View this email in your browser

NC STATE
Swine Extension

DELIVERING EDUCATION AND TECHNOLOGY THAT ENRICHES THE LIVES, LAND, AND ECONOMY OF NORTH CAROLINIANS

44

August 2025

IN THIS ISSUE

Swine Lagoon Sludge as a Potential Phosphorus Source

NCSU Professor Named ASAS Fellow in Teaching

EN ESTA EDICIÓN

Potencial del Lodo de Lagunas Porcinas como Fuente de Fósforo

Profesor de NCSU Recibe Premio Nacional de ASAS en Educación

Turning Waste into Value: Managing Swine Lagoon Sludge and Exploring Its Potential as a Phosphorus Source

Fernando Soler and Eric van Heugten

Department of Animal Science, North Carolina State University, Raleigh

Image courtesy of the National Pork Board, Des Moines, Iowa.

For swine producers, managing manure effectively is a critical component of both daily operations and long-term sustainability. Anaerobic lagoons are widely used for storing and treating swine waste and subsequent application as a fertilizer on crops. Over time, a dense layer of nutrient-rich residue, or “lagoon sludge,” accumulates at the bottom of the lagoon. Without periodic removal, this sludge can reduce lagoon treatment volume and impair lagoon performance.

Lagoon sludge is a concentrated source of nutrients, particularly phosphorus, which is the third most expensive component in swine diets. Swine lagoon sludge contains about 9.0% total solids and 3.8 g/L of phosphorus, which equates to approximately 4 to 5% phosphorus on a dry matter basis. In addition, it is rich in other key minerals like calcium, potassium, magnesium, sulfur, zinc, copper and iron. While lagoon effluent is commonly recycled as crop fertilizer, sludge poses more of a challenge due to its consistency and nutrient density. Besides serving as a fertilizer, sludge could provide opportunities as a recycled nutrient source for pigs. We have previously reported on the feeding value of dried swine lagoon sludge and estimated the bioavailability of phosphorus to be approximately 67 to 72%. In the current article we explored the value of ashed swine lagoon sludge. Ashing burns off all the organic material, and effectively eliminates potential pathogens (if present), while significantly reducing the volume of the sludge. The resulting ash is a more nutrient-dense product that is easier to transport and has the potential to be used as a mineral supplement, providing a practical and effective solution for nutrient recovery and management.

To prepare the ash from greenhouse-dried swine lagoon sludge, a combustion chamber was developed at the NC State Waste Management Center using a containment vessel, a blower, and a propane torch. Dried ground sludge was added to the combustion chamber in 9 kg batches. The dried, ground sludge was heated for three minutes with a propane torch, and combustion was then maximized by introducing airflow through a blower, reaching a peak temperature of 1800°C, resulting in complete combustion of the organic material (**Figure 1**).

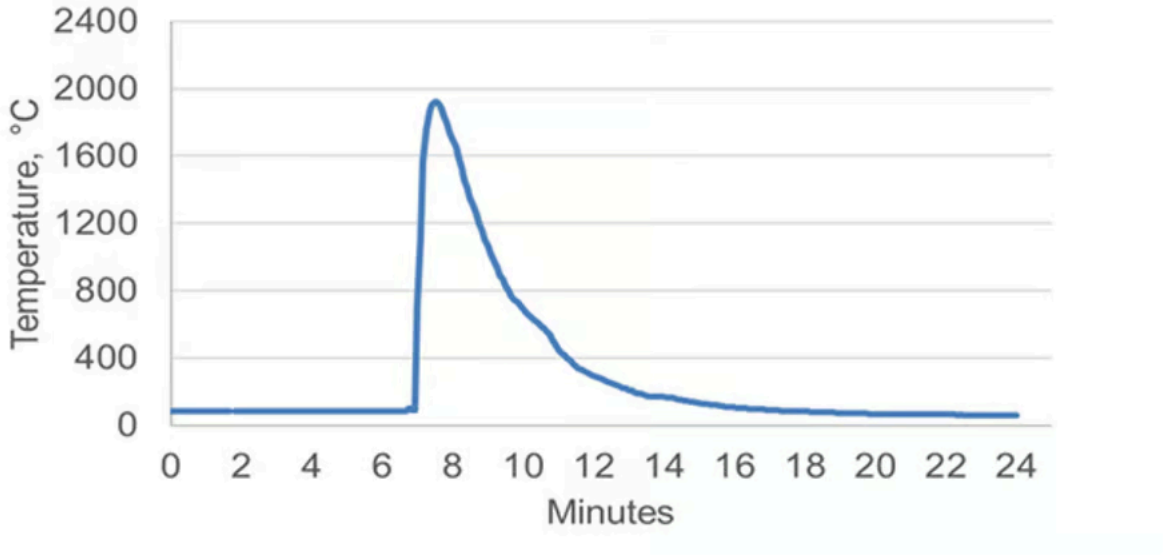


Figure 1. Temperature progression over time when ashing greenhouse-dried swine lagoon sludge.

This process yielded about 45 to 55% of the original material as ash. The ash was subsequently ground through a hammer mill to a 1 mm particle size of the final product (**Figure 2**). A representative sample of the ashed swine lagoon sludge used in this study was analyzed for macro- and micro-mineral composition (**Table 1**).

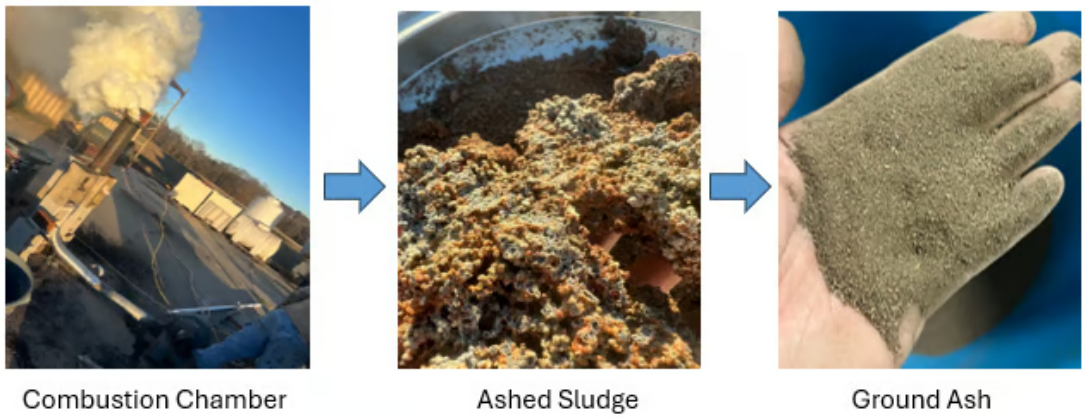


Figure 2. The process of ashed swine lagoon sludge showing the combustion chamber, the ashed sludge after ashing, and the final ground ash product.

Table 1. Mean analyzed concentrations of minerals in ashed swine lagoon sludge (as is basis)[1]

Mineral	Mean
Phosphorus, %	9.16
Calcium, %	8.30
Magnesium, %	4.28
Potassium, %	0.51
Sodium, %	0.19
Sulfur, %	0.18
Iron, ppm	14,833
Zinc, ppm	5,523
Copper, ppm	2,717
Manganese, ppm	1,427

[1]Each value represents the mean of triplicate analysis

This ashed swine lagoon sludge was then used in a study using fifty-six individually housed pigs with a body weight of 44 kg. We focused on phosphorus as the main nutrient of interest and created a negative control diet representing 40% of the phosphorus requirement and supplemented phosphorus from either monosodium phosphate (**MSP**) or ashed swine lagoon sludge (**ASLS**) to provide an additional 0.05%, 0.10%, and 0.15% of total phosphorus. This allowed us to develop dose response curves and determine which source is better in supplying bioavailable phosphorus and how they compare in terms of bioavailability. Monosodium phosphate is considered the gold standard with a bioavailability of 100%.

Diet analysis showed that the negative control diet inadvertently exceeded its target nutrient levels. As a result, it was excluded from statistical comparisons. Serum phosphorus concentrations linearly increased (P=0.022) in pigs supplemented with phosphorus from MSP and tended to increase (P=0.098) with ASLS supplementation (**Figure 3**). Comparing the slopes of the two lines (slope-ratio analysis) indicated a bioavailability of phosphorus of 69% for ASLS, assuming that MSP has a bioavailability of 100%.

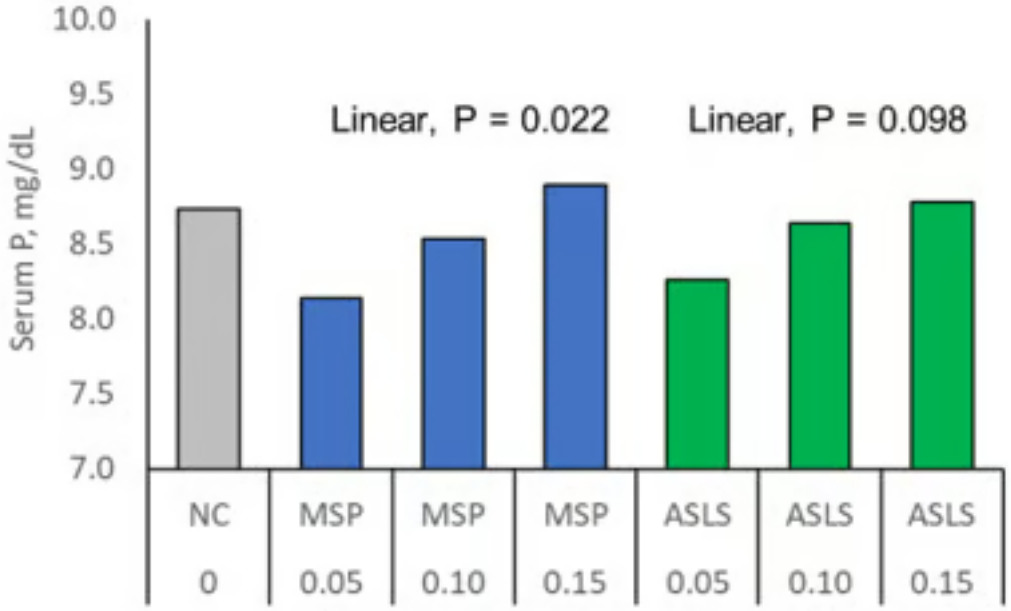


Figure 3. Effect of additional phosphorus from monosodium phosphate or ashed swine lagoon sludge on serum phosphorus concentrations.

Third metacarpal bone breaking force (**Figure 4**) is considered an important indicator of phosphorus status and it increased linearly with increasing phosphorus from MSP (P<0.001), but not when phosphorus was added from ASLS (P=0.695). However, bone ash percentage (**Figure 4)** linearly increased (P=0.012) with additional phosphorus from ASLS, and it appeared to linearly increase when phosphorus was added from MSP (P=0.135).

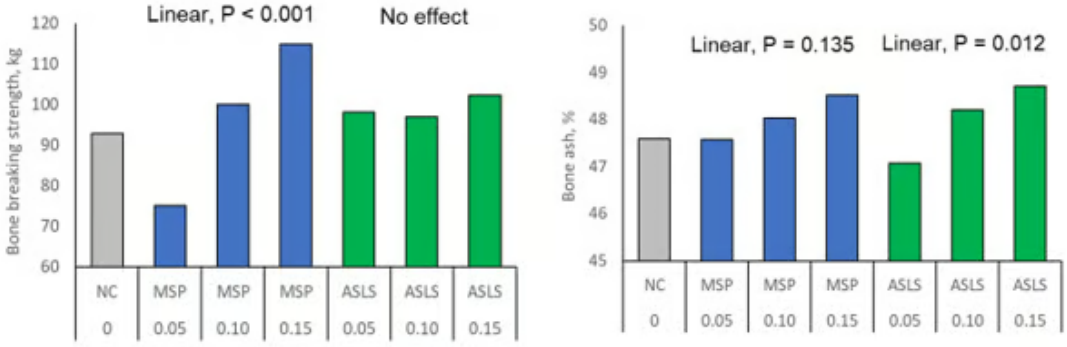


Figure 4. Impact of additional phosphorus from monosodium phosphate or ashed swine lagoon sludge on bone breaking strength (left panel) and bone ash percentage (right panel).

These findings indicate that ASLS can serve as a viable alternative phosphorus source, particularly when considering its impact on serum phosphorus concentrations and phosphorus retention in bone. Thus, ASLS could represent a cost-effective and sustainable option for swine diets, provided it gains regulatory approval as a feed ingredient. This research underscores the potential for nutrient recovery from swine lagoon sludge, transforming a waste product into a valuable feed resource.

Dr. William Flowers Receives National Award from American Society of Animal Science

Dr. William “Billy” Flowers, a William Neal Reynolds Distinguished Professor at North Carolina State University, has been named a 2025 National Award Recipient by the American Society of Animal Science (ASAS). He was recognized as an ASAS Fellow in the Teaching Category for his exceptional contributions to education over the past 38 years.

Dr. Flowers has taught more than 11,000 undergraduate students in core animal science courses and mentored over 270 undergraduates through teaching and research projects. Many of his mentees have pursued advanced degrees, and his former students now hold key positions in each of the top 25 swine production companies worldwide.

Beyond the classroom, Dr. Flowers co-founded the nation’s first lateral entry program for food animal veterinarians (Food Animal Scholars) and launched the first distance education program for swine management professionals (Swine On-Line). His impactful work has also been recognized by the USDA (2007), ASAS (2015), the National Pork Board (2019), and the North Carolina Pork Council (2024).

Please join us in congratulating Dr. Flowers on this well-deserved honor and thanking him for his outstanding service to the swine industry and animal science education!

Upcoming Events

Carolina Feed Industry Association Summer Meeting

August 19th - 21st

Lumina at Wrightsville Beach, NC

Supervisory Training for Spanish-Speaking Workers

September 14th and 15th

N.C. Cooperative Extension Auditorium, Kenansville, NC

October 2nd and 3rd

N.C. Cooperative Extension Office, Clinton, NC

October 16th

N.C. Cooperative Extension Office, Elizabethtown, NC

Contact Dr. Eduardo Beltranena (ebeltra2@ncsu.edu) to register.

2026 Swine Innovation Forum

May 5th, 2026

The Maxwell Center, Goldsboro, NC

Convirtiendo Desechos en Valor: Potencial del Lodo de Lagunas Porcinas como Fuente de Fósforo

Fernando Soler y Eric van Heugten

Traducido por Eduardo Beltranena
Departamento de Ciencia Animal, Universidad de Carolina del Norte, Raleigh

Imagen cortesía del National Pork Board, Des Moines, Iowa.

Para los productores porcinos, el manejo del estiércol es un componente clave tanto para las operaciones diarias como para la sostenibilidad a largo plazo. Las lagunas anaeróbicas son utilizadas para almacenar y tratar los desechos porcinos, y luego aplicarlos como fertilizante en cultivos. Con el tiempo, se acumula en el fondo de la laguna, una capa densa de residuos ricos en nutrientes. Sin remoción periódica, este lodo al fondo de la laguna puede reducir el volumen afectando el rendimiento de la laguna.

El lodo de laguna es una fuente concentrada de nutrientes, particularmente fósforo, el cual es el tercer nutriente más costoso en dietas porcinas. Investigaciones han demostrado que el lodo de laguna porcina contiene aproximadamente 9.0% de sólidos y 3.83 g/L de fósforo, lo que equivale a un 4 a 5% de fósforo en base a materia seca. Además, es rico en otros minerales como calcio, potasio, magnesio, azufre, zinc, cobre y hierro. Aunque el efluente de laguna se recicla comúnmente como fertilizante agrícola, el lodo representa un mayor desafío debido a su consistencia espesa y densidad de nutrientes. Aparte de su uso como fertilizante, el lodo podría ofrecer oportunidades como fuente reciclada de nutrientes en dietas para los cerdos. En una edición anterior de este boletín porcino de NCSU, reportamos que la alimentación de lodo de laguna porcina secado al sol en invernaderos y estimamos la biodisponibilidad del fósforo en aproximadamente 67 a 72%. En este artículo, exploramos el valor del lodo de laguna porcina primero secado al sol en invernaderos y calcinado después. La calcinación elimina el material orgánico y posibles patógenos (si los hubiera), mientras

qué reduce significativamente el volumen del lodo. El producto resultante es una ceniza rica en nutrientes, que es más fácil de transportar y tiene el potencial de usarse como suplemento mineral alimenticio, ofreciendo una solución práctica y eficiente para la recuperación y manejo de nutrientes del estiércol porcino.

Para calcinar el lodo de laguna porcina secado en invernaderos, se desarrolló una cámara de combustión en el Centro de Manejo de Residuos de la Universidad de Carolina del Norte utilizando un recipiente de contención, un soplador de aire forzado y un soplete de propano. Se agregaron lotes de 9 kg de lodo secado en invernaderos a la cámara. Este material fue calentado por tres minutos con el soplete, y la combustión se maximizó introduciendo flujo de aire con el soplador, alcanzando una temperatura máxima de 1800°C, logrando la combustión completa del material orgánico **(Figura 1).**

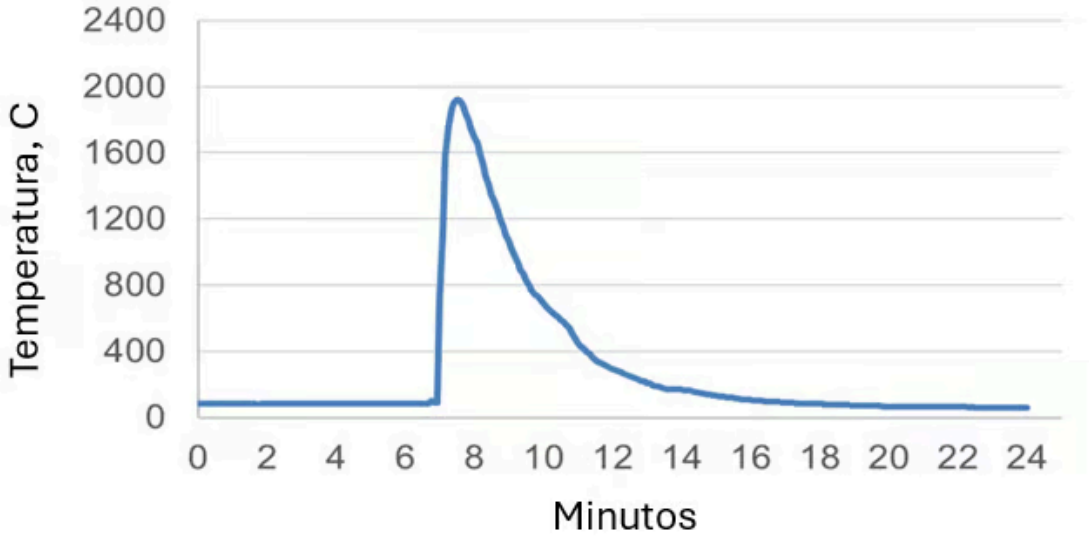
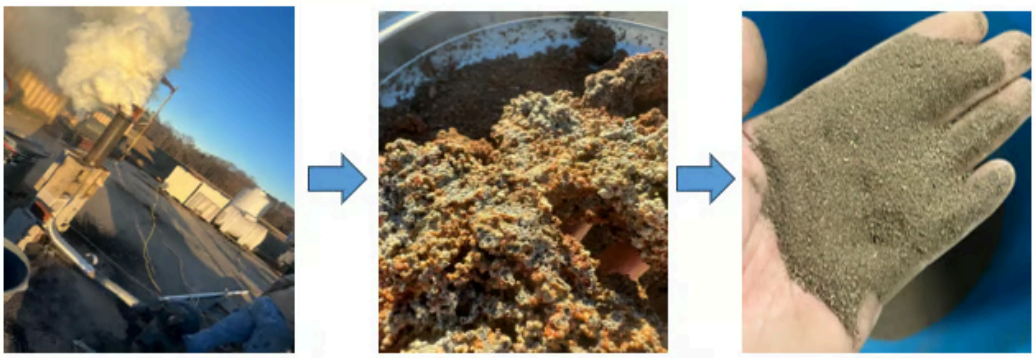


Figura 1. Progresión de la temperatura en el tiempo durante la calcinación del lodo de laguna.

Este proceso produjo entre un 45 y 55% del material original como ceniza. Luego, la ceniza se molió con un molino de martillos hasta obtener una granulometría de 1 mm en el producto final **(Figura 2).** Se analizó una muestra representativa de esta ceniza para determinar su composición de macro y microminerales **(Tabla 1).**



Cámara de combustión Ceniza de lodo de laguna Ceniza de lodo molida

Figura 2. Proceso de calcinación del lodo de laguna porcina: cámara de combustión (izquierda), ceniza bruta obtenida (centro) y producto final molido (derecha).

Tabla 1. Concentraciones medias analizadas de minerales en lodos de lagunas porcinas incineradas (en base húmeda)[1]

Mineral	Promedio
Fósforo, %	9.16
Calcio, %	8.30
Magnesio, %	4.28
Potasio, %	0.51
Sodio, %	0.19
Azufre, %	0.18
Hierro, ppm	14,833
Zinc, ppm	5,523
Cobre, ppm	2,717
Manganeso, ppm	1,427

[1]Cada valor representa el promedio de tres réplicas de análisis

Posteriormente, se utilizó esta ceniza en un estudio de alimentación incluyendo cincuenta y seis cerdos alojados individualmente con un peso corporal inicial de 44 kg. Nos enfocamos en el fósforo como nutriente principal de interés en el alimento y formulamos una dieta control negativa que proveía el 40% del requerimiento de fósforo diario, suplementando con fósforo proveniente ya sea de fosfato monosódico (**MSP**) o de ceniza de lodo de laguna porcina (**ASLS**) en niveles de 0.05%, 0.10% y 0.15% de fósforo total. Esto nos permitió desarrollar figuras de respuesta a la dosis y comparar la biodisponibilidad comparado con MSP. El fosfato monosódico se consideró el estándar de referencia, con una biodisponibilidad del 100%.

El análisis de las dietas mostró que la dieta control negativa superó inadvertidamente el nivel de fósforo deseado. Por ello, fue excluida de los análisis estadísticos. Las concentraciones de fósforo en suero sanguíneo aumentaron linealmente (P=0.022) en los cerdos suplementados con MSP y mostraron una tendencia a aumentar (P=0.098) con la suplementación de ASLS (**Figura 3**). Comparando las pendientes de las líneas de los dos tratamientos se estimó una biodisponibilidad del 69% para ASLS.

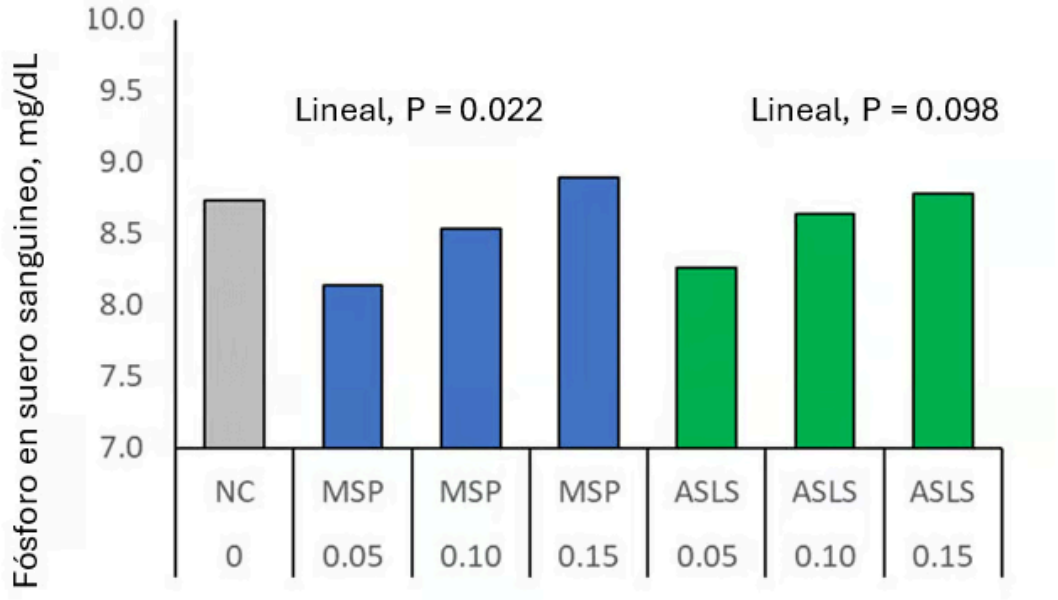
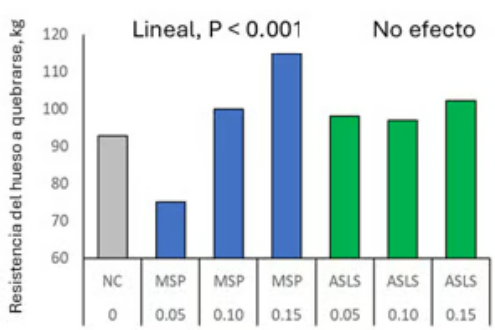


Figura 3. Efecto del fósforo adicional en la dieta proveniente de fosfato monosódico o ceniza de lodo de laguna porcina en las concentraciones de fósforo en suero sanguíneo.

La fuerza de ruptura del tercer hueso metacarpiano **(Figura 4)**, un indicador importante del estado del fósforo, aumentó linealmente con el aumento de fósforo proveniente de MSP (P<0.001), pero no de ASLS (P=0.695). Sin embargo, el porcentaje de ceniza ósea **(Figura 4)** aumentó linealmente (P=0.012) con el fósforo adicional proveído por ASLS, y mostró una tendencia al aumento con MSP (P=0.135).



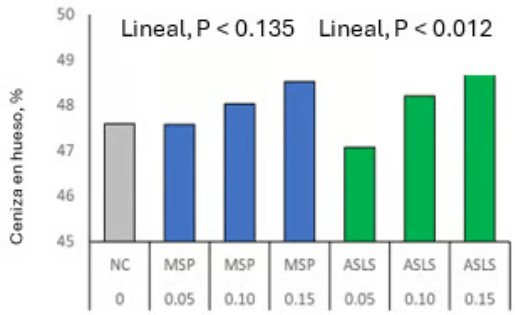


Figura 4. Impacto del fósforo adicional proveniente de fosfato monosódico o ceniza de lodo de laguna porcina en la fuerza de ruptura ósea (panel izquierdo) y porcentaje de ceniza ósea (panel derecho).

Estos hallazgos indican que ASLS puede servir como una fuente alternativa de fósforo, especialmente considerando su efecto en las concentraciones séricas de fósforo y la retención ósea de este mineral. Así, la ASLS podría representar una opción rentable y sostenible para las dietas porcinas, siempre que obtenga aprobación regulatoria como ingrediente alimentario. Esta investigación destaca el potencial de recuperación de nutrientes a partir del lodo de laguna porcina, transformando un residuo en un recurso valioso para la alimentación animal.

Dr. William Flowers Recibe un Premio Nacional de la Sociedad Estadounidense de Ciencia Animal

Traducido por Eduardo Beltranena

El Dr. William “Billy” Flowers, Profesor Distinguido William Neal Reynolds en la Universidad Estatal de Carolina del Norte, ha recibido el Premio Nacional 2025 otorgado por la Sociedad Estadounidense de Ciencia Animal (ASAS, por sus siglas en inglés). Fue reconocido como Miembro de la Sociedad en la Categoría de Enseñanza por sus contribuciones excepcionales a la educación durante los últimos 38 años.

El Dr. Flowers ha enseñado a más de 11,000 estudiantes de pregrado en cursos de ciencia animal y ha asesorado a más de 270 estudiantes de licenciatura a través de proyectos de enseñanza e investigación. Muchos de sus estudiantes han continuado con estudios de posgrado, y actualmente, exalumnos suyos ocupan cargos clave en cada una de las 25 principales empresas de producción porcina a nivel mundial.

Más allá del aula, el Dr. Flowers cofundó el primer programa nacional de ingreso lateral para veterinarios especializados en animales de producción (Food Animal Scholars) y lanzó el primer programa de educación a distancia para profesionales en manejo porcino (Swine On-Line). Su trabajo también ha sido reconocido por el USDA (2007), ASAS (2015), el National Pork Board (2019), y North Carolina Pork Council (2024).

¡Acompáñenos a felicitar al Dr. Flowers por este merecido reconocimiento y a agradecerle por su destacado servicio a la industria porcina y a la educación en ciencia animal!

If you did not receive this newsletter directly in your inbox and would like to in the future, please join our mailing list by completing this form

Stay Connected

To stop receiving our promotional email, unsubscribe now
NC State College of Agriculture and Life Sciences
Campus Box 7601
NC State University Campus
Raleigh, NC 27695-7601
United States