, relacionándolo a los requerimientos nutricionales de las categorías animales establecidos por las tablas de referencia del Nutrient Requirements of Swine (2012). Se muestreó alimento de las categorías de recría (10-20 kg PV), desarrollo (20-50 kg PV), terminación (50-100 kg PV) y lactancia de 20 establecimientos porcinos seleccionados al azar, tanto intensivos como extensivos. Se analizó la composición proximal de los alimentos y se determinó el perfil multielemental de Ca, Co, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, y Zn mediante espectrometría de emisión atómica con plasma inducido por microondas (MIP OES). La composición proximal de los alimentos analizados aportó niveles de energía y proteína bruta propicios para las categorías animales analizadas. Las concentraciones minerales encontradas no cubrieron los requerimientos nutricionales o fueron excesivos dependiendo de la etapa fisiológica. Sin embargo, los resultados obtenidos en el presente estudio representan información valiosa de control de la calidad nutricional para el sector porcino de la provincia. Aun así, se recomienda repetir la investigación con mayor número de observaciones, ya que las muestras obtenidas de los criaderos extensivos fueron muy variables en materia prima y origen de las mismas.

Palabras claves: alimentación porcina, requerimientos minerales, espectrometría de emisión atómica



Evaluation of mineral profile, crude protein and ether extract of diets used in swine production in La Pampa province.

ABSTRACT

The formulation of commercial diets for pigs involves the choice of lower cost feed ingredients to satisfy the nutritional needs of the animal according to age, genetics, size and physiological stage. Pig production in the province of La Pampa is characterized by low production rates due to the inefficient use of ingredients used in the preparation of rations. The aim of this study was to evaluate the nutritional profile of swine diets administered in establishments in La Pampa province, relating it to the nutritional requirements of the animal categories established by the reference tables of the National Research Council (2012). Samples of swine feed were collected from 20 pig farm selected randomly. Samples covered different physiological stages in the life of a swine: growth stage (10-20 kg BW), development phase (20-50 kg BW), fattening phase (50-100 kg BW) and sows in lactation. The proximal composition and the multielemental profile of Ca, Co, Fe, K, Mg, Mn, Na, P and Zn of the animal feed were analyzed by atomic emission spectrometry with microwave induced plasma (MIP OES). The levels of energy and crude protein found in the feed covered the nutritional requirements of the animal categories studied. The mineral concentrations found did not cover the nutritional requirements or were excessive depending on the physiological stage. Although, the results obtained in the present study represent valuable information of nutritional quality for the pig industry of the province La Pampa, a study with greater number of observations is required, since the samples obtained from the extensive hatcheries were highly variable in their raw material and origin.

Keywords: pig feed, mineral requirements, atomic emission spectrometry

INTRODUCCIÓN

La nutrición porcina es el factor más importante para la salud y el bienestar de los animales (Maes et al., 2019). El metabolismo animal funciona correctamente cuando se cubren los requerimientos nutricionales, no sólo de proteína, lípidos, hidratos de carbono y vitaminas, sino también de minerales y oligoelementos (Studziński et al., 2006).

Los minerales son indispensables para las funciones fisiológicas, estructurales y catalíticas del organismo, su absorción cambia con el desarrollo y el crecimiento del animal como resultado de la maduración del aparato digestivo (Studziński et al., 2006). El Calcio (Ca), Cloro (Cl), Cromo (Cr), Cobalto (Co), Cobre (Cu), Iodo, (I₂), Hierro (Fe), Magnesio (Mn), Manganeseo (Mn), Molibdeno (Mo), Fósforo (P), Potasio (K), Selenio (Se), Sodio (Na), Zinc (Zn) son minerales esenciales, es decir que deben incorporarse en las dietas (National Research Council, 2005). En cambio, el Cadmio (Cd), Arsénico (Ar), Flúor (F), Mercurio (Hg) y Plomo (Pb) son minerales tóxicos para el ganado porcino (Carson, 1986; NRC, 2012).

La deficiencia de minerales y oligoelementos retrasa el crecimiento y desarrollo de los animales al alterar numerosas funciones fisiológicas. Por otro lado, el suministro excesivo de minerales en el alimento induce a la inhibición del crecimiento o incluso

toxicidad (Studziński et al., 2006). Por lo general, la intoxicación mineral en las dietas se debe a errores en la formulación de las raciones, en la manipulación, o bien, por contaminación en el transporte de las materias primas (NRC, 2012).

Las materias primas utilizadas en la formulación de las dietas porcinas tienen diversos perfiles nutricionales, biodisponibilidad y digestibilidad de nutrientes que deben ser tenidos en cuenta para la elaboración del alimento (García-Contreras, et al., 2012). La formulación de dietas comerciales para cerdos implica la elección de los ingredientes alimenticios de menor costo para satisfacer las necesidades nutricionales del animal según la edad, genética, tamaño y etapa fisiológica.

El almidón es la fuente principal de energía en las dietas de cerdos (NRC, 2012). Los granos de cereales como el maíz, el sorgo, la cebada o el trigo, son los ingredientes principales en la mayoría de las dietas, generalmente proporcionan entre el 30 al 60 % de los requerimientos totales de aminoácidos. Pero se deben proporcionar otras fuentes de proteínas, como la harina de soja, para garantizar cantidades adecuadas de los aminoácidos esenciales (Studziński et al., 2006; NRC, 2012). La utilización de premezclas de minerales y vitaminas completan los componentes dietéticos restantes. Estas fuentes de macro minerales contienen cantidades apreciables de Fe y Mn (NRC, 2012). Cuando se formulan las dietas, los micro minerales dietéticos innatos calculados de estos ingredientes de alimentación son a menudo mayores que los requisitos de NRC, excepto para Zn, I y Se (Gowanlock et al., 2013).

Por otro lado, las dietas utilizadas en sistemas de producción al aire libre se caracterizan por ofrecer alimentos ricos en almidón, sin tener en cuenta la concentración de macro y micro minerales como nutrientes esenciales para el correcto funcionamiento fisiológico del animal (Bonneau & Lebret, 2010).

La producción porcina de la provincia de La Pampa se caracteriza por bajos índices productivos debido a la utilización ineficiente de ingredientes usados en la elaboración de raciones (Benítez-Meza et al., 2015). Existe escasa información sobre los perfiles de calidad de las raciones utilizadas en la producción porcina de la provincia. Por lo expuesto, el objetivo de este trabajo fue evaluar el perfil mineral, proteína bruta y extracto etéreo de una muestra de las dietas suministradas en los establecimientos porcinos, relacionándolo a los requerimientos nutricionales de las categorías animales establecidos por las tablas de referencia (NRC, 2012).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron al azar 20 establecimientos porcinos de la provincia de La Pampa. De acuerdo a May y Seibane (2012), fueron clasificados en base a la carga animal en criaderos intensivos (plantel reproductor de buena genética con al menos 200 madres/ha, realización y seguimiento de planes sanitarios, utilización de alimentos comerciales balanceados nutricionalmente según las categorías y con buenas prácticas de manejo, con una producción como mínimo 20 capones/madre/año) o criaderos extensivos (alrededor de 10 madres/ha con poco mejoramiento genético, planes sanitarios mínimos, la alimentación se basa en la disponibilidad de alimento de materias primas de bajo valor nutricional., con una producción de 12-15 capones/madre/año).

Previamente al muestreo, se caracterizó los alimentos obtenidos en los establecimientos intensivos y extensivos. Se identificaron como alimentos balanceados nutricionalmente (AB) a aquellos alimentos que estaban formulados según los requerimientos de cada categoría animal y como alimentos no balanceados (ANB) a aquellos alimentos que estaban formulados con uno o dos ingredientes de bajo valor nutricional y sin tener en cuenta los requerimientos de la categoría animal. El 36,5% de las granjas utilizó mezclas de descartes y barridos de cereales de invierno y verano (en proporciones variables e indefinidas a priori); el 31% utilizó materias primas en mezclas conocidas, compuestas por uno o más ingredientes incluyendo poroto de soja crudo, maíz, trigo, girasol, con núcleo vitamínico mineral; el 20% utilizó materias primas como los anteriores pero sin el núcleo vitamínico mineral, y el 12,5% utilizaron balanceados comerciales.

El 56% de las granjas visitadas, utilizaba una ración para todas las categorías animales. El 25% diferenciaba la formulación de las raciones según tres categorías de animal (lactancia, recría y terminación) y el 19% diferenciaba los requerimientos de la categoría de lactancia respecto del resto. Por su parte, en los sistemas de producción intensivos, los alimentos recolectados fueron formulados a base de maíz, expeller o harina de soja y núcleo vitamínico mineral según los requerimientos de cada categoría.

Se muestreó alimento de todas las categorías según el ciclo de producción de todos los criaderos (ciclo completo o recría). Las categorías de animales se clasificaron según el peso vivo (PV) de los animales siendo recría (10-20 kg PV), desarrollo (20-50 kg PV), terminación (50-100 kg PV) y lactancia. De los establecimientos seleccionados, 15 fueron clasificados como extensivos, (10 con producción de recría) y el resto como intensivos de ciclo completo. Las muestras recolectadas en bolsas de polietileno fueron rotuladas y se conservaron hasta su posterior procesamiento en laboratorio.

En el Laboratorio de Forrajes de EEA INTA (Anguil) se analizó composición proximal de los alimentos mediante técnicas de laboratorio convencionales. Se utilizaron el Método Kjeldahl y Método Soxhlet para determinar el porcentaje de Proteína Bruta (PB) y Extracto Etéreo (EE), respectivamente. También se determinó el porcentaje de humedad en estufa a 100°C durante 24 horas (Association of Official Analytical Chemists oficial method 934.01) y el contenido de ceniza mediante la incineración en mufla durante 8 horas a 600°C (Association of Official Analytical Chemists oficial method 942.05)

La determinación multielemental de Ca, Co, Fe, K, Mg, Mn, Na, P y Zn se realizó mediante espectrometría de emisión atómica con plasma inducido por microondas (MIP OES), Agilent MP 4100 (Santa Clara, EE.UU.). El flujo de gas de plasma se fijó a 20 (unidad) min^{-1} y el flujo de gas auxiliar en 1,5 (unidad) min^{-1} . Para la determinación multielemental, se aplicaron ajustes de: tiempo de toma de muestra 13 seg., tiempo de estabilización del plasma con aspiración de muestra 15 seg., tiempo de lectura 3 seg., y tiempo de lavado 20 seg., se utilizó la corrección automática de fondo. Se determinó el promedio y la desviación estándar para cada elemento (Ca, Co, Fe, K, Mg, Mn, Na, P y Zn) en las dietas de recría (10-20 kg PV), desarrollo (20-50 kg PV), terminación (50-100 kg PV) y lactancia de criaderos extensivos e intensivos, con los cuales se procedió a realizar una prueba comparativa t-Student, con un nivel de confianza de 95%, para determinar si existe o no diferencia significativa entre las concentraciones

encontradas y los valores recomendados por NRC (2012) con respecto a las concentraciones límites de metales en las dietas. Según las dietas se encontraban balanceadas (materias primas más un núcleo vitamínico mineral y alimento comercial) o no (materias primas sin el núcleo vitamínico mineral). Los datos se analizaron estadísticamente utilizando el software Infostat (Di Rienzo, 2009).

RESULTADOS

Los datos cumplieron con los supuestos de normalidad y homocedasticidad de la varianza. En la Tabla 1 se muestran los resultados de la composición proximal de las raciones de los establecimientos porcinos visitados. Según el NRC (2012), las producciones extensivas e intensivas habrían logrado cubrir los requerimientos dietarios de PB, en los animales de recría (10-20 kg PV), desarrollo (20-50 kg PV), terminación (50-100 kg PV) y lactancia, con valores de EE entre el 4-6% del total de la dieta.

Tabla 1: Composición proximal de los alimentos según las categorías recría (10-20 kg), desarrollo (20-50 kg), terminación (50-100 kg) y lactancia y el tipo de producción

Producción	Categoría	PB	EE	MS
Extensivos	10- 20 kg	21,1 ± 1,79	4,5 ± 1,02	88,6 ± 1,03
	20- 50 kg	18,2 ± 1,06	6,1 ± 1,37	88,4 ± 0,41
	50-100 kg	17,6 ± 1,70	6,7 ± 1,70	88,0 ± 0,41
	Lactancia	17,1 ± 2,45	6,6 ± 2,06	89,0 ± 0,94
Intensivos	10- 20 kg	20,7 ± 0,74	5,3 ± 0,91	90,8 ± 0,21
	20- 50 kg	19,9 ± 1,00	5,5 ± 1,70	90,7 ± 0,31
	50-100 kg	17,6 ± 0,89	5,3 ± 1,70	90,4 ± 0,40
	Lactancia	22,6 ± 1,60	4,5 ± 2,81	90,7 ± 0,51

PB= Proteína bruta
 EE= Extracto etéreo
 MS= Materia seca

En la Tabla 2 se muestran las concentraciones promedio de Ca, Co, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, y Zn encontrados en las dietas de producciones intensivas. Estas concentraciones fueron comparadas con los requerimientos nutricionales de las respectivas categorías según el NRC (2012) y analizadas mediante la prueba comparativa t- Student, con un nivel de confianza del 95%. Tanto las concentraciones de macro minerales como de micro minerales cubren los requerimientos nutricionales. Sin embargo, los valores de K en todas las categorías estudiadas, de Cu, Mn, Zn, Mg y Ca en la categoría de lactancia presentaron diferencias significativas ($t < 0,05$; $t > 4,303$), respecto a los valores establecidos por el NRC (2012). Mientras que, el resto de los minerales no presentaron diferencias.

En la Tabla 3 se muestran las concentraciones encontradas de Ca, Co, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, y Zn en las dietas analizadas de producciones extensivas de la provincia de La Pampa. Para la categoría de desarrollo se muestreo un solo establecimiento con alimento balanceado con lo cual no se pudo llegar a una conclusión generalizada en esta categoría.

Tabla 2: Concentraciones promedios de minerales de las dietas de recría (10-20 kg), desarrollo (20-50 kg), terminación (50-100 kg) y lactancia de criaderos intensivos

		10-20 kg				20-50 kg				50-100 kg				Lactancia			
		NRC	Prom	DEM	tcal	NRC	Prom	DEM	tcal	NRC	Prom	DEM	tcal	NRC	Prom	DEM	tcal
%	Ca	0,6	0,5 ± 0,03		1,92	0,5	0,5 ± 0,04		0,15	0,45	0,6 ± 0,32		0,4	0,75	0,7 ± 0,01		4,75
	K	0,23	0,9 ± 0,05		10,43	0,19	0,8 ± 0,08		5,38	0,17	0,8 ± 0,07		13,8	0,2	0,9 ± 0,08		16,25
	Mg	0,04	0,2 ± 0,01		7	0,04	0,2 ± 0,01		7	0,04	0,2 ± 0,02		5,86	0,04	0,2 ± 0,00		15
	Na	0,1	0,2 ± 0,06		2,05	0,1	0,2 ± 0,06		1,88	0,1	0,2 ± 0,12		1,15	0,2	0,1 ± 0,04		2
	P	0,5	0,5 ± 0,04		1	0,45	0,4 ± 0,03		0,68	0,4	0,5 ± 0,12		1,22	0,6	0,5 ± 0,09		1,86
mg kg-1	Cu	4	106 ± 15		8,29	3,5	91,8 ± 32,48		2	3	45,1 ± 47,96		1,59	5	15,6 ± 1,05		18,34
	Fe	60	88,5 ± 11,7		2,59	50	66,8 ± 31,10		0,33	40	80,3 ± 43,87		1,03	80	100 ± 48,70		0,71
	Mn	2	58 ± 6,8		8,56	2	49,6 ± 8,40		6,29	2	45,4 ± 22,27		2,25	20	62,5 ± 16,45		4,46
	Zn	60	136 ± 24,2		3,5	50	123,2 ± 27,42		2,83	50	97,8 ± 51,96		1,04	50	131 ± 5,05		25,67

NRC= Requerimientos establecidos por Nutrient Requirements of Swine (2012)

Prom = Promedio de los valores encontrados

DEM= Desvío estándar de la media

tcal = Valores de t calculados por t - Student

t tabulado = 4,303

Tabla 3: Concentraciones promedios de minerales según el tipo de alimentación en categorías de recría (10-20 kg), desarrollo (20-50 kg), terminación (50-100 kg) y lactancia en criaderos extensivos

		10 -20 kg						20 -50 kg						50-100 kg						Lactancia		
		ANB			AB			ANB			ANB			AB			ANB					
	NRC	Prom	DEM	tcal	Prom	DEM	tcal	NRC	Prom	DEM	tcal	NRC	Prom	DEM	tcal	Prom	DEM	tcal	NRC	Prom	DEM	tcal
%	Ca	0,6	0,8 ± 0,91	0,3 3	0,2 ± 0,04	3,5	0,5	0,9 ± 1,09	4	0,45	0,9 ± 1,09	2	0,8 ± 0,68	0,51	0,75	0,1 ± 0,05	0,48					
	K	0,23	1 ± 0,34	4,5 7	0,6 ± 0,15	2,7	0,19	1,2 ± 0,34	7	0,17	1,2 ± 0,34	4,41	0,7 ± 0,03	17,09	0,2	0,7 ± 0,26	2,16					
	Mg	0,04	0,3 ± 0,12	4,9 4	0,2 ± 0,03	4,12	0,04	0,3 ± 0,14	8	0,04	0,3 ± 0,14	2,81	0,2 ± 0,01	16,14	0,04	0,2 ± 0,04	1,7					
	Na	0,1	0,2 ± 0,27	0,7 9	0,1 ± 0,05	7	0,1	0,3 ± 0,35	4	0,1	0,3 ± 0,35	6	0,1 ± 0,04	0,88	0,2	0 ± 0	0,41					
	P	0,5	0,5 ± 0,19	2,3 9	0,4 ± 0,04	9	0,45	0,6 ± 0,19	7	0,4	0,6 ± 0,19	1,65	0,5 ± 0,07	1,3	0,6	0,4 ± 0,01	0,28					
mg kg -1	Cu	4,0	61,3 ± 64,51	1,65	27,7 ± 23,2	1,02 0,6	3,5	49,8 ± 63,26	1,54	3,0	49,8 ± 63,26	1,11	119,1 ± 95,03	1,6	5	4,1 ± 2,44	1,17					
	Fe	60,0	192,3 ± 145,1 82,6	1,77	53,4 ± 10,4	4	50,0	218,7 ± 155	2,6	40,0	218,7 ± 155	1,98	295,5 ± 240,2	1,42	80	228,9 ± 131	1,23					
	Mn	2,0	73,2 ± 4	1,38	23,6 ± 3,86	3,6 0,3	2,0	85,5 ± 97,14 203,	1,65 0,9	2,0	85,5 ± 97,14 203,	1,29 0,8	88,8 ± 72,42	1,6	20	13,6 ± 6,96 10,2	1,13					
	Zn	60,0	147 ± 171,7	0,81	56,9 ± 8	9	50,0	169,7 ± 3	5	50,0	169,7 ± 3	8	103,8 ± 45,31	1,58	50	33,7 ± 8	1,08					

ANB= Alimentos no balanceados

AB= Alimentos balanceados

NRC= Requerimientos establecidos por Nutrient Requirements of Swine (2012)

DEM= Desvío estándar de la media

tcal=son los valores calculados por t - Student

t tab = t tabulado = 4,303

Los alimentos no balanceados (ANB) de las producciones extensivas, presentaron valores de K en las categorías de recría, desarrollo, terminación y lactancia que superaron significativamente ($t < 0,05$; $t > 4,303$) los valores recomendados por el NRC (2012). De igual forma, los valores de Mg superaron significativamente los valores recomendados por el NRC (2012), excepto en las categorías de terminación y lactancia en que los valores fueron similares a los recomendados ($t > 0,05$; $t < 4,303$). Mientras que Ca, Na, P, Cu, Fe, Mn, Zn no presentaron diferencias significativas ($t > 0,05$; $t < 4,303$).

Los minerales (Ca, K, Mg, Na, P, Cu, Fe, Mn) de AB para las categorías de recría, desarrollo, terminación y lactancia en los sistemas extensivos no presentaron diferencias significativas ($t > 0,05$; $t < 4,303$) con los valores recomendados por el NRC (2012), K y Mg manifestaron diferencias ($t < 0,05$; $t > 4,303$) en la categoría de terminación. En cuanto a las concentraciones promedio encontradas de Zn, en los AB en sistemas extensivos, fueron cuantitativamente superiores a las indicadas por el NRC (2012), si bien, no presentaron diferencias significativas ($t > 0,05$; $t < 4,303$), no se puede llegar a una conclusión ya que el desvío estándar de estos promedios es mayor a la media lo cual, se puede justificar por la variabilidad y disparidad de las materias primas que componen cada alimento muestreado.

DISCUSIÓN

Los valores obtenidos del contenido de EE (Tabla 1) concuerdan con Campabadal (2009) que reportó que los valores comúnmente utilizados en las dietas porcinas fluctúan entre el 3 - 5% determinada por el nivel de energía que se quiere satisfacer según la categoría animal. Datos similares reportaron Reese et al., (2000) quienes formularon raciones estabilizando el EE al 6% para garantizar el óptimo consumo de aminoácidos y no perjudicar los índices productivos. Los porcentajes de PB de las muestras de los alimentos analizados concuerdan a los requerimientos establecidos por el NRC (2012), en animales que se alimentan *ad libitum*, para cada una de las categorías estudiadas.

Los requerimientos de Ca son altos en el alimento de lactancia y recría. Disminuye a medida que los animales entran en la etapa de desarrollo y terminación (0,75, 0,60, 0,50, 0,45 mg g⁻¹, respectivamente). En términos cuantitativos, los requerimientos lograron cubrirse en los sistemas intensivos (Tabla 2), en los extensivos (Tabla 3) los alimentos superaron ampliamente las concentraciones recomendadas para las categorías de recría, desarrollo y terminación. Según Underwood y Suttle (1999) los cerdos toleran concentraciones entre 5 y 10 veces superiores a sus requerimientos. Por otro lado, los altos niveles de calcio en la dieta influyen negativamente en la disponibilidad de algunos otros nutrientes minerales, como el cobre, yodo e hierro, pero también afectan la disponibilidad de algunos elementos tóxicos, como el plomo y el cadmio (Underwood y Suttle, 1999).

Según Studziński et al. (2006), debido a la disponibilidad inmediata y a los altos niveles de K en los aditivos proteicos, las dietas de monogástricos rara vez son deficientes en este mineral esto podría explicar los valores encontrados en alimentos de producciones intensivas como en los ANB de producciones extensivas que superaron los requerimientos establecidos por el NRC (2012) y presentaron diferencias significativas.

En la última década, se ha implementado la suplementación de las dietas porcinas con Cu y Zn, como promotores de crecimiento para mejorar el desempeño productivo de la perra, en reemplazo de antibióticos usualmente utilizados para tal fin (Badillo, 2017). Los contenidos de Cu y de Zn detectados surgen probablemente del suministro repetido en las dietas, utilizados por sus propiedades antimicrobianas a niveles más altos que los requerimientos nutricionales. Estudios revisados por Mooney y Cromwell (1997) y Hill et al; (2001) y han demostrado que el Cu y el Zn estimulan el crecimiento en los cerdos. En algunos casos, alimentar a las cerdas con dietas altas en Cu ha mejorado el rendimiento reproductivo (Cromwell, 1993). Evvard et al. (1928) llevaron a cabo los estudios que mostraron una mejora en la tasa de crecimiento en cerdos cuando se alimentó con alto contenido del mineral en la dieta. Según Cromwell (2013) los resultados en la tasa de crecimiento y la eficiencia de la utilización de alimentos a partir de alto contenido de cobre en la dieta (0,2 - 0,25 mg g⁻¹) son similares a los que resultan de la alimentación con antibióticos.

Por otro lado, según Buck y Ewan (1973) los niveles dietarios de Cu superiores a 0,25 mg g⁻¹ pueden producir intoxicación en los cerdos. Sin embargo, se ha demostrado que niveles de 0,1 - 0,25 mg g⁻¹ aumentan la tasa de ganancia y eficiencia alimentaria (Pond, 1975). Estos niveles dietéticos también aumentan la instauración del tejido adiposo logrando grasas más blandas (Pond, 1975). Gowanlock, et al. (2013) sostiene que, en la formulación de dietas con premezclas de vitaminas y minerales, los micro minerales calculados son mayores a los requisitos de NRC (2012) excepto para el Zn. Aunque en el presente trabajo, el contenido de Zn en las dietas utilizadas en criaderos intensivos y en los alimentos no balanceados de los criaderos extensivos, supera ampliamente los requerimientos establecidos por el NRC (2012), no así, en los alimentos balanceados utilizados en los criaderos extensivos, donde las cantidades encontradas se aproximan a los requerimientos necesarios de cada categoría.

Edmonds y Arentson (2001) informaron que los cerdos alimentados con dietas sin micro minerales esenciales y vitaminas adicionales habían reducido el rendimiento durante 12 semanas de crecimiento, sin diferencias en las características de la carcasa. Por el contrario, Patience y Gillis (1995), Mavromichalis et al. (1999) y Shelton et al. (2004) informaron que la eliminación de micro minerales en la dieta no afectó el rendimiento del cerdo o las características de la canal. Por otro lado, Gowanlock et al., (2013) reportaron no haber encontrado efectos significativos al agregar los micro minerales Cu, Fe, Mn y Zn sobre la ganancia diaria de peso y eficiencia de conversión de cerdos en crecimiento. Además sugiere que, la diferencia en el contenido innato de minerales presente en los granos, según su procedencia, en el manejo y en la sanidad de la perra, una dieta al 50% de los requerimientos establecidos por el NRC (2012), serían suficientes para lograr cerdos de engorde de acuerdo con las exigencias del mercado. Esto, podría explicar la viabilidad de los criaderos muestreados en este trabajo, aunque no se hicieron estudios productivos para afirmarlo y los resultados obtenidos se remiten al perfil mineral, PB y EE de las dietas utilizadas teniendo en cuenta los requerimientos de cada categoría según el NRC (2012).

CONCLUSIÓN

Según los resultados obtenidos del análisis de una muestra de los alimentos suministrados en las etapas fisiológicas estudiadas de producciones intensivas y extensivas de la provincia de La Pampa, la composición proximal aporta el nivel de proteína bruta y extracto etéreo que se requiere según la categoría animal. En las concentraciones minerales, se observó que el aporte mineral en las dietas de producciones intensivas logró cubrir los requerimientos, satisfaciendo las necesidades de los animales según su categoría. Con respecto a las producciones extensivas, se encontró mucha variabilidad entre las muestras utilizadas, diversos orígenes y estados de las materias primas dificultan una conclusión definitiva en este tipo de producciones.

Si bien este trabajo abarcó un número limitado de productores, los resultados obtenidos demuestran que la suplementación de las dietas con núcleo vitamínico mineral ayuda a cubrir los requerimientos de los animales. Así mismo, se remarca la necesidad de seguir trabajando con estudios más integrales y representativos a nivel país con el fin de lograr información válida que llegue al productor para una producción eficiente y rentable.

BIBLIOGRAFÍA

- Association of Official Analytical Chemists. (A. O. A. C)(2007). Official methods of analysis.
- Badillo, T. (2017). *Comparación de fuentes orgánicas e inorgánicas de Cobre como promotor de crecimiento en lechones*(Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata) 65p.
- Benítez-Meza, A., Gómez-Gurrola, A., Hernández-Ballesteros, J., Navarrete-Méndez, R., & Moreno-Flores, L. (2015). *Evaluación de parámetros productivos y económicos en la alimentación de porcinos en engorda*. Abanico veterinario, 5(3), 36-41.
- Bonneau, M., & Leuret, B. (2010). *Production systems and influence on eating quality of pork*. Meat science, 84(2), 293-300.
- Buck, W. B., & Ewan, R. C. (1973). *Toxicology and adverse effects of mineral imbalance*. Clinical toxicology, 6(3), 459-485.
- Campabadal, C. (2009). *Guía técnica para alimentación de cerdos*. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 3300p.
- Carson, T. L. (1986). *Toxic chemicals, plants, metals, and mycotoxins*. Diseases of swine. Sixth edition. Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA, 688-701.
- Cromwell, G. L., Stahly, T. S., Coffey, R. D., Monegue, H. J., & Randolph, J. H. (1993). *Efficacy of phytase in improving the bioavailability of phosphorus in soybean meal and corn-soybean meal diets for pigs*. Journal of animal science, 71(7), 1831-1840.
- Cromwell, G. L. (2013). *Feed additives in swine diets*. Sustainable swine nutrition, 295-315.
- Di Rienzo, J. A. (2009). *InfoStat versión 2009*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <http://www.infostat.com.ar>.
- Edmonds, M. S., & B. E. Arentson. 2001. *Effect of supplemental vitamins and trace minerals on performance and carcass quality in finishing pigs*. Journal Animal. Science. 79:141-147.
- Evvard, J. M., V. E. Nelson, & W. E. Sewell. 1928. *Copper salts in nutrition*. Proc. Iowa Academic Science 35:211.
- García-Contreras, A. C., Ortega, Y. D. L., Yagüe, A. P., González, J. G., & Artiga, C. G. (2012). *Alimentación práctica del cerdo*. Revista Complutense de Ciencias Veterinarias, 6(1), 21-50.
- Gowanlock, D. W., Mahan, D. C., Jolliff, J. S., Moeller, S. J., & Hill, G. M. (2013). *Evaluating the NRC levels of Cu, Fe, Mn, and Zn using organic minerals for grower-finisher swine*. Journal of Animal Science, 91(12), 5680-5686.

- Hill, G. M., Mahan, D. C., Carter, S. D., Cromwell, G. L., Ewan, R. C., Harrold, R. L., ... & Veum, T. L. (2001). *Effect of pharmacological concentrations of zinc oxide with or without the inclusion of an antibacterial agent on nursery pig performance*. Journal of animal science, 79(4), 934-941.
- Maes, D. G., Dewulf, J., Piñeiro, C., Edwards, S., & Kyriazakis, I. (2019). *A critical reflection on intensive pork production with an emphasis on animal health and welfare*. Journal of Animal Science. Vol 98(1), S15-S26.
- May, M. P., & Seibane, C. (2012). *Cadena agroalimentaria de porcinos*.
- Mavromichalis, I., Hancock, J. D., Kim, I. H., Senne, B. W., Kropf, D. H., Kennedy, G. A., & Behnke, K. C. (1999). *Effects of omitting vitamin and trace mineral premixes and (or) reducing inorganic phosphorus additions on growth performance, carcass characteristics, and muscle quality in finishing pigs*. Journal of animal science, 77(10), 2700-2708.
- Mooney, K. W., & Cromwell, G. L. (1997). *Efficacy of chromium picolinate and chromium chloride as potential carcass modifiers in swine*. Journal of Animal Science, 75(10), 2661-2671.
- NRC. National Research Council. 2012. *Nutrient requirements of swine*. 11th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC.
- Patience, J. F., & D. Gillis. 1995. *Removal of vitamins and trace minerals from finishing diets: Impact on animal performance*. In: Annu. Res. Rep. Prairie Swine Centre, Saskatoon, SSK, Canada. p. 29-31.
- Pond, W. G. (1975). *Mineral interrelationships in nutrition: practical implications*. Cornell veterinarian.
- Reese, D. E., Thaler, R. C., Brumm, M. C., Lewis, A. J., Miller, P. S., & Libal, G. W. (2000). *Swine nutrition guide*. Faculty Papers and Publications in Animal Science, 694.
- Shelton, J. L., L. L. Southern, F. M. LeMieux, T. D. Bidner, and T. G. Page. 2004. *Effects of microbial phytase, low calcium and phosphorus, and removing the dietary trace mineral premix on carcass traits, pork quality, plasma metabolites, and tissue mineral content in growing-finishing pigs*. Journal Animal Science 82:2630-2639.
- Studziński, T., Matras, J., Grela, E. R., Piedra, J. V., Truchliński, J., & Tatar, M. R. (2006). *Minerals: functions, requirements, excessive intake and toxicity*. In Biology of Growing Animals (Vol. 4, pp. 467-509). Elsevier.
- Underwood, E. J., & Suttle, N. F. (1999). *The mineral nutrition of livestock 3rd edition*.