



REVISTA

# + CIENCIA

DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Año 12, N.º 35, Mayo-Agosto 2024

## SUPLEMENTO ESPECIAL CIENCIA PHOENIX

Universidad Politécnica de Cuautitlán Izcalli



Editora: Dra. María Elena Sánchez Vergara

Biorremediación mediante el uso del compostaje • Generación de energía eléctrica por medio de plantas de jardín • Nanocelulosa a partir de desechos de pasto (*Cynodon dactylon*), un material revolucionario  
Hongos productores de enzimas para el aumento de peso en porcinos • Forma de acción de enzimas en engorda de porcinos • Normas para gane de peso en porcinos



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA  
CUAUTILÁN IZCALLI

RECTOR

Mtro. Rafael Adolfo Núñez González

SUBDIRECTORA

Mtra. en C.E. Lizbeth Millán Bernal

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE VINCULACIÓN

Dr. Alejandro Flores Huerta

## +CIENCIA. REVISTA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

DIRECTORA EDITORIAL

Dra. María Elena Sánchez Vergara

COORDINACIÓN EDITORIAL

M. en C Jorge Alberto Granados Olvera  
*Encargado del Área de Investigación / PTC*

M. en C. Karelia Liliana Rangel Ruiz

*Encargada del Área de Investigación / PTC*

ASESOR Y REVISOR DE CONTENIDO

P. Sergio Salcido Valle, L.C.

CORRECCIÓN DE ESTILO

Armando Rodríguez Briseño

CONCEPTO, DISEÑO EDITORIAL Y PORTADA

Daniel Hurtado Rivera

FOTOGRAFÍA DE PORTADA

Flat lay hands with soil

Freepik.com

+Ciencia. Revista de la Facultad de Ingeniería, año 12, número 35, mayo-agosto 2024, es una publicación cuatrimestral editada por Investigaciones y Estudios Superiores, S.C. (conocida como Universidad Anáhuac México), a través de la Facultad de Ingeniería. Avenida Universidad Anáhuac 46, colonia Lomas Anáhuac, Huixquilucan, Estado de México, C.P. 52786. Tel. 55 5627.0210. Editor responsable: María Elena Sánchez Vergara. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo: 04-2022-091511373400-102, ISSN electrónico: 2954-4408. Cualquier información y/o artículo y/u opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Asimismo, el editor investiga sobre la seriedad de sus anunciantes, pero no se responsabiliza de las ofertas relacionadas con los mismos. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del editor.

# CONTENIDO

## 49 EDITORIAL

La coordenada (0,0)

*Alejandro Flores Huerta*

## EN LA FRONTERA

### 50 Biorremediación mediante el uso del compostaje

*Sofía Valentina Calvillo Beltrán, Ivan Arroyo Ordoñez*

### 53 Generación de energía eléctrica por medio de plantas de jardín

*Jorge Alberto Granados Olvera, Paulina Anayansi Ortega Cruz*

### 55 Nanocelulosa a partir de desechos de pasto (*Cynodon dactylon*), un material revolucionario

*Jorge Alberto Granados Olvera, Ana Laura López Domínguez*

### 59 Hongos productores de enzimas para el aumento de peso en porcinos

*Karelia Liliana Rangel Ruiz, Jorge Alberto Granados Olvera, Paulina Anayansi Ortega Cruz*

### 62 Forma de acción de enzimas en engorda de porcinos

*Daniela Yoselyn Perez Alva, Karelia Liliana Rangel Ruiz y Jorge Alberto Granados Olvera*

### 66 Normas para gane de peso en porcinos

*Ximena Zarco Santillán, Karelia Liliana Rangel Ruiz y Jorge Alberto Granados Olvera*



# LA COORDENADA (0,0)

## CIENCIA PHOENIX

Estimados lectores, en este suplemento especial con título "Ciencia Phoenix" los docentes e investigadores que laboramos en la Universidad Politécnica de Cuautitlán Izcalli nos sentimos orgullosos de colaborar con la revista de divulgación científica +*Ciencia*, por lo que esperamos que los artículos que publicamos sean de su mayor agrado y de gran relevancia científica. Todos estos artículos hacen referencia a proyectos desarrollados por estudiantes y profesores de nuestra querida Institución.

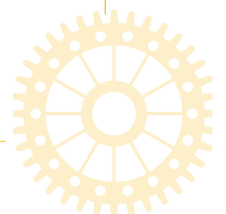
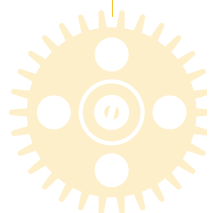
Nuestro primer artículo habla sobre la "**Biorremediación mediante el uso de compostaje**", escrito por Sofía Valentina Calvillo Beltrán e Ivan Arroyo Ordoñez. En el proyecto que se describe en este artículo, el objetivo fue lograr la biorremediación de suelos y/o campos de cultivo infértiles mediante el uso del método de compostaje Takakura, a fin de realizar un proceso de transformación natural de residuos orgánicos. Posteriormente, presentamos el artículo "**Generación de energía eléctrica por medio de plantas de jardín**". En este artículo, Paulina Anayansi Ortega Cruz y Jorge Alberto Granados Olvera plantean la generación de energía eléctrica mediante la técnica de biofotoenergía a partir de plantas de jardín. También en este suplemento de divulgación científica, Ana Laura López Domínguez y Jorge Alberto Granados Olvera presentan un interesante artículo sobre "**Nanocelulosa a partir de desechos de pasto, un material revolucionario**". En el artículo se menciona que la nanocelulosa se compone de nanofibras de celulosa extraídas de biomasa renovable, lo que es de gran interés para los investigadores y el sector industrial debido a sus abundantes propiedades mecánicas y biológicas.

Por otro lado, "**Hongos productores de enzimas para el aumento de peso en porcinos**" es el es-

tudio que presentan Paulina Anayansi Ortega Cruz, Karelia Liliana Rangel Ruiz y Jorge Alberto Granados Olvera. En este texto se habla de la obtención de enzimas mediante microorganismos y residuos orgánicos por medio de hongos. Esto para generar un aumento de peso en porcinos e incrementar la producción de cárnicos con menores tiempo y costo. Además, en este suplemento de Ciencia Phoenix, se presenta la "**Forma de acción de enzimas en engorda de porcinos**", escrito por Daniela Yoselyn Pérez Ávila, Karelia Liliana Rangel Ruiz y Jorge Alberto Granados Olvera. En este artículo se menciona que el empleo de enzimas exógenas en ganado porcino es muy extenso, dentro de estas enzimas, las que más destacan son las fitasas y las carbohidrasas, usadas en gran medida por su efectividad y sus múltiples beneficios. Con respecto a temas relacionados con el artículo anterior, en "**Normas para gane de peso en porcinos**", de Ximena Zarco Santillán, Karelia Liliana Rangel Ruiz y Jorge Alberto Granados Olvera, se nos habla de las leyes mexicanas al implementar la NOM. Esta norma establece las bases para la verificación y aseguramiento de los procesos alimenticios, garantizando así el cumplimiento de estándares y mejores prácticas para el bienestar animal (engorda de porcinos).

Damos nuestro más grande reconocimiento a todos los que intervinieron en la edición de esta revista, así como también a las autoridades de la Universidad Anáhuac México por esta distinción. Lo anterior, sin dejar de mencionar al Comité Editorial de la "Revista de la Facultad de Ingeniería +*Ciencia*". Esperamos, queridos lectores, que disfruten esta edición tanto como nosotros la disfrutamos con su realización.

**Dr. Alejandro Flores Huerta**  
Jefe del Departamento de Vinculación y Extensión





## BIORREMEDIACIÓN MEDIANTE EL USO DEL COMPOSTAJE

SOFÍA VALENTINA CALVILLO BELTRÁN  
Ingeniería en Biotecnología, 4.º cuatrimestre

IVAN ARROYO ORDOÑEZ  
Profesor de Ingeniería en Biotecnología

Universidad Politécnica de Cuautitlán Izcalli, Lago de Guadalupe 1,  
Lomas de Cuautitlán, 54720 Cuautitlán Izcalli, Méx.  
1322202006@upci.edu.mx, ivanaor@upci.edu.mx

### Resumen

Esta investigación tiene el objetivo de biorremediar suelos y/o campos de cultivo infértiles mediante el uso del método de compostaje Takakura para realizar un proceso de transformación natural de residuos orgánicos en la obtención del hongo *Aspergillus fumigatus*, el cual sirve para aportar nutrientes a la tierra y eliminar contaminantes y toxinas del suelo. Se realizaron diferentes muestras con la composta, el hongo y la tierra baja en nutrientes, utilizando diferentes proporciones, esto con el fin de observar el cambio en las propiedades de la tierra. Posteriormente se colocaron plantas diversas para evaluar su desarrollo en la tierra baja en nutrientes, tomando en cuenta algunas propiedades como la humedad, pH, temperatura y estructura. Los resultados de las muestras fueron mejoras en la estructura de la tierra, esta tomó una consistencia más suave y húmeda, beneficiando el crecimiento de las plantas y su requerimiento de agua, generando la aparición y crecimiento de raíces en la tierra baja en nutrientes. Se concluyó que este método de compostaje y hongo biorremedian exitosamente la tierra, le aportan macronutrientes, aumentan su capacidad de

intercambio catiónico, mejorando su fertilidad y consistencia, previniendo así su erosión y degradación mientras eliminan desechos tóxicos y benefician a la planta.

### Introducción

Existen muchas zonas tanto en México como en el mundo en las que se desperdicia una gran cantidad de suelo por no ser fértil ni apto para cultivos. Estos suelos quedan en el olvido, generando una zona de contaminación, disminución de la biodiversidad, y aunado a este problema, los desechos orgánicos que se generan en los hogares y mercados son un gran factor de contaminación y daño a la tierra. La biorremediación en suelos infértiles y campos de cultivo es una técnica de tratamiento que tiene como objetivo utilizar el potencial de los microorganismos para degradar los compuestos tóxicos y estabilizar las propiedades de la tierra, así como mejorar las características de esta. El compostaje, por su parte, es un método de biorremediación *ex situ* basado en la descomposición biológica de residuos orgánicos; se realiza por una población microbiana diversa (bacterias y hongos), la cual, en condiciones predominantes aerobias, genera



un material estable y libre de patógenos que puede aplicarse al suelo para absorber contaminantes y aportar los macro y micronutrientes necesarios para restaurar las tres funciones del suelo (física, química y biológica), alimentando a los microorganismos responsables de “arar la tierra”, facilitando la penetración de las raíces de las plantas, la aireación y permeabilidad del suelo.

## Desarrollo

El proceso da inicio con la preparación de la composta, la cual está conformada por dos etapas, el cultivo de microorganismos y el armado del lecho fermentativo. El cultivo de microorganismos tiene como función permitir el desarrollo de los microorganismos que van a trabajar sobre los residuos para generar el compostaje y la producción del hongo *Aspergillus fumigatus* (Figura 1). Para esto se deben preparar dos sustratos, uno dulce y otro salado, los cuales fermentarán y facilitarán la descomposición de los residuos orgánicos. Se dejan reposar al resguardo del sol durante 3 a 5 días. Una vez que se tienen ambos sustratos fermentados, inicia el armado del lecho fermentativo, el cual tiene como función proporcionar las condiciones óptimas al hongo y ser la base de la composta. Este se deja reposar de 3 a 5 días.



Figura 1. Hongo *Aspergillus fumigatus* sobre el lecho fermentativo de la composta. Fuente propia.

Una vez que se tiene el hongo, se toma una muestra de este con dos objetivos: 1) realizar pruebas de tinción con el fin de identificar y 2) confirmar la especie del hongo (*Aspergillus fumigatus*) y realizar un cultivo sobre agar ADS para reproducirlo de una manera más acelerada. Para el primer objetivo se toma una muestra del hongo y se le realizan tres tinciones: gram, verde malaquita y azul metileno. Posteriormente, se coloca bajo el microscopio para observar el resultado y compararlo con la literatura para asegurarse que es el hongo deseado (Figura 2).

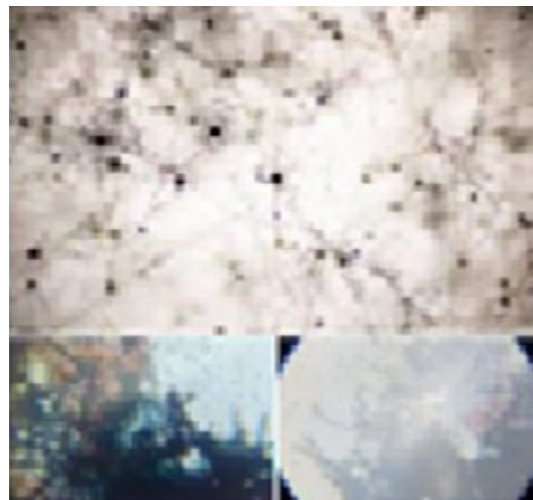


Figura 2. Comparativa del hongo *Aspergillus fumigatus*. Fuente propia.

Una vez confirmada la identidad del hongo, se toma una muestra de este y se realiza una siembra masiva en agar ADS, introduciéndolo a la incubadora hasta que este tenga un crecimiento. Por otro lado, se seleccionan áreas de tierra baja en nutrientes y se toman medidas de humedad, pH, consistencia, temperatura y se observa el color que la tierra posee. Se toman muestras de la tierra y se colocan en una balanza para determinar su peso y, de acuerdo con este, se le añade la composta en diferentes proporciones. Posteriormente, se mezclan la composta con hongo y la tierra baja en nutrientes en las diferentes proporciones. Para esto se debe tomar en cuenta el peso inicial de la tierra. Una vez que se tienen las diferentes





mezclas, se colocan diferentes tipos de plantas y se les toman medidas de humedad, pH, consistencia, color y temperatura para analizar el desarrollo que ha tenido la tierra baja en nutrientes con la composta y el hongo. Aunado a esto, se debe revisar el desarrollo que ha tenido la planta en la mezcla correspondiente (ver Figuras 3 y 4).



Figura 3. Cambio de consistencia de la tierra. Fuente propia.



Figura 4. Cambio de coloración en tierra y aparición de nuevas plantas. Fuente propia.

## Conclusiones

La composta aporta diferentes macronutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio, así como micronutrientes que benefician el crecimiento de las plantas, además de mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, ya que aumenta la retención de humedad del suelo y la capacidad de intercambio de cationes en el mismo, mejorando su fertilidad, estructura y previniendo así su erosión y degradación, mientras que el hongo moviliza o inmoviliza los contaminantes encontrados en la tierra, mitigando el impacto de estos contaminantes. Aunado a esto se reduce la cantidad de desperdicios orgánicos generados, devolviendo valiosos nutrientes al suelo. Este método genera las condiciones que las plantas precisan para desarrollarse, tales como agua y determinados minerales. Los absorben del suelo por medio de sus raíces gracias a la composta hecha a base de los residuos orgánicos.

## Referencias

- Oudot, J., Dupont, J., Holoui, S., y Roquebert, M. F. (2017). Biodegradatiom potential of hydrocarbon-assimilating tropical fungi. *Soil Biology and Biochemistry*, 25(9), 1167-1173. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S003807179390211S>
- Quecholac-Piña, X., García-Rivera, M. A., Espinosa-Valdemar, R. M., Vázquez-Morillas, A., Beltrán-Villavicencio, M., y Cisneros-Ramos, A. de la L. (2017). Biodegradation of compostable and oxodegradable plastic films by backyard composting and bioaugmentation. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(33), 25725-25730. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27044287/>
- Wander, M., Walter, G. L., Nissen, T. M., Bollero, G., Andrews, S. S., y Cavanaugh-Grant, D. A. (2002). Soil quality: Science and Process. *Agronomy Journal*, 94(1). [https://www.researchgate.net/publication/237393984\\_Soil\\_Quality\\_Science\\_and\\_Process](https://www.researchgate.net/publication/237393984_Soil_Quality_Science_and_Process)



# GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR MEDIO DE PLANTAS DE JARDÍN

JORGE ALBERTO GRANADOS OLVERA  
Profesor de la carrera Ingeniería en Biotecnología

PAULINA ANAYANSI ORTEGA CRUZ  
Ingeniería en Biotecnología, 7.º cuatrimestre

Universidad Politécnica de Cuautitlán Izcalli. Av. Lago de Guadalupe,  
Colonia Lomas de San Francisco Tepojaco, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, C.P. 54720  
1321172046@upci.edu.mx, jorgealberto.go@upci.edu.mx

## Resumen

En la actualidad no existe abastecimiento de energía eléctrica en las zonas rurales debido a la falta de recursos económicos y a que la tecnología industrial en esas zonas es escasa. Esto abre una oportunidad a las energías renovables, con diversas técnicas que favorecen la mejora de esta; una de ellas es la biofotoenergía, mejor conocida como energía generada a partir de plantas de jardín. Y si bien esto puede sonar aún ficticio, hoy en día es una realidad. Se debe considerar que la tierra encontrada en un jardín genera energía eléctrica por sus propias propiedades fisicoquímicas; sin embargo, al momento de adicionarle una planta y permitir que se lleve a cabo el proceso químico de la fotosíntesis, se asegura que el voltaje generado sea mayor.

## Introducción

La energía eléctrica es una forma de energía natural manifestada. El sector industrial es el que requiere consumir más de la misma, no obstante, las comunidades son un sector de la población que requiere de estos servicios, ya que muchas veces no son abastecidas por la economía de la zona. Los recursos energéticos fósiles son favorables hoy en día, sin embargo, tienen una cantidad limitada de vida para ser empleados por la sociedad, ya que son de carácter no renovable. El tener una demanda

eléctrica conlleva a la continua investigación en energías renovables. Los avances en energías renovables han dado paso a la energía biofotovoltaica, llamada así por su capacidad de generar energía eléctrica por medio de la fotosíntesis (Figura 1); el proceso de la fotosíntesis se lleva a cabo por medio de la excitación de electrones, por lo que captar estos electrones excedentes al hacer la rizodeposición, se implementa una pila eléctrica por medio de un par de electrodos que permite transformar la energía química en energía eléctrica.

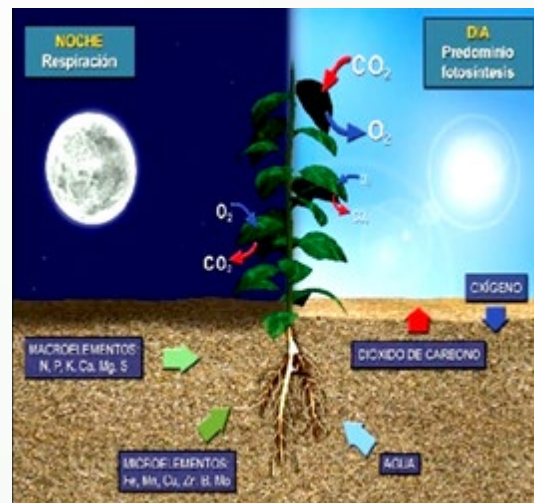


Figura 1. Fotosíntesis, fase oscura y lumínica. Tomada de: <https://plantasdelmundo.com/plantas/fotosintesis-y-sus-fases/>



## Desarrollo

El proceso de generación de energía eléctrica por medio de plantas de jardín no afecta el proceso de crecimiento de estos seres vivos, por ello a la hora de la experimentación se optó por utilizar materiales que no dañaran a la planta y al suelo en donde se generaría dicha energía, lo que se verifica en la Figura 2, ya que, al usar un cátodo y un ánodo, es posible generar esta energía, dependiendo de la especie y del tamaño de la planta.



Figura 2. Fotografía cortesía de: Paulina Anayansi.Ortega Cruz.

Con los resultados anteriores se comprobó que es posible generar energía eléctrica por medio de una planta de jardín. Tomando esto en cuenta, y basándonos en el impacto que puede producir a una escala mayor, podemos decir que es un proyecto favorecedor para las futuras energías renovables, que se pueden presentar de acuerdo con la zona que se pretende beneficiar.

## Conclusiones

Tomando en cuenta lo planteado con anterioridad, se afirma que la investigación realizada sobre este tema aún tiene algunas vertientes, considerando que si este tipo de proyectos se

lleva a cabo de forma experimental a gran escala, se podrá dar paso a maximizar la energía eléctrica generada en cualquier área verde, estando consciente de los cuidados que necesitan estos espacios.

## Referencias

- Figuroa Luque, E. (2014). Estudio técnico-económico para la implantación de una planta de generación de energía eléctrica a partir de biomasa en Andalucía. *Trabajo Fin de Máster en Ingeniería Ambiental* (pp. 107).  
<https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/26821/Trabajo%20fin%20de%20M%C3%A1ster%20Enrique%20Figuroa%20Luque.pdf>
- Lecaro-Zambrano, J. L. VJG-M. Energía eléctrica fotosintética: una alternativa económica y ecológica para los sectores rurales y urbanos del Cantón Machala, Provincia de El Oro file:///C:/Users/Investigaci%C3%B3n/Downloads/Dialnet-EnergiaElectricaFotosintetica-8219318.pdf
- Zapien-Rodríguez JM PhD, Solorio-De Jesús BA PhD, Ballesteros-Pacheco JC PhD, Núñez-Ayala FL PhD. Generación Eléctrica a Partir de la Fotosíntesis Natural; ¿Una Realidad Escalable? *Revista de Energías Renovables*. Disponible en: [https://www.ecorfan.org/republicoiperu/research\\_journals/Revista\\_de\\_Energias\\_Renovables/vol3num10/Revista\\_de\\_Energ%C3%ADas\\_Renovables\\_V3\\_N10\\_1.pdf](https://www.ecorfan.org/republicoiperu/research_journals/Revista_de_Energias_Renovables/vol3num10/Revista_de_Energ%C3%ADas_Renovables_V3_N10_1.pdf)





# NANOCELULOSA A PARTIR DE DESECHOS DE PASTO (*CYNODON DACTYLON*), UN MATERIAL REVOLUCIONARIO

JORGE ALBERTO GRANADOS OLVERA  
Profesor de la carrera Ingeniería en Biotecnología  
ANA LAURA LÓPEZ DOMÍNGUEZ  
Ingeniería en Biotecnología 6.º Cuatrimestre

Universidad Politécnica de Cuautitlán Izcalli, Lago de Guadalupe 1,  
Lomas de Cuautitlán, 54720 Cuautitlán Izcalli, Méx.  
[jorgealberto.go@upci.edu.mx](mailto:jorgealberto.go@upci.edu.mx)

## Resumen

La síntesis de nuevos materiales funcionales a partir de abundantes residuos tiene grandes posibilidades de aplicación y beneficios ecológicos. La nanocelulosa es un polímero renovable y sostenible que posee una superficie modificable, una excelente resistencia mecánica, una elevada relación de aspecto y no es tóxica. Estas propiedades únicas convierten a la nanocelulosa en un material prometedor para múltiples aplicaciones a nivel industrial e investigación. El esquema para extraer y producir nanocelulosa a partir de residuos de jardinería proporciona una plataforma para la utilización sostenible de la biomasa de desecho. La nanocelulosa es un biopolímero gelatinoso y translucido formado por nanofibras de celulosa que puede mejorar las propiedades de otros polímeros y materiales de productos de consumo directo. El objetivo del presente trabajo es proponer una obtención de nanocelulosa a partir de residuos de jardinería: pasto *Cynodon dactylon* mediante hidrólisis ácida. Como una alternativa sustentable, que promueva la transformación de residuos ricos en lignina para la generación de materias primas que den origen a materiales de mayor resistencia y de fácil degradación y que se consideran de interés científico e industrial. Los procesos de digestión aplicados a los desechos orgánicos removieron impurezas de la celulosa; además, el proceso de hidrólisis con ácido sulfúrico hizo posible obtener nanocelulosa y de las fuentes antes mencionadas.



## Introducción

La Nanocelulosa es un biopolímero con fórmula  $[C_6H_{10}O_5]_n$  (Li et al., 2009), y su unidad de repetición es celobiosa (Lavoine et al., 2012). Tiene un potencial sorprendente y es de gran interés, ya que puede sustituir materiales procedentes del petróleo. Es un nanomaterial natural que puede proceder de la pared celular de las plantas. Pese a que es uno de los pocos polímeros formados naturalmente y más abundante en el planeta; su producción se estima en más de 100 000 millones de toneladas por año, ya que es sintetizado por todas las plantas junto con otros componentes importantes como lignina, hemicelulosa y ceras (Morán et al., 2008). Con su tamaño nanométrico de diámetro, tiene propiedades atractivas como una gran resistencia, una excelente rigidez y una gran superficie.

Con su tamaño nanométrico de diámetro, tiene propiedades atractivas como una gran resistencia, una excelente rigidez y amplia superficie. Además, su estructura contiene una gran cantidad de grupos hidroxilos que son accesibles para la modificación de la superficie, es un material biosintetizado en forma de microfibras con dominios amorfos y cristalinos, que permiten el enlace de hidrógeno entre moléculas. Se encuentra en todas las partes de la planta, concentrándose principalmente en el tallo. Las zonas amorfas presentan fibras orientadas de manera aleatoria, mientras que las zonas cristalinas muestran mejores fibras, las cuales le proporcionan una mayor densidad y, por lo tanto, una mayor resistencia (Li, 2012). Es biodegradable, no tóxica por lo que su uso es seguro en diversas aplicaciones.

La obtención de nanocelulosa cristalina es la más reciente en aparecer en el campo de la investigación y las nanociencias, aunque igual que otros supermateriales está presente de forma natural en el entorno desde siempre, en la constitución de árboles y plantas. Es un material especialmente ligero, fuerte y rígido,

además de poseer un alto coeficiente de resistencia respecto a su peso. También es posible localizarla en el pasto (*Cynodon dactylon*), que es una de las especies vegetales más distribuidas en todo el mundo (Gao et al., 2018).

## Desarrollo

La hidrólisis ácida es el método de mayor aplicación en la obtención de nanocelulosa cristalina. Ésta se lleva a cabo comúnmente con el uso de ácidos como ácido acético ( $CH_3COOH$ ), ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), ácido nítrico ( $HNO_3$ ), ácido clorhídrico ( $HCl$ ) debido a que dichos ácidos liberan protones que rompen los enlaces entre los monómeros de las cadenas poliméricas formadas por la hemicelulosa y celulosa. Las condiciones de reacción de la hidrólisis son complejas debido a que se requieren temperaturas por encima de  $100\text{ }^\circ\text{C}$  y tiempos prolongados de reacción. Dadas las condiciones generadas por la solución ácida, las regiones amorfas de estos materiales son removidas, preservando mayormente el material más cristalino (Lee, 2014). En la metodología realizada en el presente estudio, se llevaron a cabo tres etapas, a la primera se le conoce como digestión básica, en la que se somete a la biomasa del pasto (Figura 1) con compuestos inorgánicos que contengan un grupo OH, en nuestro caso se usó el NaOH, cambiando las concentraciones molares y regularmente a temperaturas de  $55\text{ }^\circ\text{C}$ .



Figura 1. Muestra de pasto (*Cynodon dactylon*). Foto: Jorge Alberto Granados Olvera, 2023.



La segunda etapa ayudó a eliminar la pigmentación de la muestra; se genera una decoloración con una solución de hipoclorito de sodio con agitación constante a una temperatura de 60 °C (Figura 2).



Figura 2. Despigmentación de las fibras con la solución de hipoclorito de sodio. Foto: Jorge Alberto Granados Olvera, 2023.

En la última etapa, se prepara una solución  $H_2SO_4$  en agitación a 90 °C, posteriormente se decantó la solución y la celulosa se dejó secar a temperatura ambiente para obtener la nanocelulosa como se muestra en la Figura 3.



Figura 3. Nanocelulosa, Resultado Final. Foto: Jorge Alberto Granados Olvera, 2023.

Debido a que la composición de una misma planta varía dependiendo de su entorno y edad, es complicado obtener un tamaño o morfología específica aun usando el mismo

ácido y las mismas condiciones durante la hidrólisis. Una de las principales ventajas de usar ácido sulfúrico como agente hidrolizante es que este tiene la capacidad de generar grupos sulfatos en la superficie de las NCC, a diferencia de otros tipos de ácidos como el clorhídrico (Herrera, 2018). Concluido el proceso de síntesis de la nanocelulosa (NCC), se procedió al desarrollo de los análisis de caracterización. En los resultados de las micrografías por Microscopia Electrónica de Barrido (SEM), se demuestra que el tratamiento ácido al que se somete la biomasa es efectivo para obtener microfibrillas con tamaños que oscilan entre 40 nm y 100 nm (Figura 4).

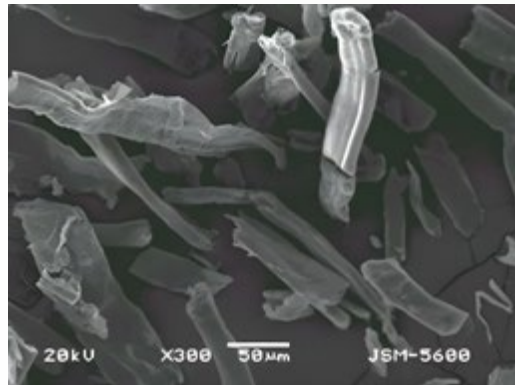


Figura 4. Micrografía SEM del tamaño promedio de la Nanocelulosa cristalina (NCC). Foto: Jorge Alberto Granados Olvera, 2023.

## Conclusiones

Es un método que presenta pasos sencillos que pueden ser desarrollados en laboratorios simples, a pesar de esta sencillez, los fundamentos técnicos y científicos que explican el comportamiento tan complejo de los materiales a escala nanométrica son novedosos y extensos.

La metodología experimental planteada en este trabajo representa una opción viable para la obtención de Nanocelulosa (NCC), misma que puede ser considerada como una alternativa sustentable en el mejoramiento de la calidad de vida, dando respuesta o bien simplificando problemas actuales para el sector agroindustrial e investigación.





## Referencias

- Gao, Y., Xu, H., y Cheng, Q. (2018). Multiple synergistic toughening graphene nanocomposites through cadmium ions and cellulose nanocrystals. *Advanced Materials Interfaces*, 5(10), 1800145. <https://doi.org/10.1002/admi.201800145>
- Lavoine, N., y Bergström, L. (2017). Nanocellulose-based foams and aerogels: Processing, properties, and applications. *Journal of Materials Chemistry*, 5(31), 16105-16117.
- Lee, H. V., Hamid, S. B. A., y Zain, S. K. (2014). Conversion of lignocellulosic biomass to nanocellulose: structure and chemical process. *The Scientific World Journal*, 2014.
- Li, J., Wei, X., Wang, Q., Chen, J., Chang, G., Kong, L., ... y Liu, Y. (2012). Homogeneous isolation of nanocellulose from sugarcane bagasse by high pressure homogenization. *Carbohydrate Polymers*, 90(4), 1609-1613.
- Li, R., Fei, J., Cai, Y., Li, Y., Feng, J., y Yao, J. (2009). Cellulose whiskers extracted from mulberry: A novel biomass production. *Carbohydrate Polymers*, 76(1), 94-99. doi: 10.1016/j.carbpol.2008.09.034
- Morán, J., y Vázquez, J. A. (2008). *Extracción de celulosa y obtención de nanocelulosa a partir de fibra de sisal-caracterización*. Asociación Argentina de Materiales.
- Herrera, M., Sinche, L., y Bonilla, O. (2019). Obtención de Nanocelulosa a partir de Celulosa de Puntas de Abacá. *Afinidad*, 76(586).
- Lavoine, N., Desloges, I., Dufresne, A., y Bras, J. (2012). Microfibrillated cellulose—Its barrier properties and applications in cellulosic materials: A review. *Carbohydrate Polymers*, 90(2), 735-764. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2012.05.026>
- Li, R., Fei, J., Cai, Y., Li, Y., Feng, J., y Yao, J. (2009). Cellulose whiskers extracted from mulberry: A novel biomass production. *Carbohydrate Polymers*, 76(1), 94-99. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2008.09.034>



# HONGOS PRODUCTORES DE ENZIMAS PARA EL AUMENTO DE PESO EN PORCINOS

KARELIA LILIANA RANGEL RUIZ Y JORGE ALBERTO GRANADOS OLVERA

Docentes de la carrera de Ingeniería en Biotecnología

PAULINA ANAYANSI ORTEGA CRUZ

Ingeniería en Biotecnología 7.<sup>mo</sup> cuatrimestre

Universidad Politécnica de Cautitlán Izcalli. Av. Lago de Guadalupe,  
Colonia Lomas de San Francisco Tepojaco, Cautitlán Izcalli, Estado de México, C.P. 54720

1321172046@upci.edu.mx, kareliailiana.rr@upci.edu.mx y jorgealberto.go@upci.edu.mx

## Resumen

Con la actual situación económica y ambiental se puede observar que la producción de cárnicos es desfavorecedora y costosa, mientras que la producción de enzimas se ha tornado favorable, cumpliendo objetivos que la sociedad requiere, por ello a lo largo del tiempo se han optado por diversos métodos para mejorar la obtención de enzimas. Actualmente la biotecnología tiene un amplio campo de estudio, y enfocándose en la obtención de enzimas por medio de microorganismos y residuos orgánicos provenientes de la sociedad. La generación de enzimas por medio de hongos ha ayudado al aumento de peso en porcinos con resultados favorecedores en el ámbito económico y ambiental, ya que garantiza la seguridad alimentaria de la población; así, se ha optado por la obtención de enzimas para generar un aumento de peso en porcinos y de esta forma generar mayor producción de cárnicos a un menor tiempo y costo.

## Introducción

Una de las principales problemáticas en la sociedad es el desabastecimiento de producción de cárnicos y el costo elevado para la población. Tomando en cuenta esto, se ha plan-

teado generar enzimas por medio de hongos; de esta forma se pueden reducir los costos, aumentar la producción de cárnicos y, al mismo tiempo, darle una segunda vida a los residuos orgánicos generados por la población, los cuales nos ayudarán a darle alimentación al microorganismo seleccionado para la producción enzimática. Sabiendo esto, se deben determinar niveles relevantes de la producción enzimática y proteica que genera el microorganismo. Para los análisis mencionados anteriormente, se deben realizar procedimientos a fin de determinar los niveles de producción buscados de acuerdo con el objetivo que se quiere obtener, proveniente del hongo; de esta forma podemos iniciar la mejora de producción en el área alimenticia, dando paso a estudios biotecnológicos.

## Desarrollo

Según la bibliografía, se ha demostrado que la implementación de enzimas mejora el rendimiento en la dieta y digestión de los porcinos, así como la reducción del alimento proporcionado a fin de llegar al peso ideal. Para este proyecto se plantean tres microorganismos productores de amilasa, entre ellos se encuen-



tra *Rhizopus*. Este es un hongo filamentososo (Figura 1) perteneciente al reino Fungí y forma parte del género de los mohos y es degradador de materia orgánica.

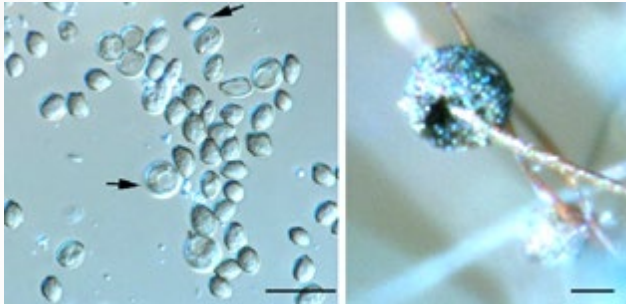


Figura 1. Hongo del género *Rhizopus*. Imagen tomada de: Dolatabadi y cols., 2014

El segundo hongo sería *Fusarium* (Figura 2) perteneciente al reino Fungí y a la familia *Nectriaceae*, que está conformada por varias especies con importancia en la agronomía, en la medicina, pero principalmente por el amplio rango de metabolitos secundarios que producen (Haruhisa y Hyakumachi, 2004).



Figura 2. Hongo del género *Fusarium*. Imagen tomada de: Tapia y Amaro, 2014

Y, por último, se tiene al *Penicillium*, que es un hongo filamentososo hialino (Figura 3), saprofito perteneciente al filo *Ascomycota*, del reino Fungí. Los organismos de este filo tienen importancia por los metabolitos secundarios que producen y la amplia variedad de usos que es-

tos tienen para los humanos, ya que van desde antibióticos hasta agentes antitumorales.



Figura 3. Detalle de las colonias de un hongo del género *Penicillium*. Imagen tomada de: Josh McGinnis (2020).

En la bibliografía podemos encontrar que los tres microorganismos son productores de amilasa, pero que deben ser sometidos a distintos parámetros para favorecer la producción. Teniendo en cuenta lo planteado con anterioridad, se puede confirmar que la producción de amilasa generada por estos tres microorganismos es favorecedora y rentable. Es decir, se tiene una producción baja en costos, elevada en producto y, al mismo tiempo, se reutilizan los residuos orgánicos provenientes de la sociedad, de esta forma le damos un impacto favorecedor a la biotecnología y la rama perteneciente a la misma. Por ello, según Figueroa, Morales y Bran (2019), el uso a nivel industrial de residuos agroindustriales a través de su producción a gran escala, utilizando el salvado de trigo y otros residuos, es satisfactorio, ya que dichos hongos tienen la capacidad de desarrollarse en sustratos con pocos nutrientes y presentan actividades comparables a las cepas que se utilizan en la actualidad para la producción de amilasas (Figueroa, Morales y Bran, 2019).





## Conclusión

La adición de enzimas promueve mayores ganancias de peso en porcinos, tomando en cuenta que la comparación de los hongos seleccionados suele tener variaciones. Según las fuentes, el mejor productor de amilasa es *Penicillium*, dándonos un mayor rendimiento en menor tiempo y adaptación.

## Referencias

- Dolatabadi, S., de Hoog, G. S., Meis, J. F., y Walther, G. (2014). Species boundaries and nomenclature of *Rhizopus arrhizus* (syn. *R. oryzae*). *Mycoses*, 57 Suppl 3, 108–127. <https://doi.org/10.1111/myc.12228>
- Figueroa, R., Morales, O., y Bran, M. del C. (2019). Producción de amilasas por cepas de hongos anamorfos aislados de hojarasca de *Quercus* sp. *Revista Científica*, 29(1). <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/50/50779027/html/index.html>
- German.Basidiomycetes. S/A. Image of *Fusarium*. Encyclopedia of Life Sciences. Mushroom Observer. [Internet]. Disponible en: <https://eol.org/pages/52785469>
- Haruhisa, S., y Hyakumachi, M. (2004). 6 - Genomics of Phytopathogenic *Fusarium*. *Applied Mycology and Biotechnology*, 4, 161-189. [https://doi.org/10.1016/S1874-5334\(04\)80009-1](https://doi.org/10.1016/S1874-5334(04)80009-1)
- McGinnis, J. (2020). Photo 107021252. *Encyclopedia of Life Sciences. iNaturalist*. <https://eol.org/media/21302516>
- Tapia, C., y Amaro, J. (2014). Género *Fusarium*. *Revista chilena de infectología*, 31(1), 85-86. <https://dx.doi.org/10.4067/S0716-10182014000100012>

*Penicillium spinulosum*. Obtenida de [wikipedia.org/wiki/Penicillium](https://es.wikipedia.org/wiki/Penicillium)



## FORMA DE ACCIÓN DE ENZIMAS DE ENGORDA EN PORCINOS

KARELIA LILIANA RANGEL RUIZ Y JORGE ALBERTO GRANADOS OLVERA  
Docentes de la carrera Ingeniería en Biotecnología

DANIELA YOSELYN PEREZ ALVA  
Ingeniería en Biotecnología, 7.<sup>mo</sup> cuatrimestre

Universidad Politécnica de Cuautitlán Izcalli. Av. Lago de Guadalupe,  
Colonia Lomas de San Francisco Tepojaco, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, C.P. 54720  
1321172047@upci.edu.mx, kareliailiana.rr@upci.edu.mx y jorgealberto.go@upci.edu.mx

### Introducción

En un momento en el que los precios de las materias primas son elevados, el foco de interés de nutrición-formulación se dirige a diseñar dietas al mínimo coste posible sin perjudicar la calidad nutrimental de los porcinos, teniendo en cuenta que los cereales predominantes son el trigo, cebada y el maíz, así como fuentes de proteínas vegetales como harinas de soja, girasol, colza entre otras, y que hoy en día se tiende a diseñar dietas algo más complejas y a su vez reducir costos en la alimentación. Debemos tener en cuenta la capacidad de los cerdos para digerir dietas más fibrosas sin comprometer los rendimientos productivos. El empleo de enzimas exógenas en ganado porcino es muy extenso, entre las que más destacan está el caso de las fitasas y las carbohidrasas, usadas en gran medida por su efectividad y sus múltiples beneficios, por lo tanto, puede ser una alternativa como aditivo, según lo reportado por Quintero Moreno (2010). La actividad de las enzimas exógenas en el tracto digestivo se concentra principalmente en la parte interior del intestino delgado.

### Desarrollo

Entre todas las enzimas exógenas, la xilanasas se usa a menudo en dietas basales de harina de maíz y soja, y puede aumentar la digestibilidad, la capacidad antioxidante, modular la microflora intestinal, reduciendo la tasa de diarrea y mejorar el rendimiento en cerdos destetados. La proteasa puede aumentar la disponibilidad de proteínas provenientes de la dieta, disminuir la excreción de nitrógeno y, por lo tanto, mejorar el rendimiento en cerdos destetados. En la Tabla 1, se resumen las funciones y beneficios de las principales enzimas usadas para la engorda; como se puede observar, las dietas ricas en polisacáridos no almidonados (NSP), el uso de enzimas degradantes de polisacáridos almidonados (como la xilanasas y la  $\beta$ -glucanasas) pueden mejorar la eficiencia alimentaria y la digestibilidad de nutrientes en aves de corral y cerdos.



**Tabla 1.** Beneficios de las principales enzimas y sustratos sobre los que actúa

Enzima	Materia Prima	Funciones	Beneficios
$\beta$ -glucanasa	Cebada, avena y centeno	Reducir la viscosidad	Mejora la digestión y uso de nutrientes
Xilanasas	Trigo, centeno, arroz, fibra vegetal	Reducir la viscosidad	Mejora la digestión y uso de nutrientes
Fitasa	Todos los alimentos de origen animal	Liberación de fósforo (fitato)	Mejora la absorción de P
Proteasa	Todas las fuentes de proteína vegetal	Hidrólisis de la proteína	Mejorar la digestión de la proteína
Lipasa	Lípidos y suplementos lipídicos	Hidrólisis de la grasa	Mejora la absorción de los alimentos lipídicos en animales jóvenes
Amilasa	Granos de cereales y leguminosas	Hidrólisis del almidón	Ayuda a la digestión del almidón en lechones destetados precozmente

Fuente: López (2000) y Ravindran (2010).

Whittemore (1993) propuso una ecuación, en la que resaltaba la importancia que la digestibilidad del alimento tiene sobre el consumo de pienso en lechones:

$$\text{Ingesta Voluntaria Pienso, kg/día} = 0.013^* \frac{\text{P.V.}}{1 - \text{Coef. Digest.}}$$

Con ello, se busca que una enzima exógena rompa las membranas celulares que envuelven al almidón y las proteínas en el interior del endospermo.

La adición en la dieta de carboximetilcelulosa (CMC), fitasas, xilanasas y/o glucanasas permite al organismo del animal extraer el máximo potencial del alimento y reducir a su vez el efecto antinutricional de algunos componentes, como los polisacáridos no amiláceos (PNA) que interfieren en la digestibilidad de los nutrientes. En la Figura 1 podemos observar cómo la adición de CMC ayuda a aumentar la flora intestinal de los porcinos.

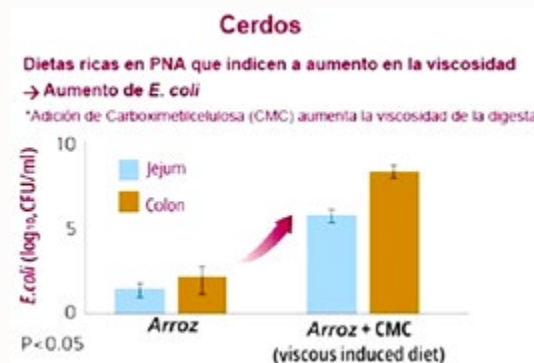


Figura 1. Las dietas ricas en NSP aumentan la concentración de *E. coli* en cerdos de engorda. Fuente: Tomado de Rodrigueiro et al. (2021).

La hidratación de los arabinosilanos durante el proceso de digestión conlleva un aumento de la viscosidad luminal de la fase líquida o soluble que afecta directamente a la digestibilidad del almidón e impide el proceso de emulsión de los lípidos, así como la reabsorción de ácidos biliares antes de la válvula ileocecal. Según Jorgensen y Just (1988), la degradación de los nutrientes no es tan importante, ya que las enzimas permanecen como sustrato, además el bajo pH estomacal influye de manera directa inhibiendo la actividad enzimática, de esta manera los productos finales de la degra-





dación microbiana son ácidos grasos volátiles y ácidos lácticos.

### Estructura química

Los arabinoxilanos están formados por cadenas lineales de unidades de xilosa unidas por enlaces  $\beta$ -(1-4), con diversas ramificaciones de unidades de  $\beta$ -L-arabinofuranosa. Para su óptimo aprovechamiento se utiliza una mezcla de xilanasas y glucanasas. Estas enzimas se encargan de transformar los PNA en moléculas más pequeñas, menos antinutritivas y más fermentables, transformarán arabinoxilanos en pequeñas moléculas de D-xilosa y L-arabinosa, los  $\beta$ -glucanos en moléculas simples de glucosa y los  $\beta$ -mananos en manosas simples (Figura 2). Ambas enzimas, xilanasas y glucanasas, presentan una acción complementaria sobre la matriz alimenticia cuando se administran de forma conjunta, creando así un efecto prebiótico.

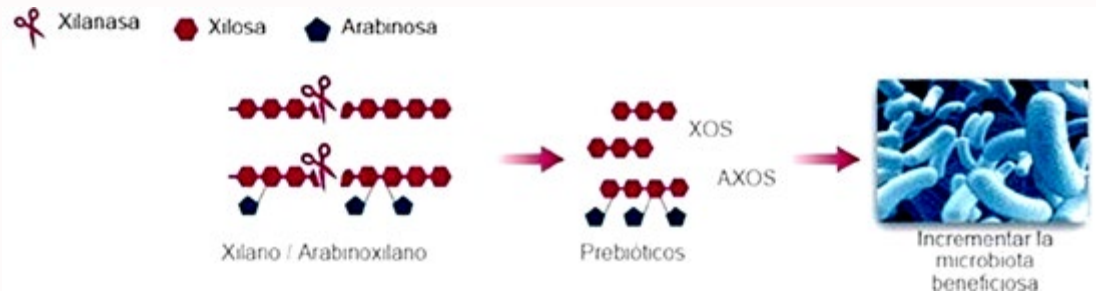


Figura 2. Efecto prebióticos de la xilanasas. Fuente: Tomado de Rodrigueiro et al. (2021).

Newman y cols. (1983) comprobaron la efectividad de la suplementación de enzimáticas en la alimentación de porcinos al tener resultados de ganancia en peso y eficiencia en conversión alimenticia con dieta a base de cebada. La xilanasas debe ser resistente a los inhibidores de la xilanasas dado que la mayoría de las xilanasas exógenas comerciales se derivan de hongos y bacterias, la actividad enzimática puede verse afectada por inhibidores de xilanasas endógenas en los cereales (Gusakov, 2010); algunos inhibidores de la enzima xilanasas son TAXI (*Triticum aestivum* - inhibidor de xilanasas), XIP (proteína inhibidora de xilanasas de trigo), TLXI (inhibidor de xilanasas de tipo taumatina) e inhibidores similares a TAXI y XIP (Figura 3).

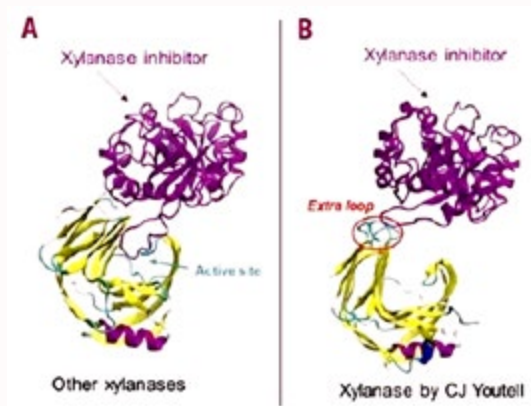


Figura 3. Comparación de inhibición por inhibidor de xilanasas. Fuente: Tomado de Rodrigueiro et al. (2021).

### Conclusión

Se sugiere que una suplementación de enzimas compuestas de amilasas, proteasa, xilanasas y  $\beta$ -glucanasas podría mejorar eficazmente la digestibilidad de nutrientes; ayudará a la

ganancia diaria de peso promedio, así como a aliviar el estrés de cerdos y mejorar significativamente la digestión total aparente de los nutrientes. Así se llega a saber que es deseable que el lechón consuma aditivos no nutritivos (promotores de crecimiento, enzimas, levaduras y probióticos) para tener una mayor ganancia, por lo tanto, deben ser de excelente calidad y muy accesibles.

### Referencias

- Gusakov, A. V. (2010). Proteinaceous inhibitors of microbial xylanases. *Biochemistry*, 75, 1185-1199.
- Jorgensen, H., y Just, A. (1988). Effect of different dietary components on site of disappearance of nutrients.



- Proc 4th. Symp. On "Digestive Physiology in the pig". *Jablonna*, 230-239.
- López, S. (2000). Uso de enzimas en los piensos de cerdos y aves. *Revista Mundo Ganadero*, Dossier: aditivos en alimentación, 36-43. <https://acortar.link/J5hX02>
- Newman, C. W., Eslick, R. F., y El Neugoumy, A. M. (1983). Bacterial diastase effect on the feed value of two hulless barleys for pigs. *Nutrition Reports International*, 28, 139.
- Ravindran, V. (2010). *Aditivos en la alimentación animal: presente y futuro*. XXV Curso de Especialización de la Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA). <https://acortar.link/qw6YI4>
- Rodrigueiro, R., Ospina-Rojas, I. C., Lima, B. T. M., y Díaz, T. G. (8 de junio de 2021). Importancia de la xilanasas en los alimentos balanceados para animales. *Engormix*. [https://www.engormix.com/avicultura/enzimas-nutricion-avicola/importancia-xilanasas-alimentos-balanceados\\_a47406/](https://www.engormix.com/avicultura/enzimas-nutricion-avicola/importancia-xilanasas-alimentos-balanceados_a47406/)
- Quintero Moreno, A. (2010). Uso de enzimas en la nutrición de cerdos. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias*, 5(2), 125-129. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/cientifica/articulo/view/14163>
- Whittemore, A. T. (1993). Species concepts: a reply to Ernst Mayr. *Taxon*, 42(3), 573-583. <https://doi.org/10.2307/1222535>





## NORMAS PARA GANE DE PESO EN PORCINOS

KARELIA LILIANA RANGEL RUIZ Y JORGE ALBERTO GRANADOS OLVERA  
Docentes de la carrera Ingeniería en Biotecnología

XIMENA ZARCO SANTILLÁN  
Ingeniería en Biotecnología, 7.<sup>mo</sup> cuatrimestre

Universidad Politécnica de Cuautitlán Izcalli. Av. Lago de Guadalupe,  
Colonia Lomas de San Francisco Tepojaco, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, C.P. 54720  
1321172071@upci.edu.mx, kareliailiana.rr@upci.edu.mx y jorgealberto.go@upci.edu.mx

### Resumen

De acuerdo con las normas oficiales mexicanas (NOM), que establecen las características de los procesos y servicios para evitar riesgos a la población, los parámetros que se toman en cuenta para los productos de origen animal son: calidad, sanidad, equilibrio de producción y servicio. En ellas se busca la forma de evaluar y conocer cómo se realiza cualquier producto o servicio. En este caso se determina el criterio para evaluar la finalización (engorda) de los porcinos, así como su dieta, los procesos de producción para consumo humano y en animales y, de esta forma, evitar enfermedades peligrosas para la salud de la población y de los porcinos. Las leyes mexicanas, al integrar las NOM, desempeñan un papel fundamental en la supervisión de procesos alimenticios, garantizando el cumplimiento de los estándares, en los que se integran prácticas de mejora y bienestar animal, asegurando que las instalaciones sean adecuadas y cumplan con los requerimientos básicos para prevenir enfermedades.

### Introducción

En la actualidad se busca la optimización de la seguridad de la población y de los animales que son dirigidos al consumo humano, con las normas y leyes, estableciendo especificaciones a las condiciones de vida que debe llevar el animal y, posteriormente, agregar que el uso de hormonas queda prohibido para el gane de peso en porcinos, teniendo en cuenta que el uso de estos para la cría de porcinos genera residuos en los cárnicos, aumentando la posibilidad de afectar la alimentación del ser humano y la salud de los animales. Según las fuentes, las NOM nos garantizan la alimentación adecuada para la cría de porcinos, de esta forma aseguramos que los cárnicos llegarán en buen estado para el consumo humano sin afectar al animal en el momento de la crianza. De igual manera otorgan los parámetros para la alimentación, proporcionando una dieta balanceada y las condiciones del hábitat en donde ellos residen para que se encuentren en un ambiente agradable y así evitar algún riesgo en la salud de los porcinos, la sociedad que los consume y la afectación al medio ambiente.







## Desarrollo

A continuación, se presenta una breve lista de las normas utilizadas para el control de incremento, la alimentación y el cuidado de los porcinos en México. De acuerdo con la NOM-Y.131-A-1979, “donde se establece la mezcla homogénea de ingredientes de origen vegetal, animal, vitaminas, minerales y otros indispensables para cubrir las necesidades nutricionales del cerdo; este alimento no debe contener sustancias y/o gérmenes a niveles nocivos para la salud y producción animal” (DOF, 1979). La norma plantea las condiciones adecuadas para la alimentación de porcinos, sin presentar alteraciones que afecten el bienestar de estos y establezcan una dieta y crecimiento adecuado. En la Tabla 1 se muestran los porcentajes mínimos y máximos permitidos de los ingredientes que formen parte de las dietas para los porcinos.

Tabla 1. Límites máximos que debe cumplir el producto denominado “Alimento para finalización de cerdos” (DOF, 1979).

	Tipo 1	Tipo 2
Especificaciones	Min. %	Máx. %
Proteína	12.0	11.0
Grasa	1.5	1.5
Fibra	6.0	6.0
Cenizas	7.0	7.0
Humedad	12.0	12.0
Extracto libre d		
Nitrógeno	(Por diferencia con 1 00)	
Calcio total	0.5	0.5
Fósforo total	0.4	0.4
Lisina		0.57
Metionina + cistina		0.30

La NOM-188-SSA1-2002 “establece el límite máximo permisible de aflatoxinas en los cereales destinados para el consumo humano y animal en 20  $\mu\text{g}/\text{kg}$ -ppb, así como los lineamientos y requisitos sanitarios para el transporte y almacenamiento de los productos” (DOF, 2002). Las aflatoxinas son toxinas producidas por *Aspergillus* (Figura 1).



Figura 1. Micrografía de una espora de *Aspergillus*, un tipo de hongo que produce la aflatoxina causante de cáncer (NIH, 2018).

Las aflatoxinas causan daño a la salud, presentando los siguientes síntomas: dolor abdominal, vómito y, en casos extremos, hemorragias, falla hepática o falla renal. Los últimos dos síntomas son considerados alarmantes, ya que pueden causar la muerte. La NOM-213-SSA1-2002 menciona, “esta norma establece las especificaciones sanitarias que debe cumplir los productos cárnicos para su consumo” (DOF, 2002). Esta norma asigna las condiciones en las que debe estar el cerdo para que se pueda consumir sin que tengan secuelas. En la Tabla 2 se muestran las condiciones microbiológicas que deben presentar las distintas variedades de cárnicos.

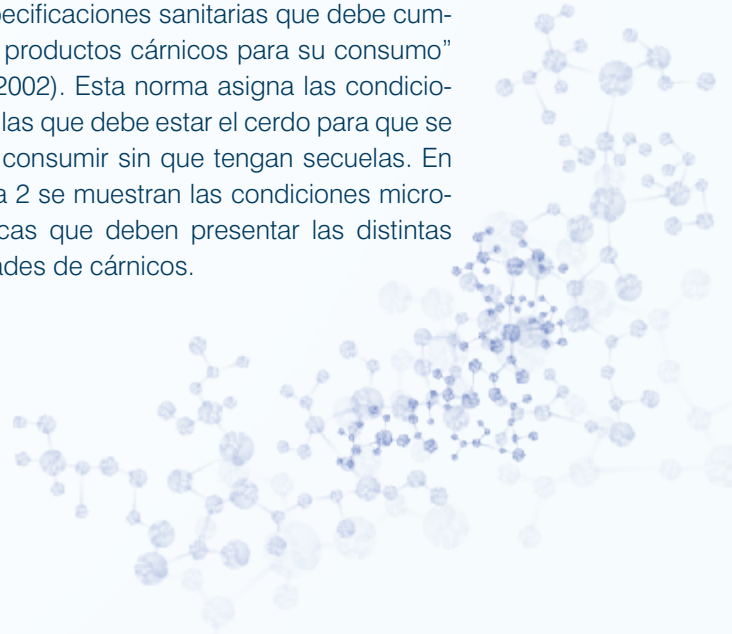




Tabla 2. Límites máximos de microorganismos y parásitos que deben presentar los productos cárnicos. Tomado de DOF (2002).

Producto	Mesófilos aerobios (UFC/g)	Coliformes fecales (NMO/g)	Salmonella spp en 25 g	<i>Trichinella spiralis</i>	Cisticercos
Cocidos	10,000 <sup>1</sup> 60,000 <sup>2</sup>	< 3	Ausente	N.A.	N.A.
Crudos	N.A.	N.A.	Ausente	Ausente <sup>3</sup>	N.A.
Curados	N.A.	< 3	Ausente	N.A.	N.A.
Marinados o en salmuera	N.A.	< 3	Ausente	N.A.	N.A.
Fritos	N.A.	< 3	N.A.	N.A.	Ausente

1 = en planta, 2 = en punto de venta, 3 = no aplica a madurados crudos, N.A. = No aplica

La NOM-051-ZOO-1995, Trato humanitario en la movilización de animales, establece “los sistemas de movilización de animales que disminuyan su sufrimiento, evitándoles tensiones o reduciéndolas durante todo el proceso” (DOF, 1995). Gracias a esto se evita el maltrato animal en su traslado y hasta su deceso. En la Figura 2, se presenta un ejemplo de las jaulas de movilización permitidas de acuerdo con la norma.

“ARTICULO UNICO. - Se modifican, adicionan y eliminan diversos productos enlistados en el Acuerdo por el que se establece la clasificación y prescripción de los productos farmacéuticos veterinarios por el nivel de riesgo de sus ingredientes activos, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 12 de julio de 2004” (DOF, 2005). En la Tabla 3 se muestra un extracto de algunas hormonas y sus tipos cuyo uso se regula en este artículo.



Figura 2. Ejemplo de jaula de movilización y gestión de los porcinos.



Tabla 3. Ejemplo de algunas hormonas prohibidas en el uso en porcinos y animales que estén dirigidos a consumo humano.

HORMONAS	Progestinas	Progesterona	Norgestomet (implante)
		Altrenogest	(Se adiciona)
		Norgestomet	Cronolone (esponja intravaginal)
			(Se adiciona)
	Antiprogestágeno		Aglepristone (sólo para perras)
	(Se adiciona)		(Se adiciona)
	Prostaglandinas	Dinoprost	
		Buserelina	
		Cloprostenol	
		(Se adiciona) DL - Cloprostenol	
		Luprostiol	
		(Se adiciona) Alfaprostol (Se adiciona) Estanozolol (Se adiciona)	

## Conclusión

Teniendo en cuenta lo referenciado, podemos recuperar información satisfactoria para un buen manejo en producción de cárnicos. Una vez detallado esto, se puede verificar que las NOM son de suma importancia para la producción, estableciendo criterios importantes para el desarrollo industrial y al mismo tiempo mejorando las condiciones establecidas.

## Referencias

- DOF - Diario Oficial de la Federación. 1980. NORMA Oficial Mexicana NOM-Y-131-A-1979, Alimento para finalización de cerdos. Gob.mx. [citado el 22 de abril de 2024]. Disponible en: [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4847022&fecha=31/01/1980](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4847022&fecha=31/01/1980)
- DOF - Diario Oficial de la Federación. 1998. NORMA Oficial Mexicana NOM-051-ZOO-1995, Trato humanitario en la movilización de animales. Gob.mx. [citado el 22 de abril de 2024]. Disponible en: [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4870842&fecha=23/03/1998](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4870842&fecha=23/03/1998)

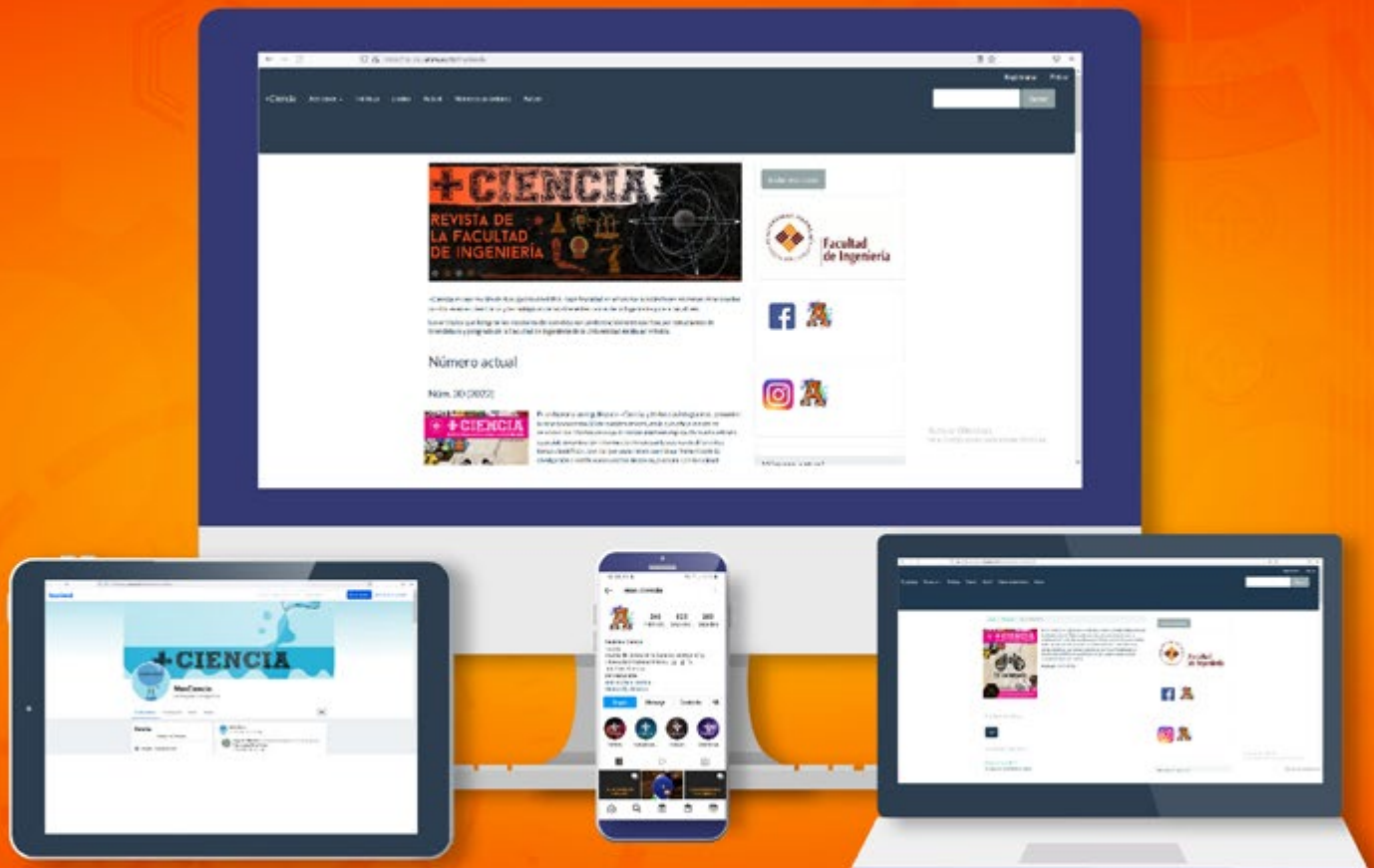
- DOF - Diario Oficial de la Federación. 2002. NORMA Oficial Mexicana NOM-188-SSA1-2002, Productos y Servicios. Control de aflatoxinas en cereales para consumo humano y animal. Especificaciones sanitarias. Gob.mx. [citado el 22 de abril de 2024]. Disponible en: [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=719385&fecha=15/10/2002](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=719385&fecha=15/10/2002)
- DOF - Diario Oficial de la Federación. 2005. NORMA Oficial Mexicana NOM-213-SSA1-2002, Productos y servicios. Productos cárnicos procesados. Especificaciones sanitarias. Métodos de prueba. Gob.mx. [citado el 22 de abril de 2024]. Disponible en: [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=2081721&fecha=11/07/2005](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=2081721&fecha=11/07/2005)
- NIH (2018). Aflatoxinas. Instituto Nacional del Cáncer. [citado el 22 de abril de 2024]. Disponible en: <https://www.cancer.gov/espanol/cancer/causas-prevencion/riesgo/sustancias/aflatoxinas/aflatoxinas>





# ¿Te interesa escribir un artículo para la revista **+Ciencia**?

**Consulta las instrucciones para los autores en:**  
**<http://revistas.anahuac.mx/masciencia>**  
**email: [masciencia@anahuac.mx](mailto:masciencia@anahuac.mx)**



**¿Tienes alguna empresa o actividad en el ramo ingenieril y te interesa anunciarte?**

**¿Quieres suscribirte a la revista **+Ciencia** por un año?**

**Contáctanos en:**

** [masciencia@anahuac.mx](mailto:masciencia@anahuac.mx)  [@mas.ciencia](https://www.instagram.com/mas.ciencia)**

Programas de  
posgrado de la  
**Facultad  
de Ingeniería**

**Trimestrales**

Inicio: enero, abril, julio y octubre

- Maestría en Ingeniería de Gestión Empresarial
- Maestría en Logística
- Maestría en Tecnologías de Información e Inteligencia Analítica
- Maestría en Tecnologías para el Desarrollo Sustentable

**Semestral**

Inicio: enero y agosto

- Doctorado en Ingeniería Industrial

Facultad de  
Ingeniería

**CADIT**  
CENTRO DE ALTA DIRECCIÓN EN  
INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

**Trasciende con herramientas**



**Trasciende  
con visión**

**Descuento del**

**20%**

**a egresados**

**Informes:**

Centro de Atención de Posgrado  
y Educación Continua

 **55 54 51 61 77**  
**55 79 18 21 59**

[posgrado@anahuac.mx](mailto:posgrado@anahuac.mx)

[anahuac.mx/mexico/posgrados](http://anahuac.mx/mexico/posgrados)

 **Posgrados Anáhuac**

 **@Anahuac\_P**

 **@PosgradosAnahuac**

Posgrados  
**ANÁHUAC**