



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Chiná

TESIS

**Respuesta productiva del cerdo pelón mexicano (*Sus scrofa*)  
suplementadas con ensilajes de maíz (*Zea mays*) Chak Nal tel (Gallito  
rojo) y San Pablón blanco**

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE  
**MAESTRO EN CIENCIAS**  
**EN AGROECOSISTEMAS SOSTENIBLES**

PRESENTA

**Carlos Fernando Bautista Rodríguez**

**Chiná, Campeche, México a Octubre de 2021**



Calle 11 s/n entre 22 y 28, C.P. 24520  
Chiná, Campeche. Tel. (981) 82-72052 y 82-72082  
E-mail: dir01\_china@tecnm.mx  
tecnm.mx | china.tecnm.mx





**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MEXICO

Instituto Tecnológico de Chiná

TESIS

**Respuesta productiva del cerdo pelón mexicano (*Sus scrofa*)  
suplementadas con ensilajes de maíz (*Zea mays*) Chak Nal tel (Gallito  
rojo) y San Pabléño blanco**

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE  
**MAESTRO EN CIENCIAS**  
EN AGROECOSISTEMAS SOSTENIBLES

PRESENTA  
**Carlos Fernando Bautista Rodríguez**

**Chiná, Campeche, México a Octubre de 2021**



Certificado No: SG 20191090

Calle 11 s/n entre 22 y 28, C.P. 24520  
Chiná, Campeche. Tel. (981) 82-72052 y 82-72082  
E-mail: dir01\_china@tecnm.mx  
tecnm.mx | china.tecnm.mx







Instituto Tecnológico de Chiná  
Subdirección Académica

División de Estudios de Posgrado e Investigación  
Chiná, Campeche, Campeche a 05 de noviembre de 2021  
Oficio Tesis MCA05-10  
Asunto: **Aprobación**

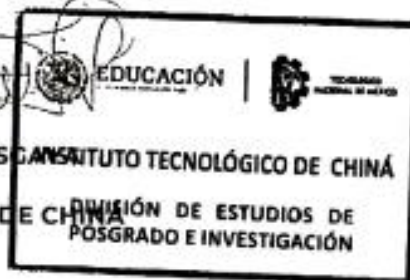
**C. CARLOS FERNANDO BAUTISTA RODRÍGUEZ**  
Presente:

El que suscribe, manifiesta que el Dictamen emitido por el Comité de Revisión que integra el sínodo del trabajo de tesis denominado "Respuesta productiva del cerdo pelón mexicano (*Sus scrofa*) suplementadas con ensilajes de maíz (*Zea mays*) Chak Nal tel (Gallito rojo) y San Pabléño blanco". Es aprobado como requisito parcial para obtener el **Grado de Maestro en Ciencias en Agroecosistemas Sostenibles**.

Sin otro particular reciba un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**  
*Excelencia en Educación Tecnológica*  
*Aprender Produciendo*

  
**JOSÉ JAVIER PERALTA COS**  
**DIRECTOR**  
**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHINÁ**  
JJPC/MGRA/JEMP



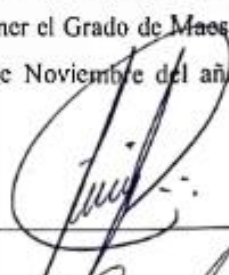
Calle 11 s/n entre 22 y 28, C.P. 24520  
Chiná, Campeche. Tel. (981) 82-72052 y 82-72082  
E-mail: dir01\_china@tecnm.mx  
tecnm.mx | china.tecnm.mx



## COMITÉ REVISOR

Este trabajo fue revisado y aprobado por este Comité y presentado por el C. Carlos Fernando Bautista Rodríguez como requisito parcial para obtener el Grado de Maestro en Ciencias en Agroecosistemas Sostenibles del día 05 del mes de Noviembre del año 2021 en Chiná, Campeche.

Dr. Ricardo Antonio Chiquini Medina  
Presidente:



---

Dr. Bernardino Candelaria Martínez  
Secretario:



---

Dr. Marco Antonio Ramírez Bautista  
Vocal:



---

MPAT. Jesús Froylan Martínez Puc  
Vocal suplente:



---

## DECLARACIÓN DE PROPIEDAD

Declaro que la información contenida en el presente documento deriva de los estudios realizados para alcanzar los objetivos planteados en mi trabajo de tesis, en las instalaciones del Instituto Tecnológico de Chiná. De acuerdo a lo anterior y en contraprestación de los servicios educativos o de apoyo que me fueron brindados, dicha información, en términos de la Ley Federal del Derecho de Autor y la Ley de la Propiedad Industrial, le pertenece patrimonialmente al Instituto Tecnológico de Chiná. Por otra parte, de acuerdo a lo manifestado, reconozco de igual manera que los productos intelectuales o desarrollos tecnológicos que se deriven de la información generada en el desarrollo del presente estudio, le pertenecen patrimonialmente al Instituto Tecnológico de Chiná de manera que si se derivasen de este trabajo productos intelectuales o desarrollos tecnológicos, en lo especial, estos se registrarán en todo caso por lo dispuesto por la Ley Federal del Derecho de Autor y la Ley de la Propiedad Industrial, en el tenor de lo expuesto en la presente Declaración.

Firma: \_\_\_\_\_

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Carlos F. Bautista R.', is written over a horizontal line.

Nombre: Carlos Fernando Bautista Rodríguez

## Resumen

En México la producción del cerdo pelón mexicano es una opción viable para proyectos de inversión. Sin embargo, en la actualidad es una actividad ganadera muy poco valorada, y limitada a la producción de traspatio, principalmente por el desconocimiento de los productores de la calidad de la carne de esta especie y por la carencia de información técnica que les permita un manejo agronómico y productivo eficiente. Por ello en la presente investigación se evaluó el comportamiento productivo de la inclusión del 30% de ensilaje de maíz sobre la dieta diaria del cerdo pelón mexicano (*Sus scrofa*). El experimento se llevó a cabo en las instalaciones de la unidad de producción “Granja Bautista” localizada en la comunidad Pedro Baranda, Candelaria en el estado de Campeche, México. El ensayo en campo tuvo una duración de 45 días. Se utilizó un diseño completamente al azar, los tratamientos consistieron: T0 (AlCo) = Alimento balanceado comercial al 100%, T1 (NalC) = 30 % Ensilaje de maíz Chack Nal tel + 70% Alimento balanceado comercial, T2 (SanC) = 30 % Ensilaje de maíz San Pableño + 70% Alimento balanceado comercial, T3 (HibC): 30% de maíz híbrido (VS-536) + 70% Alimento balanceado comercial. Se utilizaron ejemplares de la raza cerdo pelón mexicano (*Sus scrofa*) de la misma edad, peso (4.80 kg) y condición corporal similares, un total de 24 cerdos. Las variables evaluadas fueron el consumo, ganancia de peso, conversión alimenticia y peso final de los cerdos en crecimiento. Los resultados no manifestaron diferencias significativas entre tratamientos para la ganancia de peso final ( $P \leq 0.05$ ). Sin embargo se observó variación en el consumo diario de alimentos, con preferencia para el tratamiento con 30 % Ensilaje de maíz Chack Nal tel + 70% Alimento balanceado comercial. Lo cual puede estar atribuido a la pigmentación de los granos, mismos que con el proceso de ensilaje, se convierte en un alimento palatable para los cerdos. Respecto a la ganancia de peso final, numéricamente la dieta con NalC se consiguió la mayor ganancia de peso con 3.36 gramos, valor superior a los demás tratamientos. Se concluye que el maíz nativo Chack Nal tel, presenta características productivas que le permiten su aprovechamiento como forraje, con buena aceptabilidad en la dieta del cerdo pelón mexicano.

**Palabras clave:** Cerdos iberoamericanos, Nutrición animal, maíces nativos, sustentabilidad.

## **Productive response of the Mexican hairless pig (*Sus scrofa*) supplemented with corn silages (*Zea mays*) Chak Nal tel (Red cock) and San Pabléño white**

### **Abstract**

In Mexico, the production of the Mexican hairless pig is a viable option for investment projects. However, at present it is a very little valued livestock activity, and limited to backyard production, mainly due to the lack of knowledge of the producers of the quality of the meat of this species and due to the lack of technical information that allows them to manage agronomic and efficient productive. Therefore, in the present investigation, the productive behavior of the inclusion of 30% of corn silage on the daily diet of the Mexican hairless pig (*Sus scrofa*) was evaluated. The experiment was carried out in the facilities of the “Granja Bautista” production unit located in the Pedro Baranda community, Candelaria in the state of Campeche, Mexico. The field trial lasted 45 days. A completely randomized design was used, the treatments consisted: T0 = 100% commercial feed, T1 (NalC) = 30% Chack Nal tel corn silage + 70% Commercial feed, T2 (SanC) = 30% Silage of San Pabléño corn + 70% Commercial balanced feed, T3 (HibC): 30% hybrid corn (VS-536) + 70% Commercial balanced feed. Specimens of the Mexican hairless pig breed (*Sus scrofa*) of the same age, weight (4.80 kg) and similar body condition were used, a total of 18 pigs. The variables evaluated were consumption, weight gain, feed conversion and final weight of the growing pigs. The results did not show significant differences between treatments for the final weight gain ( $P \leq 0.05$ ). However, variation was observed in daily food consumption, with preference for the treatment with 30% Corn silage Chack Nal tel + 70% Commercial balanced feed. Which can be attributed to the pigmentation of the grains, which with the ensilage process, becomes a palatable feed for pigs. Regarding the final weight gain, numerically the diet with NalC achieved the greatest weight gain with 3.36 grams, a value higher than the other treatments. It is concluded that the native corn Chack Nal tel, presents productive characteristics that allow it to be used as forage, with good acceptability in the diet of the Mexican hairless pig.

**Keywords:** Ibero-American pigs, Animal nutrition, native corn, sustainability



## **Agradecimientos**

A Dios quien me permitió vida y sabiduría para concluir los estudios de maestría, proveyendo siempre lo necesario en el momento justo.

A mis padres por su apoyo incondicional, durante mi trayecto escolar, por su compañía y sabios consejos.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada para realizar los estudios de maestría con la beca No. CVU:

A mis asesores: Dr. Ricardo Antonio Chiquini Medina y Dr. Bernardino Candelaria Martínez, por sus valiosos aportes, sugerencias de mejora y apoyo incondicional durante todo el desarrollo del proyecto.

Al Instituto Tecnológico de Chiná, por todas las facilidades brindadas para la conclusión de mis estudios de maestría.

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo de tesis, orgullosamente a mis padres, por su apoyo incondicional, en todos los aspectos de mi vida.

A mis asesores y apreciados maestros: Dr. Ricardo Antonio Chiquini Medina y Dr. Bernardino Candelaria Martínez, por su paciencia y apoyo incondicional durante todo el desarrollo del proyecto.

A mi familia y a todos los maestros que me apoyaron durante el desarrollo de mis estudios, aportando sus conocimientos, tiempo y esfuerzo por brindarme una educación de calidad.

## Índice de contenido

Resumen .....	vi
Abstract .....	vii
Agradecimientos .....	viii
Dedicatoria .....	ix
1. Introducción.....	1
2. Antecedentes .....	3
3. Justificación .....	4
4. Hipótesis .....	5
5. Objetivos .....	6
5.1. Objetivo general .....	6
5.2. Objetivos específicos .....	6
6. Referencias .....	7
7. Capítulos .....	10
7.1. Capítulo 1. Maíces criollos de la Península de Yucatán como alternativa en la alimentación del cerdo pelón mexicano.....	10
7.2. Capítulo 2.Comportamiento productivo del cerdo pelón mexicano ( <i>Sus scrofa</i> ) a la inclusión de ensilajes de maíz ( <i>Zea mays</i> ), Chak Nal tel y San Pableño .....	39
8. Conclusión.....	56
9. Anexos .....	57

## Introducción

En México el cerdo pelón Mexicano (CPM) es una especie de gran importancia social y económica, y representa una alternativa de producción rentable, para la producción de carne de excelente calidad (Ramos-Canché *et al.*, 2020). Sin embargo, los productores de granjas porcinas carecen de información técnica en el manejo nutricional, que les permitan alcanzar parámetros productivos de rentabilidad (Ramos-Canché *et al.*, 2020). Es considerada una especie en peligro de extinción (Rodríguez-González *et al.*, 2016) y su producción se encuentra concentrada principalmente en los estados de Oaxaca, Veracruz, Quintana Roo, Tabasco, Yucatán, Nayarit y Jalisco, donde se maneja en forma tradicional o de traspatio (Sierra-Martínez, 2019). Sin embargo, en la Península de Yucatán se han generado estudios referentes a la mejoras en los sistemas de producción y en donde se ha impulsado el rescate, conservación y producción de esta especie, considerando su potencial productivo (Ángel-Hernández *et al.*, 2020).

El CPM es una especie con características de alta rusticidad y adaptabilidad ambiental (Cetz *et al.*, 2005), cuya carne presenta cualidades para ser usada en la elaboración de productos curados como el Jamón Serrano, por la cantidad de la grasa subcutánea y al contenido de ácidos grasos, por lo cual es considerada carne de excelente calidad nutricional (Méndez-Medina *et al.*, 2002). Es importante mencionar que las razas convencionales de cerdos demandan una gran cantidad de alimentos balanceados para el logro de altos rendimientos; a su vez el alza en el precio de estos, es un factor limitante en la alimentación de cerdos magros en áreas de producción intensiva e industrial, donde ocupan más del 50% de los costos de producción (Hernández-Cruz *et al.*, 2019). Motivo por el cual, el cerdo pelón mexicano, puede representar una opción viable, para la producción de carne de excelente calidad, con bajos costos, si consideramos que por su rusticidad, se puede optar por recursos alternativos como son el uso de forrajes (Ramos-Canché *et al.*, 2020).

En estudios recientes, se ha demostrado que la adición de forrajes en la dieta del cerdo pelón mexicano hasta en un 20%, ejerce mejoras en el rendimiento y reducción de la grasa de la carne de la canal (Rodríguez-González *et al.*, 2016). Esto es importante si consideramos que en la Península de Yucatán, se cuenta con una gran diversidad de variedades de maíces, que

presentan características agronómicas importantes en la producción de forrajes (Villalobos-González *et al.*, 2019), que bien pueden ser usados en la alimentación del CPM, con el objetivo de reducir los costos de producción por el consumo de alimentos comerciales en las granjas porcinas que se dedican a su producción intensiva y extensiva (Hernández *et al.*, 2020). Por ello en el presente trabajo de investigación se estudió el comportamiento productivo de la inclusión del 30% de ensilaje de variedades locales de maíz sobre la dieta diaria del cerdo pelón mexicano (*Sus scrofa*), con miras a la mejora en el manejo productivo en la Península de Yucatán.

## **Antecedentes**

En la Península de Yucatán (PY), el cerdo pelón mexicano (CPM) es considerado una especie en riesgo de pérdida genética, esto como resultado del intercambio genético entre razas, mediante la cruce y la reproducción descontrolada de la misma (Pereyra-De la Rosa *et al.*, 2021). La carne del CPM no ha sido valorada a nivel comercial, por su porte pequeño y la producción de grasa subcutánea, por lo cual, el sistema de producción de traspatio ocupa la mayor producción (Hernández *et al.*, 2020). Por otra parte, estudios recientes han caracterizado la calidad de la carne del cerdo pelón mexicano, señalando un potencial importante para la industria de embutidos, misma que no ha sido explotado en la actualidad y que puede representar un nicho importante de mercado (Sierra-Vásquez *et al.*, 2016).

El CPM es considerado una especie de gran rusticidad y productividad, además de estar presente en diversas localidades de Yucatán, con características distintivas que lo hacen una especie potencial, para programas de mejoramiento genético, así como su inclusión en sector de cárnico de productos curados, mismo que representa una alternativa viable para el desarrollo de la economía local y la soberanía alimentaria en la región, esto por la calidad de la carne, que contiene ácidos grasos en comparación con especies magras (Núñez-Domínguez *et al.*, 2016).

Por ello, es importante considerar estudios que permitan el mejoramiento productivo de CPM, con miras a la producción de carne de excelente calidad con fuentes de alimentación alternativas que estén presentes en la Península de Yucatán (Núñez-Domínguez *et al.*, 2016), tal es el caso de las variedades nativas de maíz (Villalobos-González *et al.*, 2019), que pueden ser usados en la producción de ensilaje de maíz, alimento que diversos estudios han demostrado efectos benéficos en la nutrición de cerdos, incluyendo el cerdo pelón mexicano; además de participar en la reducción de costos de producción en cuestión de alimentación.

## **Justificación**

Tanto en México como a nivel mundial lograr la soberanía alimentaria es uno de los principales retos que se pretenden alcanzar, ante el aumento de la población mundial y por la pérdida del poder adquisitivo en la economía (Shattuck *et al.*, 2015). Una de las alternativas es el aprovechamiento de los recursos naturales y genéticos presentes en cada país o nación (Cano-Contreras, 2015).

En nuestro país se cuenta una gran diversidad genética de recursos animales y vegetales, con potencial para ser usados de manera sustentable, para la producción de alimentos a nivel local, estatal y nacional (Ocampo-Giraldo *et al.*, 2020). Tal es el caso del cerdo pelón mexicano, especie de gran resistencia y adaptabilidad ambiental, cuya carne es considerada de gran calidad nutricional y que en la actualidad es considerada una especie en peligro de extinción (Sierra-Martínez, 2019).

En la Península de Yucatán, se cuenta además con una amplia diversidad de recursos fitogenéticos, como es el caso del maíz, del cual se tienen presencia de tanto de razas de ciclo corto, intermedio y largo, característica que les permiten ser cultivados en distintas épocas del año (González-Valdivia *et al.*, 2017). Estudios recientes han demostrado el potencial forrajero de las variedades locales de maíz, característica que ha sido poco apreciada y usada en la región (Villalobos-González *et al.*, 2019).

Es de suma importancia el aprovechamiento de los recursos genéticos locales como es el caso del cerdo pelón mexicano y las variedades nativas de maíz, con miras a la producción sostenible y autosuficiente de los alimentos para la población (González-Valdivia *et al.*, 2017). (Ángel-Hernández *et al.*, 2020). Por ello en la presente investigación se indagó en el efecto de la inclusión del ensilaje de maíces nativos sobre el comportamiento productivo del cerdo pelón mexicano (*Sus scrofa*), con miras a la mejora en el manejo productivo de esta especie en la Península de Yucatán.

## **Hipótesis**

El cerdo pelón mexicano alimentado con la inclusión del 30% de ensilaje de maíces nativos presentará un mejor comportamiento productivo que los cerdos alimentados con alimento balanceado comercial al 100%.



## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Determinar el efecto de la inclusión del ensilaje de maíces nativos Chak Nal tel (Gallito rojo) y San Pableño blanco sobre el comportamiento productivo del cerdo pelón mexicano (*Sus scrofa*).

### **Objetivos específicos**

Determinar el consumo diario de los cerdos alimentados con ensilaje de los maíces nativos Chak Nal tel (Gallito rojo) y San Pableño blanco

Determinar la conversión alimenticia de los cerdos alimentados con ensilaje de los maíces nativos Chak Nal tel (Gallito rojo) y San Pableño blanco

Evaluar la ganancia diaria de peso de los cerdos alimentados con ensilaje de los maíces nativos Chak Nal tel (Gallito rojo) y San Pableño blanco

Evaluar la ganancia de peso final de los cerdos alimentados con ensilaje de los maíces nativos Chak Nal tel (Gallito rojo) y San Pableño blanco

## Referencias

- Ángel-Hernández, A., Ortiz-Ortíz, J. R., Sierra-Vázquez, A. C., Morales-Flores, S., y García-Munguía, C. A. (2020). Definición del estándar racial del cerdo pelón mexicano de Yucatán, mediante características fanerópticas. *Ciencia e Innovación Agroalimentaria de la Universidad de Guanajuato*, 1(2), 1–13.
- Cano-Contreras, E. J. (2015). Huertos familiares: Un camino hacia la soberanía alimentaria. *Revista pueblos y fronteras digital*, 10(20), 70–91. <https://doi.org/10.22201/cimsur.18704115e.2015.20.33>
- Cetz, F., Irigoyen, J., Sierra, A., y Medrano, A. (2005). Caracterización zootécnica del cerdo pelón mexicano explotado en un centro de conservación genética. *Veterinaria*, 40(159–160), 41–44.
- González-Valdivia, N. A., Cetzal-Ix, W. R., Martínez-Puc, J. F., Burgos-Campos, M. A., Arcocha-Gómez, E., y Soria-Fregoso, M. J. (2017). Razas y variedades nativas de maíz (*Zea mays* L.) en la península de Yucatán, México. Instituto Tecnológico de Chiná. [https://www.researchgate.net/profile/Noel\\_Gonzalez-Valdivia2/publication/336703129\\_Razas\\_y\\_variedades\\_nativas\\_de\\_maiz\\_Zea\\_mays\\_L\\_en\\_la\\_peninsula\\_de\\_Yucatan\\_Mexico/links/5dae37e192851c577eb96c99/Razas-y-variedades-nativas-de-maiz-Zea-mays-L-en-la-peninsula-de-Yucatan-Mexico.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Noel_Gonzalez-Valdivia2/publication/336703129_Razas_y_variedades_nativas_de_maiz_Zea_mays_L_en_la_peninsula_de_Yucatan_Mexico/links/5dae37e192851c577eb96c99/Razas-y-variedades-nativas-de-maiz-Zea-mays-L-en-la-peninsula-de-Yucatan-Mexico.pdf)
- Hernández, A. Á., García Munguía, C. A., García Munguía, A. M., Ortiz-Ortíz, J. R., Sierra Vázquez, Á. C., y Morales Flores, S. (2020). Sistema de producción del Cerdo Pelón Mexicano en la Península de Yucatán. *Nova scientia*, 12(24), 0–0. <https://doi.org/10.21640/ns.v12i24.2234>
- Hernández-Cruz, R., García-Mata, R., García-Salazar, J. A., Sagarnaga-Villegas, L. M., y Mora-Flores, J. S. (2019). Rentabilidad de diez granjas porcícolas en 2018 de Tarimoro, Guanajuato, México. *Agro Productividad*, 12(6), 3–8. <https://doi.org/10.32854/agrop.v0i0.1118>

- Méndez-Medina, R. D., Becerril-Herrera, M., Rubio-Lozano, M. D. S., y Delgado-Suárez, E. J. (2002). Características de la canal del cerdo Pelón Mexicano, procedente de Mizantla, Veracruz, México. *Veterinaria México*, 33(1), 27–37.
- Núñez-Domínguez, R., Ramírez-Valverde, R., Saavedra-Jiménez, L. A., y García-Muñiz, J. G. (2016). La adaptabilidad de los recursos zoogenéticos Criollos, base para enfrentar los desafíos de la producción animal. *Archivos de Zootecnia*, 65(251), 461–468.
- Ocampo-Giraldo, V., Camacho-Villa, C., Costich, D. E., Vidal-Martínez, V. A., Smale, M., and Jamora, N. (2020). Dynamic conservation of genetic resources: Rematriation of the maize landrace Jala. *Food Security*, 12(5), 945–958. <https://doi.org/10.1007/s12571-020-01054-7>
- Pereyra-De la Rosa, E., Hernández-Cuevas, F. I., Castillo-Loeza, D. E., López-Barreto, M. F., y Becerril-García, J. (2021). La lucha socioambiental de proyectos alternativos.: El caso del cerdo pelón en Yucatán. *Ecología política*, 61, 74–79.
- Ramos-Canché, M. E., Magaña-Magaña, M. A., Aguilar-Urquizo, E., Pech-Zapata, A., Piñeiro-Vázquez, A. T., Toledo-López, V. M., y Sanginés-García, J. R. (2020). Óptimos económicos en la cría del cerdo pelón mexicano: Propuesta de integración para cadena productiva. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 7(1). <https://doi.org/10.19136/era.a7nl.2302>
- Rodríguez-González, L. A., Trejo-Lizama, W., and Santos-Ricalde, R. H. (2016). Effect of feeding restriction on growth and dressing percentages in Mexican hairless pig. *Tropical Animal Health and Production*, 48(6), 1157–1163. <https://doi.org/10.1007/s11250-016-1069-7>
- Shattuck, A., Schiavoni, C. M., and VanGelder, Z. (2015). Translating the Politics of Food Sovereignty: Digging into Contradictions, Uncovering New Dimensions. *Globalizations*, 12(4), 421–433. <https://doi.org/10.1080/14747731.2015.1041243>
- Sierra-Martínez, L. (2019). Comercialización del cerdo pelón y sus productos derivados en la península de Yucatán [Tesis de Maestría en Ciencias]. Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Conkal.
- Sierra-Vásquez, Á., Ortiz-Ortiz, J., Bojórquez-Cat, J., Canul-Solís, M., Tamayo-Canul, J., Rodríguez-Pérez, J., Sanginés-García, J., Magaña-Magaña, M., Montes-Pérez, R., y

Segura-Correa, J. (2016). Conservación y uso sustentable del cerdo pelón en Yucatán. *QuehacerCientifico*, 11(1), 13–28.

Villalobos-González, A., López-Hernández, M. B., Valdivia-González, N. A., Arcocha-Gómez, E., y Medina-Méndez, J. (2019). Variabilidad genética de características morfológicas de maíz nativo (*Zea mays* L.) en la Península de Yucatán, México. *Agro Productividad*, 12(11), Article 11. <https://doi.org/10.32854/agrop.vi0.1486>

## Capítulos

### Capítulo 1

#### **Maíces criollos de la Península de Yucatán como alternativa en la alimentación del cerdo pelón mexicano**

Creole corn from the Yucatan Peninsula as an alternative in the diet of the Mexican hairless pig

Bautista-Rodríguez, Carlos F.<sup>1</sup>; Chiquini-Medina, Ricardo A.<sup>1\*</sup>; Candelaria-Martínez, Bernardino.<sup>1</sup>, Ramírez-Bautista, Marco A.<sup>1</sup>, Martínez-Puc, Jesús F.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Chiná, Maestría en Ciencias en Agroecosistemas Sostenibles, Chiná, Campeche, México. CP. 24520

**\*Autor para correspondencia:** ricardo.cm@china.tecnm.mx

#### **ABSTRACT**

**Objective:** The Mexican hairless pig (*Sus scrofa*) is a species with a high degree of rusticity and environmental adaptation, capable of being included in genetic improvement programs and as a participant in food sovereignty. As a monogastric animal, its diet is diverse, and can include grains and forages. However, there are few records on current alternatives used in their diet that are capable of improving the yields and quality of the meat. In the Yucatan Peninsula, there are native maize, with forage potential, capable of being used in animal feed. The objective of this review was to show the potential of native corn, and its ability to be used, in feeding the Mexican hairless pig (CPM).

**Design / methodology / approach:** A systematic review of the literature was carried out in the period from 2000 to 2020, where the potential of Creole maize was

documented, to be used in animal feed, both for its grain yields and production of plant biomass.

**Results:** Based on the information analyzed, the use of San Pableño, Dzit bacal, and Nal Tel type breeds is recommended for their inclusion in the diet of the Mexican hairless pig due to their nutritional, mineral and antioxidant value.

**Limitations on study/implications:** Studies are needed, which allow to know the form and quantity of supplying them in the diet.

**Findings/conclusions:** The creole maize present in the Yucatan Peninsula present high rusticity and agroclimatic adaptation, with productive potential to compete with commercial varieties and hybrids, in the production of corn grain and forage, which is why they can be used in the feeding of the hairless pig. Mexican, being an animal species of great adaptation.

**Keywords:** nutrition in *Sus scrofa*, breeds and varieties of corn, corn silage, Ibero-American pigs, nutritional content of Creole corn.

## RESUMEN

**Objetivo:** El cerdo pelón mexicano (*Sus scrofa*) es una especie con alto grado de rusticidad y adaptación ambiental, capaz de ser incluida en programas de mejoramiento genético y como participe en la soberanía alimentaria. Como animal monogástrico su alimentación es diversa, pudiendo incluir granos y forrajes. Sin embargo, existen pocos registros sobre alternativas actuales empleadas en su dieta, que sean capaces de mejorar los rendimientos y calidad de la carne. En la Península de Yucatán, existen maíces nativos, con potencial forrajero, capaces de ser empleados en la alimentación animal. El objetivo de esta revisión fue mostrar el

potencial de los maíces nativos, y su capacidad para ser empleados, en la alimentación del cerdo pelón mexicano (CPM).

**Diseño/metodología/aproximación:** Se realizó una revisión sistemática de la literatura en el periodo comprendido del 2000 a 2020, en donde se documentó el potencial de los maíces criollos, para ser usados en la alimentación animal, tanto por sus rendimientos en grano y producción de biomasa vegetal.

**Resultados:** Con base en la información analizada se recomienda el uso de San Pablito, Dzit bacal, y razas de tipo Nal Tel, para su inclusión en la dieta del cerdo pelón mexicano por su valor nutricional, mineral y antioxidante.

**Limitaciones del estudio/implicaciones:** Hacen falta estudios, que permitan conocer la forma y cantidad de suministrarlos en la dieta.

**Hallazgos/conclusiones:** Los maíces criollos presentes en la Península de Yucatán presentan alta rusticidad y adaptación agroclimática, con potencial productivo para competir con las variedades e híbridos comerciales, en producción de grano de maíz y forraje, motivo por el cual pueden ser usados en la alimentación del cerdo pelón mexicano, al ser una especie animal de gran adaptación.

**Palabras clave:** nutrición en *Sus scrofa*, razas y variedades de maíz, ensilaje de maíz, cerdos iberoamericanos, contenido nutricional del maíz criollo.

## **INTRODUCCIÓN**

México es considerado como el centro de origen del maíz, debido a la existencia de una amplia diversidad de razas y variedades nativas (Massieu-Trigo y Lechuga-Montenegro, 2002). Mismas que se han propagado a otros países de América Latina, como Guatemala, Colombia, Perú y Brasil (Alemán-Pérez *et al.*, 2020).

En México, los maíces criollos, ocupan el primer lugar en la agricultura (Hortelano-Santa Rosa *et al.*, 2012), al representar cerca del 75% de la producción nacional de maíz (Tadeo-Robledo *et al.*, 2015) y contar con presencia de más de 61 razas endémicas (Arias *et al.*, 2007). Esto a pesar de la existencia de híbridos comerciales producidos por instituciones gubernamentales (INIFAP) y por grandes empresas internacionales (Monsanto, Pioneer, Syngenta), mismas que lideran el mercado internacional de semillas (Tadeo-Robledo *et al.*, 2015).

El potencial productivo de las razas maíz, se debe a su capacidad de adaptación ambiental, que ha permitido el desarrollo de la diversidad de especies existentes en la república mexicana, lo cual ha garantizado, el abasto de alimentos entre la población vulnerable (Hortelano-Santa Rosa *et al.*, 2012).

En México se cuenta con las condiciones ambientales idóneas para el desarrollo y producción de este cultivo, por lo cual, tiene el potencial para generar autosuficiencia en la producción de grano, con lo cual satisfacer el consumo animal y humano (Torres-Peña *et al.*, 2015; Caballero-García *et al.* 2019). El potencial forrajero de los maíces nativos puede ser usado en la nutrición animal, mediante la inclusión de los mismos en la dieta de animales monogástricos.

El cerdo pelón mexicano es una especie con gran potencial para ser incluida en proyectos de seguridad alimentaria. Esto debido a sus características de adaptabilidad ambiental, además de una gran rusticidad y capacidad productiva, sumado a la calidad de su carne. De igual modo, al ser una especie monogástrica, presenta gran tolerancia a dietas ricas en fibra, como son los forrajes, mismos que pueden representar una opción en la nutrición animal (Ramos-Canché *et al.* 2020).



El ensilado de forrajes se ha usado, con resultados en la ganancia de pesos en las razas de cerdo Pelón Mexicano, cerdo Cuino y cerdos cruzados, además de regular el consumo de alimento, por la sensación de saciedad, siendo capaz de cubrir los requerimientos nutricionales y evitar daños por violencia entre animales en cautiverio (Martínez-Velázquez *et al.* 2016; Hernández *et al.* 2015). El uso de ensilados o fermentados de maíz u otros cereales puede representar una opción como fuente proteica y energética, que estimule la ganancia de peso y el rendimiento productivo de cerdos en finalización (Rocha de Castro-Lopes *et al.* 2017; Lin *et al.* 2020).

En la Península de Yucatán, existen materiales genéticos de alto rendimiento en producción de grano y forraje, mismos que no han sido aprovechados en su totalidad, en áreas como el sector agropecuario (Villalobos-González *et al.*, 2019) como es la nutrición animal. El objetivo del presente artículo es presentar una revisión actualizada sobre el potencial forrajero de los maíces nativos y su inclusión en la alimentación del cerdo pelón mexicano (*Sus scrofa*). Con la finalidad de proveer conocimientos que ayuden a mejorar la producción de manera sostenible y la conservación genética de ambas especies.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Se realizó una revisión sistemática de artículos y publicaciones nacionales e internacionales, sobre las razas y variedades de maíz presentes en la Península de Yucatán y su potencial en la producción de forraje, así como su capacidad para ser empleados en la dieta del cerdo pelón mexicano.

**Fuentes empleadas.** La búsqueda de información se realizó a través de las bases de datos indexadas: Google Scholar, Scielo, Dialnet y Redalyc. Solo se consideraron como fuentes de información artículos de revistas indexadas, considerando principalmente fuentes primarias.

**Estrategias de búsqueda.** La consulta de información se realizó mediante las palabras claves, "razas de maíz" + "forraje" + "Península de Yucatán", "razas de maíz" + "caracterización" + "Península de Yucatán", "maíces nativos" + "potencial forrajero", "ensilaje de maíz" + "ganancia de peso" + "en cerdos", "características" + "cerdo pelón mexicano" + "investigación". Se consideró un rango de 20 años (2000-2020) en las publicaciones, de igual modo se tomó en consideración títulos en español e inglés, publicados dentro de este rango de años en los motores de búsqueda.

**Criterios de inclusión y exclusión.** Se consideraron únicamente artículos científicos, se excluyeron revisiones, tesis y literatura gris.

**Extracción de los datos y análisis de los datos.** La revisión de literatura arrojó un total de 219 publicaciones, relacionadas con razas de maíz, variedades de maíz, uso de forraje en cerdos en México, en la Península de Yucatán y en el extranjero. Para la selección de información se tomó en consideración los resúmenes y documentos completos, se obtuvo un total de 58 artículos científicos, mismos que fueron considerados en la presente revisión, los resultados de la revisión documental fueron organizados en subtemas, para facilitar su análisis y discusión.

### **Razas y variedades de maíz existentes en la Península de Yucatán**

El maíz, tiene su origen en mesoamérica con la domesticación de una gramínea ancestral denominada teocintle (*Zea mays sub sp. parvi glu mus*, considerado como el grano de Dios), misma que tiene presencia en las zonas centrales de México, Guatemala y Nicaragua (Torres-Peña *et al.*, 2015). Incluso a la llegada de los españoles ya existían más de 300 razas de maíz, mismas que abarcan desde Canadá a Sudamérica, siendo un cultivo sagrado y alimenticio para los Aztecas, Mayas e Incas, en donde esta especie sufrió adaptaciones a todo tipo de condiciones climáticas (Arellano-Vázquez *et al.*, 2003;López-Guzmán *et al.*, 2017). La domesticación y el manejo agronómico ancestral del maíz, iniciado hace aproximadamente 8,000 años en diversas regiones de México, Colombia y Perú, permitió el desarrollo de diversas razas y variedades de maíz. Que con el tiempo derivaron en el mejoramiento genético actual, de donde surgen las variedades e híbridos comerciales que hoy dominan el mercado mundial (Torres-Peña *et al.*, 2015; Zizumbo-Villarreal y García-Marín, 2016).

En la Península de Yucatán, las principales razas de maíz que se han registrado y que aun se conservan hasta nuestros días destacan: Naál Xóy, Xnúc Naál Blanco, Gallito Amarillo, Dzit Bacal, Mejeén Naál, Rosa San Juan, Cháck-Chóp, Teél Cháck, Sáck Teél, San Pableño, Ejú-Criollo Morado, Xmején Naál Tsitbacal y Clavo Chia-paneco (Villalobos-González *et al.*, 2019). De igual manera son reconocidas las razas y variedades, San Pableño amarillo, blanco, rojo, Nal Xoy amarillo, Nal Xoy blanco, palomero amarillo, tabloncillo, Nal Tel (Sak Nal Tel, Kan Nal Tel, Chac Nal Tel), X´mejen Naal (Sak X´ mejen naal, K´an X´mejen naal, Chac X´mejen naal), pix cristo, Sak tux (González-Valdivia *et al.*, 2016). Siendo las razas

Nal t'eel, Xmejen nal, T'sít bakal y Xnuuk nal, las más representativas y con mayor presencia en los estados que conforman la Península de Yucatán (Cázares-Sánchez *et al.*, 2015).

Villalobos-González *et al.* (2019), evaluaron variedades locales presentes en la Península de Yucatan, destacando a las razas Naál Xóy y Dzit Bacal, como aquellas con el mayor rendimiento de grano con 4,751 y 4,417 kg.

De igual manera estudios realizados Ku-Pech *et al.* (2020), mencionan la persistencia en el uso de las razas Nal Xoy, Xnuk Nal esto debido a sus características de resistencia y rusticidad, y el empleo de la raza y Nal Tel por su precocidad, junto con Dzit Bacal, debido a sus altos rendimientos.

El maíz es un cultivo de gran importancia económica, social y ambiental a nivel mundial, siendo recurso energético muy usado en la alimentación animal y humana, además de su aplicación en el sector industrial (Monteiro *et al.* 2020; Odošić *et al.* 2020). La importancia de las variedades nativas radica en su adaptación ambiental, lo que ha permitido su conservación y producción a través del tiempo, además y haciéndolas competitivas en comparación con los híbridos comerciales, esto por su alta rusticidad y tolerancias a condiciones climáticas adversas, propias del cambio climático mundial, además de existir razas con alta resistencia a plagas y enfermedades (Briones-Reyes *et al.*, 2015).

La diversidad de maíces nativos presentes en México, es de suma importancia para su inclusión en programas de mejoramiento genético, por lo cual es importante el aprovechamiento, producción y conservación de los mismos (Vidal-Martínez *et al.* 2018). Además son razas que socialmente son empleadas en gastronomía

mexicana, y que por su producción local, puede ser contemplada en planes para el fortalecimiento de la soberanía alimentaria de países en desarrollo (Arnés y Astier 2019). Los maíces nativos son un opción viable para producción de alimentos, debido a la selección de semillas de manera tradicional, con lo cual se evita la dependencia a las semillas híbridas, que elevan los costos de producción y ponen en riesgo la rentabilidad del cultivo y la pérdida de los recursos genéticos locales (Paulino-Flores *et al.* 2017).

Estas variedades han trascendido a través del tiempo y por las generaciones, siendo producidas dentro del sistema milpa maya, técnica ancestral en donde se aprovecha al máximo la proporción de tierras destinadas a la producción agrícola, mediante el establecimiento de un sistema de policultivos, en donde destacan los maíces, frijoles y calabazas.

### **Potencial forrajero de los maíces nativos**

Estudios realizados por Sánchez-Hernández *et al.* (2011), para comparar el potencial forrajero de genotipos de maíz. Siendo, el manejo de las densidades de siembra (50 000, 62 500 y 83 333 plantas ha<sup>-1</sup>), demostraron la superioridad de los maíces criollos con un rendimiento de 57 t ha<sup>-1</sup> de materia verde a una densidad de 83 333 plantas, en comparación con el-híbrido H-520 que aportó 36,4 t ha<sup>-1</sup> de forraje y la variedad testigo VS-536 con un rendimiento de 36 t ha<sup>-1</sup> ambos manejados a 62 500 plantas ha<sup>-1</sup>. Estos resultados, resaltan la importancia de conocer el potencial forrajero de los materiales criollos, útiles en el sector agropecuario.

Resultados similares fueron encontrados por Godina-Rodríguez *et al.* (2020) quienes evaluaron el potencial forrajero de maíces nativos de la zona centro de México, los resultados, demuestran un gran potencial para la producción de materia seca total, producida por genotipos como el ratón tuxpeño norteño, con promedios de 8.8 ton ha<sup>-1</sup>, valores superiores a los hallados con híbridos comerciales (A6-069-B) de 3.1 ton ha<sup>-1</sup>, demostrando la importancia del mejoramiento y rescate de materiales genético del maíz para la producción de forraje.

En Tabasco, Sánchez-Hernández *et al.* (2014), evaluaron nueve maíces de tipo criollo, destacando la raza Nal-tel, con la mayor altura de planta y producción de forraje verde (32.0 y 47.4 t ha<sup>-1</sup>), pudiendo representar, esta raza, una opción para la producción de forrajes época de estiaje, mismo que es un problema común en zonas tropicales y que anualmente genera severas pérdidas económicas.

Por su parte, Villalobos-González *et al.* (2019) evaluaron trece accesiones de maíz nativo procedentes de la Península de Yucatán, señalando a las razas, Ejú-criollo morado, San Pableño y Xmején Naál Tsitbacal, con los mejores promedios de altura de planta (370, 340 y 337 cm), y en cuanto a rendimientos en grano Naál Xóy, Dzit bacal y San Pableño con 4751, 4417 y 4017 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Concluyendo que se presentó una alta variabilidad genética, lo cual puede servir en términos del rescate y mejoramientos de las razas nativas, con fines productivos.

Una característica distintiva de las razas nativas es su adaptación y gran rusticidad a las condiciones agroecológicas, lo cual, asegura la producción en comparación con los híbridos comerciales, que dependen en su totalidad del manejo agronómico propios de los paquetes tecnológicos. Al respecto, Conceição dos Santos *et al.*

(2019), mencionan a las razas Dzit bacal, con un uso eficiente del agua y adaptación climática, así como a la raza Xmején nal, por su precocidad, con potencial para ser empleados en la Península de Yucatán en la producción de forraje y grano respectivamente.

### **Contenido nutricional de los maíces nativos de la Península de Yucatán**

Estudios realizados en maíces nativos, para conocer la variación en la composición del grano, han demostrado un alto contenido nutricional en las razas nativas de tipo precoz, como lo son Nal t'eel y Xmejen nal, mismas que han presentado, contenidos altos de proteína (10.80-11.9% y 10.2-11.9%) y triptófano (0.00080-0.12% y 0.094-0.129%). Mientras que las razas del tipo T'siit bakal y Xnuuk nal, presentaron mayor contenido de lisina (2.97 g) y menos proteína (10.54 y 10.62%). El contenido promedio de fibra estuvo comprendido entre 1.13 y 1.57 %, ocupando Nal t'eel, el primer lugar. Esta variación en la composición química de poblaciones nativas maíz (Cuadro 1), es un factor determinante para el mejoramiento genético, y para su inclusión en la nutrición animal (Cázares-Sánchez *et al.*, 2015).

<b>Cuadro 1. Composición química del grano en maíces nativos de la Península de Yucatán.</b>									
Grupo maíz	Proteína %	Lisina (%)	Lisina (g)*	Triptófano (%)	Triptófano (g)*	Almidón %	Aceite %	Cenizas %	Fibra %
<i>Nal t'eel</i>	11.35	0.315	2.8	0.106	0.9	63.60	3.94	1.46	1.57
<i>Xmejen nal</i>	11.51	0.336	2.9	0.109	1	62.04	3.98	1.63	1.40
<i>T'siit bakal</i>	10.54	0.313	3	0.090	0.9	65.89	3.95	1.38	1.13
<i>Xnuuk nal</i>	10.62	0.315	3	0.098	0.9	65.74	3.89	1.52	1.29

Por su parte, Chí-Sánchez *et al.* (2021), estudiaron el contenido mineral del diversos de maíces nativos, presentes en la Península de Yucatán, en donde sobresalieron

los genotipos Xnuuk-nal anaranjado con rojo, con rangos de fósforo de 52.66 mg kg<sup>-1</sup>, potasio de 3693.36 mg kg<sup>-1</sup>, azufre de 71.99 mg kg<sup>-1</sup>, magnesio 831.91 mg kg<sup>-1</sup> y sodio de 1831.94 mg kg<sup>-1</sup>, seguido por Xnuuk-nal anaranjado con alta contenido de Calcio de 127.68 mg kg<sup>-1</sup>. De igual manera, fue sobresaliente X´mejen nal anaranjado con un alto contenido de Zinc (36.8 mg kg<sup>-1</sup>) y cobre (1169.4 mg kg<sup>-1</sup>), pudiendo ser empleados en el aprovechamiento genético y en programas de manejo nutricional tanto humano como animal.

La coloración del grano es un factor importante, en el contenido mineral y nutricional, aspecto que está muy presente en las variedades nativas de maíz. Destacando los granos anaranjados con alto contenido de carotenoides, flavonoides y antocianinas, que en la actualidad le confieren propiedades antioxidantes, para ser considerados en la industria alimentaria (Zhirkova *et al.* 2016).

El contenido mineral presente en los granos de maíces criollos, puede ser potencializado al ser usados en forma de ensilaje de maíz, pues este proceso permite un mayor contenido nutricional, al aprovechar tanto el grano como el forraje, además de representar una alternativa alimenticia en tiempos de estiaje (Moreno-Reséndez *et al.* 2017).

Corral-Luna *et al.* (2011) mencionan que la composición química del ensilaje de variedades de maíz e híbridos y se encuentran en rangos muy cercanos con un porcentaje de proteína cruda (PC: 7 y 7.5 %), fibra detergente neutro (FDN: 44.7 y 35.4 %), fibra detergentes ácido (FDA: 23 y 19 %). Por otra parte Valdez-Arjona *et al.* (2020) mencionan que en la variedad San Pableño cuenta con aporte del 5.0 % de PC, 66.6 % en FDN y de 43% en FDA, con un 7.2 % de cenizas.



En lo que respecta a maíces criollos Robles-Jimenez *et al.* (2017), indicaron que el aporte de proteína es del 6.7%, con un aporte de 59.68 de FDN y de 30 % de FDA. Es importante indicar que son escasos los estudios relacionados con el aporte nutricional de los maíces nativos de la Península de Yucatán.

La disponibilidad de nutrientes en el maíz, se encuentra relacionada con el ciclo de vida de la planta, lo cual representa una ventaja para los maíces nativos, mismos que presentan diversos ciclos productivos. Como es el caso, de la raza Nal, de ciclo de vida precoz , X'mejen nal de ciclo intermedio, así como San Pableño y Xnuuknal, que son de ciclo largo respectivamente (González-Valdivia *et al.*, 2016). Siendo esta una ventaja competitiva, para las razas presentes en la Península de Yucatán.

#### **Uso potencial del forraje de maíz en la dieta del cerdo pelón mexicano.**

En la Península de Yucatán, el cerdo pelón mexicano, se cría en tres tipos de sistemas de producción (traspatio, extensivo e intensivo), con tamaños de piara entre 9, 56 y 96 animales. La alimentación en estos sistemas, se basa principalmente en el uso de salvado de trigo, maíz y alimentos balanceados, así como forraje de especies arbóreas como el ramón (*Brossimum alicastrum*). El maíz es empleado en los sistemas intensivos, en proporciones del 42% como alimento, y del 60% como suplemento, y el empleo de forrajes ocupa porcentajes del 10 al 70%, en la alimentación de los cerdos (Hernández *et al.*, 2020).

El cerdo pelón mexicano es una especie con alto grado de aprovechamiento digestivo de alimentos, al ser una especie omnívora, que le permite adaptación a variadas dietas de nutrición (Lemus-Flores y Ly-Carmenatti, 2010; Álvarez-Ibarra *et al.* 2018). Este tiene características de alta rusticidad y adaptación a diversos

ambientes, cuya carne tiene un gran potencial para la industria de productos curados, al compararse su carne con la de los cerdos ibéricos (Méndez-Medina *et al.*, 2002). Sin embargo, es una especie considerada en peligro de pérdida genética, debido a que se ha sustituido su producción, por razas mejoradas de cerdos que tienen más demanda en el mercado (Ramírez-Reyes *et al.*, 2020).

Una alternativa en su dieta, puede ser la inclusión del ensilaje de maíz, con lo cual se puede aprovechar el potencial forrajero de las especies nativas de maíz, con lo cual se pueden reducir los costos de producción en gran intensivas (Villalobos-González *et al.* 2019; Hernández *et al.*, 2020).

El potencial forrajero de las razas y variedades de maíz presentes en la Península de Yucatán les brinda la posibilidad de ser empleadas, en la producción de ensilado de maíz, alimento alternativo en tiempos de estiaje (Villalobos-González *et al.* 2019).

Una característica distintiva de las variedades nativas, es que se pueden encontrar razas de ciclo corto, intermedio y largo, de tal manera que se pueden trabajar en diferentes regiones y bajo diferentes condiciones climáticas (González-Valdivia *et al.*, 2016).

Es importante considerar que el empleo de forrajes y ensilajes, en la dieta de cerdos, no debe exceder el 20% de la ración, aunque se han probado con éxito (González *et al.*, 2020). De igual manera, estudios realizados por Weber *et al.* (2008), para conocer el efecto de la inclusión de diferentes fuentes de fibra (granos secos de destilería con solubles, cáscara de soja o pulpa de cítricos), demostraron que en proporciones del 7.5%, son capaces de aumentar el contenido de citocininas proinflamatorias y antiinflamatorias del tejido intestinal.

Holinger *et al.* (2018), mencionan que la inclusión de ensilaje de pasto en la dieta de cerdos es capaz de estimular la búsqueda de alimento en los cerdos, contribuyendo con ello, a evitar lesiones. Al mismo tiempo, reduce, el desarrollo de úlceras gástricas. Datos respaldados por Presto *et al.* (2013), quienes evaluaron, la inclusión ensilajes picados o intactos de pasto/trébol en la dieta de cerdos en crecimiento/finalización (sueco Yorkshire x Hampshire), es capaz de mejorar bienestar de los cerdos, al ser más activos, en la búsqueda de alimento, evitándose roces violentos entre los cerdos, mismos que son causales de heridas en animales confinados.

Del mismo modo, Presto-Åkerfeldt *et al.* (2018), mencionan que empleo de ensilado picado con partículas de menores a 0,5 cm, como ración total mixta en cerdos (Yorkshire x Hampshire), ha sido capaz de influenciar el consumo eficiente de ensilaje a base de cultivos de gramíneas y plantas leguminosas, mismos que representan una fuente de alimento nutritivo para la dieta de los cerdos, así como efectos en el bienestar de los cerdos.

Estudios realizados, con ensilado de una mezcla de raíces de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y residuos de granos de maíz en cerdos del cruce Yorkshire x Landrace x CC21, demostraron la aceptabilidad de cerdos, a dietas con suplementos alternativos; aunque no se manifestaron diferencias significativas, por la inclusión del ensilaje, no se presentaron decesos animales ni trastornos de tipo digestivos (Cabrera y Lezcano, 2012).

La inclusión de ensilaje de maíz en cerdos ha sido empleada con éxito, por Kanengoni *et al.* (2015) en razas autóctonas de cerdos Windsnyer sudafricanos en

crecimiento y en cruces Large White x Landrace, logrando una aceptabilidad del ensilado de maíz en proporciones altas y bajas, para ambas razas de cerdos, tanto autóctonos como en las cruces, influyendo las razas en la aceptabilidad del alimento.

Respecto al empleo de ensilaje de maíz, en la dieta de cerdos, Capraro *et al.* (2017), realizaron estudios para conocer el efecto de la inclusión de ensilaje de maíz (maíz de mazorca entera o de planta entera de corte alto), en cerdos pesados italianos (de 90 a 160 kg de peso vivo). Los resultados demostraron que el ensilaje de maíz es capaz de mejorar la calidad de la grasa dorsal durante el proceso de condimento, no generando efectos sobre la pérdida de condimentos en la elaboración de jamón. Por otra parte, Wallenbeck *et al.* (2014), evaluaron el uso de ensilaje de pasto raigrás (*Lolium perenne* L.)/trébol blanco (*Trifolium repens* L.) sobre el rendimiento de cerdos en crecimiento-finalización (Yorkshire x Hampshire), así como la calidad de la canal. Los resultados demostraron un efecto positivo sobre la carne magra en canal, al emplear alimento comercial más la inclusión de un 20% ensilaje intacto, manejado por separado en la dieta. Los rendimientos más altos, son posibles con el empleo de ensilaje de pasto raigrás/trébol seco y molido (845 g día<sup>-1</sup>), mismos que fueron cercanos a los alcanzados con alimento comercial (889 g día<sup>-1</sup>), por otra parte, el empleo del ensilaje tiene efectos positivos sobre la tasa de conversión alimenticia.

Sun *et al.* (2018) mencionan que el uso de ensilaje de maíz de planta completa en proporciones de 20, 30 y 40% sobre la dieta de cerdos en crecimiento (Duroc x Landrace x Large White), con contenido de fibra cruda de 3.0 a 4.5%. Menciona que

existió una disminución lineal en el peso final y ganancia promedio de peso, así como en la digestibilidad aparente de los nutrientes. Sin embargo, la ingesta diaria de alimentos se incrementó linealmente, concluyendo que la inclusión de ensilaje de maíz de planta completa, suministrado en rangos del 20 a 30%, puede asegurar el rendimiento y mejorar la salud de cerdos en crecimiento (Sun *et al.* 2018).

Estudios realizados por Weng (2019), en cerdas híbridas de cruce de Yorkshire con Landrace, utilizaron porcentajes de inclusión de 15, 30 y 50 % de ensilaje de maíz de planta completa, durante el proceso de gestación y lactancia. Concluyendo que la inclusión en la dieta del 30 % de ensilaje de maíz, favorece la ganancia de peso en cerdas y el consumo diario de alimento (8.23 kg), indicando que su inclusión en la dieta puede reducir los costos en alimentos y aumentar la ingesta de alimentos.

Por otra parte, Lyu *et al.* (2020), manifiestan que uso del ensilaje de maíz en la dieta de cerdos de tipo mestizo Duroc A (Landrace × Northeastern Indigenous), no ocasionó problemas de salud en los cerdos, pudiendo tolerar altas concentraciones del mismo (80 % en la inclusión de los forrajes), en sus dietas, y que contrario, a la idea común, los cerdos alimentados con ensilaje maíz, mejoraron la capacidad de carga de ganado, sin causar caídas violentas en el rendimiento. Además, los rendimientos en peso finales alcanzados con ensilaje de maíz, fueron cercanos al manejo convencional con forrajes con una diferencia del 13.2%.

El ensilaje de maíz puede representar una opción para la dieta del cerdo pelón mexicano. Sin embargo, no se tienen datos de estudios realizados en México, sobre la inclusión del ensilaje de maíz, en la dieta del cerdo, y en especial del cerdo pelón mexicano. Por lo cual, son necesarios estudios, que permitan conocer el

comportamiento *de los omnívoros*, así como la ración y forma adecuada de brindar estos alimentos. De igual manera es necesario estudios, sobre el aporte nutricional del ensilaje de maíces nativos, por efecto del color del grano, etapa de corte y proceso de ensilaje, así como la calidad del ensilaje de maíz. Con lo cual, se incentiva, la producción y rescate de estas especies, mismas que se encuentran en riesgo de pérdida genética.

## **CONCLUSIONES**

Los maíces criollos presentes en la Península de Yucatán presentan alta rusticidad y adaptación agroclimática, de igual manera se cuenta con una gran diversidad de ellos; sobresaliendo San Pableño, Dzit bacal, y razas de tipo Nal Tel. Mismas que presentan potencial productivo para competir con las variedades e híbridos comerciales, en producción de grano de maíz y forraje, además de contar con valor nutricional, mineral, antioxidante. Por lo que pueden emplearse en la alimentación del cerdo pelón mexicano, al ser una especie animal de gran adaptación. Sin embargo, hacen falta estudios, que permitan conocer la forma y cantidad de suministrarlos en la dieta. Los que se traducen en áreas de investigación científica para la Península de Yucatán, y en especial para el estado de Campeche.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por la beca otorgada al primer autor, para realizar estudios de posgrado.

## **REFERENCIAS**

Acosta, R. (2009). El cultivo del maíz, su origen y clasificación. *El maíz en Cuba. Cultivos Tropicales*, 30: 113–120.

- Alemán-Pérez, R. D., Ortiz-Tenemaza, R. V., Domínguez-Brito, J., Bravo-Medina, C. A., Alba-Roja, J. L., Rodríguez-Guerra, Y., Pico-Angulo, C., y Freile-Almeida, J. (2020). Desarrollo productivo de dos variedades locales de maíz (*Zea mays* L.) con la aplicación de fertilizante mineral y orgánico en la Amazonía Ecuatoriana. *Revista Ciencia y Tecnología*, 13: 9–16.
- Álvarez-Ibarra, J. D., García-Munguía, C. A. y Ángel-Hernández, A. (2018). Conservación de recursos genéticos: cerdo cuino y pelón mexicano. *Jóvenes en la ciencia*, 4: 104–108.
- Arellano-Vázquez, J. L., Tut-Couoh, C., Ramírez, A. M., Salinas-Moreno, Y. y Taboada-Gaytán, O. R. (2003). Maíz azul de los valles altos de México. I. Rendimiento de grano y caracteres agronómicos. *Revista Fitotecnia Mexicana* 26: 101–107.
- Arias, L. M., Latournerie, L., Montiel, S. y Sauri, E. (2007). Cambios recientes en la diversidad de maíces criollos de Yucatán, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 23. <https://doi.org/10.19136/era.a23n1.310>
- Arnés, E., y Astier, M. (2019). Handmade Comal Tortillas in Michoacán: Traditional Practices along the Rural-Urban Gradient. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 16: 3211. <https://doi.org/10.3390/ijerph16173211>
- Briones-Reyes D, Castillo-González F, Chávez-Servia JL, Aguilar-Rincón VH, De León García-de Alba C, y Ramírez-Hernández A. (2015). Response of native maize from Mexican highlands to ear rot, under natural infection. *Agronomía Mesoamericana*, 26: 74-85. <https://doi.org/10.15517/am.v26i1.16922>

- Caballero-García, M. A., Córdova-Téllez, L. y López- Herrera, A. D. J. (2019). Validación empírica de la teoría multicéntrica del origen y diversidad del maíz en México. *Revista fitotecnia mexicana* 42: 357–366.
- Cabrera, L. R. y Lezcano, P. (2012). Uso de ensilado de raíces de yuca y residuos de granos de maíz en la ceba de cerdos. *Revista Computadorizada de Producción Porcina* 19: 5.
- Capraro, D., Buccioni, A., Piasentier, E. y Spanghero, M. (2017). Feeding finishing heavy pigs with corn silages: Effects on backfat fatty acid composition and ham weight losses during seasoning. *Italian Journal of Animal Science* 16: 588–592. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2017.1302825>
- Castañeda-Zavala, Y., González-Merino, A., Chauvet-Sánchez, M. y Ávila-Castañeda, J. F. (2014). Industria semillera de maíz en Jalisco: Actores sociales en conflicto. *Sociológica (México)* 29: 241–279.
- Cázares-Sánchez, E., Chávez-Servía, J. L., Salinas-Moreno, Y., Castillo-González, F. y Ramírez-Vallejo, P. (2015). Variación en la composición del grano entre poblaciones de maíz (*Zea mays* L.) nativas de Yucatán, México. *Agrociencia*, 49: 15–30.
- Chí-Sánchez, F. A., Alvarado-López, C. A., Cristóbal-Alejo, J., González-Moreno, A. y Reyes-Ramírez, A. (2021). Contenido mineral de maíces criollos de Yucatán: Análisis mediante  $\mu$ -Fluorescencia de Rayos X. *Revista Terra Latinoamericana* 39: 1–12. <https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.454>
- Conceição dos Santos, L. F., Garruña, R., Andueza-Noh, R. H., Latournerie-Moreno, L., Mijangos-Cortés, J. O. y Pineda-Doporto, A. (2019). Comportamiento



agronómico y fisiológico de maíces nativos del sureste de México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas* 10: 1247–1258.  
<https://doi.org/10.29312/remexca.v10i6.908>

Corral-Luna, A., Domínguez-Díaz, D., Rodríguez-Almeida, F. A., Villalobos-Villalobos, G., Ortega-Gutiérrez, J. A., y Muro-Reyes, A. (2011). Composición química y cinética de degradabilidad de ensilaje de maíz convencional y sorgo de nervadura café. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 6: 181-187.

Donnet, M. L., López-Becerril, I. D., Domínguez-Méndez, C. y Arista-Cortés, J. (2020). Análisis de la estructura del sector y la asociación público-privada de semillas de maíz en México. *Agronomía Mesoamericana* 31: 367–383.  
<https://doi.org/10.15517/am.v31i2.34894>

Espinosa, A., Tadeo, M., Turrent, A. y Gómez, N. (2009). El potencial de las variedades nativas y mejoradas de maíz. *Ciencias* 92: 118–125.

Godina-Rodríguez, J. E., Martínez, J. R., Mendoza-Pedroza, S. I., Cancino, S. J. y Rocandio-Rodríguez, M. (2020). Rendimiento de forraje y composición morfológica de maíces nativos en condiciones semiáridas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 24: 59–68.  
<https://doi.org/10.29312/remexca.v0i24.2358>

González, A., Figueroa, V., Batista, C., Casal, A., Álvarez, A., Saadoun, A. y Astigarraga, L. (2020). Inclusión de forrajes con distinta relación de fibra soluble e insoluble en la dieta de cerdos. *Archivos de Zootecnia* 69: 424–431.  
<https://doi.org/10.21071/az.v69i268.5390>

- González-Jácome, A. y Reyes-Montes, L. (2014). El conocimiento agrícola tradicional, la milpa y la alimentación: El caso del Valle de Ixtlahuaca, Estado de México. *Revista de Geografía Agrícola*, 52–53: 21–42.
- González-Valdivia, N. A., Cetzal-Ix, W., Basu, S. K., Pérez-Ramírez, I., Martínez-Puc, J. F., y Zandi, P. (2016). Conservation of the genetic diversity of local corn (*Zea mays* L.) in the Yucatan Peninsula, Mexico. *Annales Universitatis Paedagogicae Cracoviensis Studia Naturae*. 71-84.
- Hernández, A. Á., García-Munguía, C. A., García-Munguía, A. M., Ortiz-Ortiz, J. R., Sierra Vásquez, Á. C. y Morales Flores, S. (2020). Sistema de producción del Cerdo Pelón Mexicano en la Península de Yucatán. *Nova scientia* 12. <https://doi.org/10.21640/ns.v12i24.2234>
- Hernández, Y. G., Sosa, D., Boucourt, R., & Scull, I. (2015). Caracterización química de un alimento ensilado para cerdos. Nota técnica. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 49: 91-92.
- Holinger, M., Früh, B., Stoll, P., Kreuzer, M. and Hillmann, E. (2018). Grass silage for growing-finishing pigs in addition to straw bedding: Effects on behaviour and gastric health. *Livestock Science*, 218: 50–57. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.10.012>
- Hortelano-Santa Rosa, R., Gil-Muñoz, A., Santacruz-Varela, A., López-Sánchez, H., López, P. A. y Miranda-Colín, S. (2012). Diversidad fenotípica de maíces nativos del altiplano centro-oriente del estado de Puebla, México. *Revista fitotecnia mexicana* 35: 97–109.

- Kanengoni, A. T., Chimonyo, M., Ndimba, B. K. and Dzama, K. (2015). Feed preference, nutrient digestibility and colon volatile fatty acid production in growing South African Windsnyer-type indigenous pigs and Large White x Landrace crosses fed diets containing ensiled maize cobs. *Livestock Science*, 171: 28–35. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.10.018>
- Ku-Pech, E. M., Mijangos-Cortés, J. O., Andueza-Noh, R. H., Chávez-Pesqueira, M., Simá-Polanco, P., Simá-Gómez, J. L. y Arias-Reyes, L. M. (2020). Estrategias de manejo de la milpa maya en Xoy, Peto, Yucatán. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 7. <https://doi.org/10.19136/era.a7n1.2244>
- Lemus-Flores, C. y Ly-Carmenatti, J. (2010). Estudios de sostenibilidad de cerdos mexicanos pelones y cuinos la iniciativa nayarita. [http://pigtrop.cirad.fr/FichiersComplementaires/RCPP172/172\\_10artCLemus.pdf](http://pigtrop.cirad.fr/FichiersComplementaires/RCPP172/172_10artCLemus.pdf). <http://dspace.uan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/1936>
- Lin, B., Yan, J., Zhong, Z. and Zheng, X. (2020). A Study on the Preparation of Microbial and Nonstarch Polysaccharide Enzyme Synergistic Fermented Maize Cob Feed and Its Feeding Efficiency in Finishing Pigs. *BioMed Research International*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/8839148>
- López-Guzmán, J. A., Aguilar-Castillo, J. A., García-Zavala, J. J., Lobato-Ortiz, R. y Sánchez-Guzmán, P. (2017). Comportamiento agronómico de poblaciones de maíz raza Jala en Nayarit y Estado de México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas* 8: 1537–1548.
- Lyu, Y., Li, J., Hou, R., Zhu, H., Zhu, W., Hang, S., and Ouyang, Z. (2020). Goats or pigs? Sustainable approach of different raising systems fed by maize silage.

Journal of Cleaner Production, 254: 120151.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120151>

Martínez-Velázquez, G., Román-Ponce, S. I., Vélez-Izquierdo, A., Cabrera-Torres, E., Cantú-Covarrubias, A., De la Cruz-Colín, L., Durán-Aguilar, M., Maldonado-Jaquez, J. A., Martínez-Silva, F. E., Ríos-Utrera, A., Vega-Murillo, V., y Ruiz-López, F. D. J. (2016). Morfometría del cerdo de traspatio en áreas rurales de México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 7: 431-440.

Massieu-Trigo, Y., y Lechuga-Montenegro, J. (2002). El maíz en México: Biodiversidad y cambios en el consumo. *Análisis Económico XVII* (36): 281–303.

Méndez-Medina, R. D., Becerril-Herrera, M., Rubio-Lozano, M. S. y Delgado-Suárez, E. J. (2002). Características de la canal del cerdo Pelón Mexicano, procedente de Misantla, Veracruz, México. *Veterinaria México* 33: 27–37.

Monteiro, N.O.C., De Alencar E.R., Souza N.O.S. and Leão, T.P. (2020). Ozonized Water in the Preconditioning of Corn Seeds: Physiological Quality and Field Performance. *Ozone: Science & Engineering* 1-15.  
<https://doi.org/10.1080/01919512.2020.1836472>

Moreno-Reséndez, A., Cantú-Brito, J. E., Reyes-Carrillo, J. L. and Contreras-Villarreal, V. (2017). Forage maize nutritional quality according to organic and inorganic fertilization. *Scientia Agropecuaria* 8: 127-135.  
<https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2017.02.05>

Odobašić, A., Ahmetović, M., Šestan, I., and Kovačević, L. (2020). Removal of Cd and Ni Ions from Water Using Biosorbent Based on Corn Residues.

International Journal for Research in Applied Sciences and Biotechnology 7:  
12-18. <https://doi.org/10.31033/ijrasb.7.6.3>

Paulino-Flores, M., Martínez-Campos, Á. R., Martínez-Castañeda, F. E., López-Orona, C. A., Vizcarra-Bordi, I. and Munguía, N. (2017). Evaluation of the sustainability of hybrid and native maize production systems. *Journal of Cleaner Production* 150: 287-293.  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.02.182>

Presto, M., Rundgren, M. and Wallenbeck, A. (2013). Inclusion of grass/clover silage in the diet of growing/finishing pigs – Influence on pig time budgets and social behaviour. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science*, 63: 84–92. <https://doi.org/10.1080/09064702.2013.793734>

Presto-Åkerfeldt, M., Holmström, S., Wallenbeck, A., and Ivarsson, E. (2018). Inclusion of intensively manipulated silage in total mixed ration to growing pigs – influence on silage consumption, nutrient digestibility and pig behaviour. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science*, 68: 190–201. <https://doi.org/10.1080/09064702.2020.1725104>

Ramírez-Reyes, J. M., García-Robles, E., Medellín-Cazares, A., Osorto-Hernández, W. y Domínguez-Viveros, J. (2020). Caracterización genética y fenotípica de una población de cerdo pelón mexicano. *Archivos de Zootecnia* 69: 398–404. <https://doi.org/10.21071/az.v69i268.5387>

Ramos-Canché, M. E., Aguilar-Urquiza, E., Chay-Canul, A. J., Piñeiro-Vázquez, Á. T., Velázquez-Madrado, P. A., Magaña Magaña, M. A., Toledo-López, V. and Sanginés-García, J. R. (2020). Dietary levels of energy and protein on

productive performance and carcass traits of growing female Mexican hairless pigs. *Animal Feed Science and Technology* 259: 114269. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2019.114269>

Robles-Jiménez, L. E., Ruiz-Pérez, J. A., Morales-Osorio, A., Gutiérrez-Martínez, M. G. y González-Ronquillo, M. (2017). Producción De Forraje, Composición Química Y Producción De Gas in Vitro De Maíces Híbridos Amarillos Cultivados En México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 20: 373–379.

Rocha de Castro-Lopes, A. B., Panhoza-Tse, M. L., Ribeiro da-Silva, A. M., Da Trindade-Neto, M. A., Silva-Pereira, C., Dib-Saleh, M. A., and Berto, D. A. (2017). High-moisture sorghum grain silage with low- and high-tannin contents for weanling piglets. *Ciência Rural* 47. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20151255>

Sánchez-Hernández, E., De la Cruz-Lázano, E. y Sánchez-Hernández, R. (2014). Productividad y caracterización varietal de maíces nativos (*Zea mays* L.) colectados en Tabasco, México. *Acta Agrícola y Pecuaria* 1: 7–15.

Sánchez-Hernández, M. A., Aguilar-Martínez, C. U., Valenzuela-Jiménez, N., Sánchez-Hernández, C., Jiménez-Rojas, M. C. y Villanueva-Verduzco, C. (2011). Densidad de siembra y crecimiento de maíces forrajeros. *Agronomía Mesoamericana* 22: 281–295.

Sánchez-Hernández, M. A., Cruz-Vázquez, M., Sánchez-Hernández, C., Morales-Terán, G., Rivas-Jacobo, M. A. y Villanueva-Verduzco, C. (2019). Rendimiento forrajero de maíces adaptados al trópico húmedo de México.

Revista mexicana de ciencias agrícolas 10: 699–712.

<https://doi.org/10.29312/remexca.v10i3.1546>

Sun, J., Yang, Z., Yang, C., Wu, X., Li, S., Yang, W., Xue, F., Li, H., Li, X. and Jiang, S. (2018). Effects of diets with different proportions of whole plant corn silage on performance, nutrient utilization, hematological indexes and serum oxidative stress indexes of growing pigs. *Chinese Journal of Animal Nutrition*, 30: 1703-1712.

Tadeo-Robledo, M., Zamudio-González, B., Espinosa-Calderón, A., Turrent-Fernández, A., Cárdenas-Marcelo, A. L., López-López, C., Arteaga-Escamilla, I. y Valdivia-Bernal, R. (2015). Rendimiento de maíces nativos e híbridos en diferente fecha de siembra y sus unidades calor. *Revista mexicana de ciencias agrícolas* 6: 33–43.

Torres-Peña, G., De la Cruz-Larios, L., Sánchez-González, J. J., Ruiz-Corral, J. A., Castañeda-Nava, J. J., Santacruz-Ruvalcaba, F. y Miranda-Medrano, R. (2015). Relaciones entre poblaciones de teocintle (*Zea spp.*) de México, Guatemala y Nicaragua. *Acta botánica mexicana* 111: 17–45.

Valdez-Arjona, L. P., Ortega-Cerrilla, M. E., Fraire-Cordero, S., Arreola-Enríquez, J., Crosby-Galván, M. M., Cruz-Tamayo, A. A. and Ramírez-Mella, M. (2020). Physicochemical and Preference Evaluation of Silages from *Cucurbita argyrosperma* Huber Residues and Its Effect on the Production and Composition of Milk from Dual-purpose Cows in Campeche, Mexico: Pilot Study. *Sustainability* 12: 7757. <https://doi.org/10.3390/su12187757>

- Villalobos-González, A., López-Hernández, M. B., Valdivia-González, N. A., Arcocha-Gómez, E. y Medina-Méndez, J. (2019). Variabilidad genética de características morfológicas de maíz nativo (*Zea mays* L.) en la Península de Yucatán, México. *Agro Productividad* 12: Article 11. <https://doi.org/10.32854/agrop.vi0.1486>
- Vidal-Martínez, V. A., Álvarez-Bravo, A., Coutiño-Estrada, B., Ruiz-Corral, J. A., Ramírez-Díaz, J. L., and Sánchez-González, J. D. J. (2018). Ethnogenetic racial patterns of Tabloncillo and Tuxpeño maize, as mechanisms of conservation of native germplasm. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 9: 1727-1738. <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i8.1487>
- Wallenbeck, A., Rundgren, M. and Presto, M. (2014). Inclusion of grass/clover silage in diets to growing/finishing pigs – Influence on performance and carcass quality. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science*, 64: 145–153. <https://doi.org/10.1080/09064702.2015.1006668>
- Weber, T. E., Ziemer, C. J. and Kerr, B. J. (2008). Effects of adding fibrous feedstuffs to the diet of young pigs on growth performance, intestinal cytokines, and circulating acute-phase proteins<sup>1</sup>. *Journal of Animal Science* 86: 871–881. <https://doi.org/10.2527/jas.2007-0330>
- Weng, R. (2019). The effects of dietary replacement with extruded whole plant forage corn silage on gestation and lactation performances of sow and litter. *Journal of Agricultural and Crop Research* 7: 137-147. [https://doi.org/10.33495/jacr\\_v7i8.19.134](https://doi.org/10.33495/jacr_v7i8.19.134)



Zhirkova, E. V., Skorokhodova, M. V., Martirosyan, V. V., Sotchenko, E. F., Malkina, V. D. and Shatalova, T. A. (2016). Chemical composition and antioxidant activity of corn hybrids grain of different pigmentation. *Foods and Raw materials* 4: 85–91.

Zizumbo-Villarreal, D. y García-Marín, P. (2016). El uso de las cenizas como posible precursor de la nixtamalización en el oeste de Mesoamérica. *Revista de Geografía Agrícola* 57: 7–18.

## Capítulo 2

### **Comportamiento productivo del cerdo pelón mexicano (*Sus scrofa*) a la inclusión de ensilajes de maíz (*Zea mays*), Chak Nal tel y San Pableño**

Productive behavior of the Mexican hairless pig (*Sus scrofa*) to the inclusion of corn silages (*Zea mays*), Chak Nal tel and San Pableño

Bautista-Rodríguez, Carlos F.<sup>1</sup>; Chiquini-Medina, Ricardo A.<sup>1\*</sup>; Candelaria-Martínez, Bernardino.<sup>1</sup>, Ramírez-Bautista, Marco A.<sup>1</sup>, Martínez-Puc, Jesús F.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Chiná, Maestría en Ciencias en Agroecosistemas Sostenibles, Chiná, Campeche, México. CP. 24520

**\*Autor para correspondencia:** ricardo.cm@china.tecnm.mx

#### **ABSTRACT**

**Objective:** The purpose of the present study was to evaluate the effect of the inclusion of creole corn silage in the conventional diet with commercial balanced feed, on the consumption and weight gain in the Mexican hairless pig.

**Design / methodology / approach:** Twenty-four newly weaned male pigs with two months of age and an initial weight of  $4.81 \pm 0.88$  kg were used, located in a completely randomized design, with four treatments and six repetitions. The treatments consisted of T0 (AlCo) = 100% commercial balanced feed, T1 (NaIC) = 30% Chack Nal tel corn silage + 70% Commercial balanced feed, T2 (SanC) = 30% San Pableño corn silage + 70 % Commercial balanced feed, T3 (HibC): 30% hybrid corn + 70% Commercial balanced feed. The variables evaluated were the consumption, weight gain and final weight of the growing pigs.

**Results:** The results indicate the pigs' preference for commercial feed, added with Chak Nal tel creole corn silage, followed by San Pableño and hybrid corn. Statistically, there were no differences in weight gain, due to the inclusion of creole corn silages, however, the weight gain obtained with NaIC is comparable to those obtained with commercial feed ((3.4 kg), which can be translate into a 30% reduction in costs, in terms of food.

**Limitations on study/implications:** Studies related to the quality of the meat may be required depending on the diets used with Creole corn silage, in order to have a broader spectrum of their nutritional potential in the nutrition of the Mexican hairless pig.

**Findings / Conclusions:** This is an indicator of the potential of native maize to be included in the diet of the adapted Mexican hairless pig in the Yucatan Peninsula.

## **RESUMEN**

**Objetivo:** El propósito del presente estudio fue evaluar el efecto de la inclusión del ensilado de maíces criollos en la dieta convencional con alimento balanceado comercial, sobre el consumo y ganancia de peso en el cerdo pelón mexicano.

**Diseño / metodología / aproximación:** Se utilizaron 24 cerdos macho recién destetados con dos meses de edad y un peso inicial de  $4.81 \pm 0.88$  kg, ubicados en un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos y seis repeticiones. Los tratamientos consistieron en T0 (AlCo) = Alimento balanceado comercial al 100%, T1 (NaIC)= 30 % Ensilaje de maíz Chack Nal tel + 70% Alimento balanceado comercial, T2 (SanC) = 30 % Ensilaje de maíz San Pableño + 70% Alimento balanceado comercial, T3 (HibC): 30% de maíz híbrido + 70% Alimento balanceado

comercial. Las variables evaluadas fueron el consumo, ganancia de peso y peso final de los cerdos en crecimiento.

**Resultados:** Los resultados indican preferencia de los cerdos por el alimento comercial, adicionado con ensilado de maíz criollo Chak Nal tel, seguido por San Pableño y el maíz híbrido. Estadísticamente, no se presentó diferencias en la ganancia de peso, por la inclusión de los ensilajes de maíz criollo, sin embargo, la ganancia de peso obtenida con NaIC es equiparable a los obtenidos con alimento comercial ((3.4 kg), lo cual se puede traducir en una disminución del 30% de los costos, en cuestión de alimentación.

**Limitaciones del estudio/implicaciones:** Posiblemente se requieran estudios relacionados con la calidad de la carne en función de las dietas usadas con ensilaje de maíz criollo, para tener un espectro más amplio del potencial nutricional de los mismos en la nutrición del cerdo pelón mexicano.

**Hallazgos/Conclusiones:** Esto es un indicador del potencial de los maíces nativos para ser incluidos en la alimentación del cerdo pelón mexicano adaptado en la Península de Yucatán.

**Palabras clave:** Ensilado, maíces nativos, nutrición animal, ganancia de peso, Península de Yucatán.

## **INTRODUCCIÓN**

En México, el cerdo pelón mexicano (*Sus scrofa*) es una especie animal con gran variabilidad genética y potencial productivo. Sin embargo, es una especie es riesgo de pérdida genética, generado por el desconocimiento del consumidor sobre la calidad nutricional de la carne, sumado a los bajos precios en el mercado, que son

inferiores hasta en un 40%, en comparación con el precio de la carne proveniente de especies mejoradas, motivo por el cual existe una baja producción semi intensiva e intensiva de esta especie en comparación con las razas mejoradas, limitándose su producción al manejo local y de traspatio (Ramos-Canché *et al.*, 2020).

Sin embargo, el CPM, es una especie animal de gran adaptabilidad ambiental, con una carne con gran calidad nutricional, que se debe considerar en programas de rescate genético, pues representa una importante fuente para la mejora genética de las razas comerciales (Martínez-Velázquez *et al.*, 2016). Una de las cualidades más importante de la carne, es su contenido rico en ácidos grasos esenciales (Dzib-Cauich *et al.*, 2020) como el ácido oleico, que le confieren un alto valor nutricional (Sierra-Vásquez *et al.*, 2016).

La alimentación del cerdo pelón mexicano se maneja de forma local con suplementación de concentrados comerciales, los cuales influyen directamente en el aumento en los costos de producción y repercute en la composición y calidad de la carne (Dzib-Cauich *et al.*, 2020; Hernández *et al.*, 2020).

Al respecto, Santos *et al.* (2011) estudiaron la fisiología nutricional del cerdo Pelón Mexicano, concluyendo que esta especie tienen la capacidad de usar fuentes de alimento con baja densidad energética, con posibilidad de digerir alimentos con fuentes de fibra, capacidad que disminuye con la edad, al reducirse el peso de los órganos del aparato digestivo. Por otra parte el CPM por su condición corporal pequeña, no son exigentes en fuentes con altas cantidades de proteínas, como es el caso de las razas comerciales, que demandan alimentos altamente proteicos para lograr altos rendimientos en producción de carne. Al respecto, Holinger *et al.*,

(2018), indican que estas características fisiológicas en el CPM son idóneas para el uso de fuentes alternas de alimentación presentes en zonas tropicales, como puede ser la inclusión de forrajes o ensilajes, que incluso permiten obtener carne de mejor calidad en esta especie.

Por otra parte, Holinger *et al.* (2018) indican que la inclusión de forrajes en la dieta de cerdos puede tener influencia en la disminución de conductas violentas, reducción en la búsqueda de alimento y en la salud gástrica, al reducir úlceras gástricas, considerados alimentos aptos para su desarrollo y crecimiento.

Por su parte, Régnier *et al.* (2013), evaluaron el aprovechamiento digestivo de forrajes tropicales de *yuca* (*Manihot esculenta*), *el camote* (*Ipomoea batatas*) y *cocoyam* (*Xanthosoma sagittifolium*) y *erythrina* (*Erythrina glauca*) en cerdos criollos, no hallando diferencias significativas para el aprovechamiento de proteína cruda, y los contenidos energéticos. Sin embargo, señalan que la presencia de taninos y el alto contenido en fibra, son una de las principales limitantes para el uso de forrajes, por lo cual es importante considerar los porcentajes de inclusión en la dieta de cerdos criollos.

En la Península de Yucatán existe una gran variedad de maíces nativos, los cuales por su diversidad genética, presentan cualidades para ser empleados como forrajes en la dieta de diversas especies animales (Ku-Pech *et al.*, 2020). Por esta razón el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la inclusión del ensilado de maíz (*Zea mays*) combinado con alimento comercial *sobre* el consumo, ganancia de peso y peso final de los cerdos en crecimiento.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

## **Ubicación del área de estudio**

La investigación se llevó a cabo en la unidad de producción “Granja Bautista” localizada en la comunidad Pedro Baranda, Candelaria en el estado de Campeche (17°58'11" N y 90°51'55" O) a 320 m de altitud. El municipio se ubica en la zona de clima subtropical con una temperatura mínima de 26.5 °C, una máxima de 27.5 °C y precipitación promedio de 1200 mm anuales (INEGI, 2001).

## **Diseño experimental**

Se utilizó un diseño completamente al azar con seis repeticiones. Los tratamientos fueron: T0 (AlCo) = Alimento balanceado comercial al 100%, T1 (NalC)= 30 % Ensilaje de maíz Chack Nal tel + 70% Alimento balanceado comercial, T2 (SanC) = 30 % Ensilaje de maíz San Pableño + 70% Alimento balanceado comercial, T3 (HibC): 30% de maíz híbrido (VS-536) + 70% Alimento balanceado comercial. Se utilizaron ejemplares de la raza cerdo pelón mexicano (*Sus scrofa*) de la misma edad, peso (4.80 kg) y condición corporal similares, un total de 24 cerdos. Los tratamientos fueron asignados al azar a los cerdos. Estos conformaron el total de las unidades experimentales, considerando cada cerdo como unidad experimental y repetición. Los animales fueron alojados en corrales individuales de 1 m<sup>2</sup> con piso de concreto. En donde se instalaron cuatro comederos de madera (30 x 20 x 10) y bebederos en forma de chupones (Alvarado-Álvarez *et al.*, 2018).

**Elaboración de las dietas.** Se usó el material vegetativo del maíz nativo Chac Nal tel, San Pableño y el híbrido comercial VS-536. Para la elaboración del ensilaje, se usó el material vegetativo de plantas completas de maíz cortadas, cuando el grano se encontraba a los tres cuartos de la línea de leche. El picado se realizó con una

picadora de forraje para obtener partículas de 1.0 cm, el forraje picado fue adicionado con el 2% de melaza para aumentar el proceso de fermentación. El forraje fue envasado en bidones con tapa de rosca con capacidad de 35 kg, durante el sellado de los bidones, se tuvo cuidado de mantener sin aire los contenedores. Posteriormente los microsilos se colocaron a temperatura ambiente en un estante durante 45 días, para lograr el proceso de fermentación, después de este tiempo se suspendió el proceso de ensilaje. Se tomaron muestras de 100 gramos, para realizar análisis bromatológicos y determinación de composición nutricional (Proteína, fibra total, fibra detergente ácido, fibra detergente neutro, grasas y cenizas). Posteriormente, fueron combinados al momento de ser proporcionados a los cerdos con la adición de 70 % del alimento comercial Campi (Aguirre *et al.*, 2016).

**Manejo de las dietas.** Las dietas fueron ofrecidas a cada cerdo, por lo cual fueron distribuidos en forma aleatoria dentro de los corrales. Los primeros 30 días se proporcionaron 500 g de cada una de las dietas. En los 15 días posteriores se ofrecieron 600 g, por aumento de talla de los cerdos; siendo un total de 45 días la duración del estudio. Las dietas fueron rotadas en los comederos de manera diaria, con la finalidad de evitar errores por la ubicación dentro de los corrales. El alimento fue proporcionado de manera diaria, a las 12:00 del día, realizando el pesaje y registro del alimento sobrante a las 11:30 am. (Caicedo y Caicedo, 2021).

### **Variables de estudio**

Se evaluó el consumo diario, para lo cual se consideró la diferencia entre el alimento ofrecido y el alimento rechazado. De igual modo, se calculó la ganancia diaria de



peso, misma que fue obtenida considerando la diferencia entre el peso inicial de los animales y peso final, entre el número de días transcurridos. Igualmente se consideró la conversión alimenticia y peso final de los cerdos en crecimiento.

### **Análisis estadístico**

Se realizó un análisis de varianza para las variables estudiadas para un diseño completamente al azar. La comparación entre medias se realizó mediante la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ). Para el análisis de datos se utilizó el programa estadístico R versión 4.0.5 (Balzarini *et al.*, 2008)

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Se encontraron diferencias estadísticas significativas para las variables del alimento rechazado y el consumo diario de las dietas ( $p < 0.05$ ). Los resultados indican una mayor aceptabilidad en la dieta con ensilado del maíz nativo NalC, mismo que se encuentra en similar condición que con la variedad San Pablén (Cuadro 1). Es importante observar que tanto en los primeros 30 días del experimento como en la parte final, el alimento con mayor rechazo fue HibC seguido por AICo y SanC.

La aceptabilidad del ensilado de maíz con NalC, puede estar relacionada con la coloración roja de los granos en comparación con los granos de color blanco presentes en HibC y SanC. Al respecto, estudios realizados por Cázares-Sánchez *et al.* (2015), indicaron que los maíces de las razas nativas Nal t'eel, presentan altos contenidos de proteína (10.80-11.90%) y triptófano (0.00080-0.12%), con un contenido de fibra comprendido entre 0.72 y 1.65 %. Siendo consideradas características idóneas, para su inclusión en dietas nutricionales (Cázares-Sánchez *et al.*, 2015). Esto es importante si consideramos que en el proceso de elaboración

del ensilaje de maíz se utilizó la planta completa incluyendo los granos de maíz en estado lechoso, que es la etapa de mayor aprovechamiento del almidón en el maíz, lo genera un olor agradable y una mayor palatabilidad en el silo final ofrecido a los cerdos en las dietas estudiadas (Horst *et al.*, 2021, Mat *et al.*, 2021).

Respecto al triptófano, es un elemento esencial, que se encuentra por lo general en bajas proporciones en granos como el maíz (0.07 %). Siendo un aminoácido necesario para estimular el aprovechamiento de las proteínas y viceversa en animales monogástricos, de igual modo es un aminoácido que regula la ingesta de alimentos, es precursor de la serotonina, que regula el consumo voluntario, o apetito a nivel cerebral (Loy y Lundy, 2019). La mayor aceptabilidad en las dietas, tiene estrecha relación con el proceso de ensilaje, mismo que disminuye la cantidad de materia seca en el forraje, lo que aumenta la concentración de carbohidratos y la disponibilidad de aminoácidos, por lo cual se vuelve un alimento con gran palatabilidad para los lechones (Veit *et al.*, 2016).

<b>Cuadro 1.</b> Consumo diario de maíces ensilados en cerdo pelón mexicano con la adición de alimento comercial.					
Dietas	Consumo diario de alimento				Ganancia de peso (kg)
	Aceptado	Rechazo	Aceptado	Rechazo	
	30 días (g)	30 días (g)	15 días (g)	15 días (g)	
AlCo	473.8 ab	26.3 ab	573.7 b	23.3 a	3.4 a
NaIC	483.0 a	16.9 b	591.5 a	8.5 b	3.4 a
SanC	478.5 a	21.6 b	583.7 ab	16.3 ab	3.3 a
HibC	465.8 b	34.4 a	575.1 b	24.9 a	3.1 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

Con respecto a la ganancia de peso, no se encontraron diferencias entre tratamientos ( $p > 0.05$ ), sin embargo, numéricamente podemos observar un mayor incremento en el peso de los especímenes con el uso de NaIC en igual proporción

que AlCo, coincidiendo este resultado, con el consumo diario, en donde NaIC ocupó el mayor consumo por animal, incrementándose el consumo de alimento con el aumento en el desarrollo corporal de los cerdos. Al respecto, Sun *et al.* (2018), mencionan que la inclusión de ensilaje de maíz de planta completa, suministrado en rangos del 20 a 30%, puede asegurar el rendimiento y mejorar la salud de cerdos en crecimiento (Sun *et al.* 2018). Por otra parte Loy y Lundy (2019), indican que las dietas a base de forrajes o ensilajes con maíz no deben rebasar el 45 al 60 % en las dietas o raciones en cerdos. Lo cual se encuentran dentro los rangos manejados en las dietas empleadas en el presente estudio con la inclusión del 30% del ensilaje de maíz. En donde se pudo observar un ligero incremento en la ganancia de peso de los cerdos.

El incremento en la ganancia de peso puede estar relacionado con el proceso de fermentación brindado a través del ensilaje y del aporte de materia seca de los mismos, los estudios en laboratorio indican que la mayor cantidad de materia seca fue encontrada en el maíz Chac Nal Tel (Cuadro 2), tomando en consideración que este valor es indicador de la cantidad de nutrientes que pueden ser aprovechados en la nutrición animal (Schönleben *et al.*, 2020). Pues como señalaron, Koo *et al.* (2018) los procesos de fermentación en los forrajes influyen en la digestibilidad de nutrientes y energía, así como en su disponibilidad, sin afectar los metabolitos secundarios en el intestino de los cerdos. Esto se refleja en un mejor aprovechamiento de los nutrientes ofrecidos en la alimentación. Es importante considerar la rusticidad y alto grado de aprovechamiento digestivo en el cerdo pelón mexicano, que como *omnívoro, tiene la capacidad de adaptación a gran variedad*

de alimentos, incluyendo los forrajes como el ensilaje de maíz (Lemus-Flores y Ly-Carmenatti, 2010; Álvarez-Ibarra *et al.* 2018).

<b>Cuadro 2. Contenido de humedad y materia seca del ensilaje de maíz</b>		
Ensilaje	MS (%)	Humedad (%)
San Pableño	32.6	67.4
Chac Nal Tel	28.8	71.3
Híbrido	28.0	72.0

De igual modo, la ganancia de peso tiene estrecha relación con los contenidos de proteínas y aminoácidos esenciales, como es el caso del triptófano, elemento que puede tener influencia en una mejor síntesis de las proteínas (Yao *et al.* 2011). Al respecto, Liu *et al.* (2019) evaluaron los contenidos óptimos en triptófano y lisina, para la ganancia de peso, en cerdos en fase de engorda y finalización, obteniendo que estos se encuentran entre 0.171 y 0.192 para cerdos de 20 a 50 kg, para estimular la ganancia diaria de peso (0.68 a 0.59 kg) y la relación ganancia entre alimento (0.48-0.49).

La inclusión de ensilaje de maíz en la dieta de cerdos italianos incluso tuvo efectos positivos durante el proceso de elaboración de jamones, evitando pérdidas de condimentos, por la mejora de la grasa dorsal (Capraro *et al.* 2017). La inclusión de ensilaje de maíz, puede ser un instrumento para el rescate y aprovechamiento del potencial forrajero de las variedades nativas presentes en la Península de Yucatán, que ayuden a contribuir con la nutrición del cerdo pelón, aprovechando el potencial genético y rusticidad de ambas especies animal y vegetal (Villalobos-González *et al.*, 2019; Hernández *et al.*, 2020).

## **CONCLUSIONES**

La inclusión de ensilaje de maíz nativo en la dieta del cerdo pelón mexicano favorece la ganancia peso en igual proporción que el ensilado con híbridos comerciales, sin embargo, los maíces nativos tienen la ventaja de ser un material de gran rusticidad y adaptabilidad. En la Península de Yucatán, se cuenta con una amplia diversidad de maíces nativos, con potencial forrajero que pueden reducir los costos de producción en gran intensivas de cerdos en tiempos de estiaje.

### **AGRADECIMIENTOS**

Al CONACYT por la beca otorgada al primer autor para realizar estudios de maestría.

### **REFERENCIAS**

- Aguirre, L., Cevallos, Y., Herrera, R., & Escudero, G. (2016). Utilización de ensilaje de maíz y alfalfa en la alimentación de ovinos mestizos en pastoreo. *CEDAMAZ*, 6(1): pp.76–82.
- Alvarado-Álvarez, H. J., Gómez-Villalva, J. C., Rodríguez-Alava, J., López-Aguayo, N., Filian-Hurtado, W., & Vera-Suárez, M. (2018). Evaluación de tres niveles de tallo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en dietas para cerdos. *Revista de Producción Animal*, 30(1): pp. 8–12.
- Álvarez-Ibarra, J. D., García-Munguía, C. A., & Ángel-Hernández, A. (2018). Conservación De Recursos Genéticos: Cerdo Cuino Y Pelón Mexicano. *Jóvenes En La Ciencia*, 4(1): pp. 104–108.
- Balzarini, M. G., Tablada, M., Casanoves, F., Di Rienzo, J. A., & Robledo, C. W. (2008). *InfoStat. Manual del Usuario* (Editorial Brujas). Universidad Nacional de Córdoba.

- Caicedo, W., & Caicedo, L. (2021). Productive performance of growing commercial pigs fed rejection potato silage (*Solanum tuberosum* L.). *Livestock Research for Rural Development*, 33(4). <http://www.lrrd.org/lrrd33/4/3351orlan.html>.
- Capraro, D., Buccioni, A., Piasentier, E., & Spanghero, M. (2017). Feeding finishing heavy pigs with corn silages: Effects on backfat fatty acid composition and ham weight losses during seasoning. *Italian Journal of Animal Science*, 16(4): pp. 588–592. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2017.1302825>
- Cázares-Sánchez, E., Chávez-Servia, J. L., Salinas-Moreno, Y., Castillo-González, F., & Ramírez-Vallejo, P. (2015). Variación en la composición del grano entre poblaciones de maíz (*Zea mays* L.) nativas de Yucatán, México. *Agrociencia*, 49(1): pp. 15–30.
- Contino-Esquiñerosa, Y., Herrera-González, R., Ojeda-García, F., Iglesias-Gómez, J. M., & Martín-Martín, G. J. (2017). Evaluación del comportamiento productivo en cerdos en crecimiento alimentados con una dieta no convencional. *Pastos y Forrajes*, 40(2): pp. 152–157.
- Dzib-Cauich, D., Lemus-Flores, C., Bugarin, J., Ayala-Valdovinos, M., & Moo-Huchin, V. (2020). Fatty acid profile in Longissimus dorsi muscle and gene expression associated with lipid metabolism in Mexican pelón pigs and Landrace-Yorkshire pigs. *Livestock Research for Rural Development*, 32(7): pp. 1–8. <http://www.lrrd.org/lrrd32/7/clemu32115.html>
- Hernández, A. Á., García Munguía, C. A., García Munguía, A. M., Ortiz, J. R., Sierra Vásquez, Á. C., & Morales Flores, S. (2020). Sistema de producción del

- Cerdo Pelón Mexicano en la Península de Yucatán. *Nova scientia*, 12(24): pp. 1-21. Doi. <https://doi.org/10.21640/ns.v12i24.2234>
- Holinger, M., Früh, B., Stoll, P., Kreuzer, M., & Hillmann, E. (2018). Grass silage for growing-finishing pigs in addition to straw bedding: Effects on behaviour and gastric health. *Livestock Science*, 218: pp. 50-57. Doi. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.10.012>
- Horst, E. E., Bumbieris Junior, W. H., Neumann, M., & López, S. (2021). Effects of the Harvest Stage of Maize Hybrids on the Chemical Composition of Plant Fractions: An Analysis of the Different Types of Silage. *Agriculture*, 11(8), 786. <https://doi.org/10.3390/agriculture11080786>
- INEGI. (2001). *Candelaria estado de Campeche: Cuaderno estadístico municipal 2000 (Primera Edición)*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- Koo, B., Kim, J. W., & Nyachoti, C. M. (2018). Nutrient and energy digestibility, and microbial metabolites in weaned pigs fed diets containing *Lactobacillus*-fermented wheat. *Animal Feed Science and Technology*, 241: pp. 27–37. Doi. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.04.007>
- Ku-Pech, E. M., Mijangos-Cortés, J. O., Andueza-Noh, R. H., Chávez-Pesqueira, M., Simá-Polanco, P., Simá-Gómez, J. L., & Arias-Reyes, L. M. (2020). Estrategias de manejo de la milpa maya en Xoy, Peto, Yucatán. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 7(1): Article 1. Doi. <https://doi.org/10.19136/era.a7n1.2244>

- Lemus-Flores, C., & Ly-Carmenatti, J. (2010). Estudios De Sostenibilidad De Cerdos Mexicanos Pelones Y Cuiños La Iniciativa Nayarita. [http://pigtrop.cirad.fr/FichiersComplementaires/RCPP172/172\\_10artCLemus.pdf](http://pigtrop.cirad.fr/FichiersComplementaires/RCPP172/172_10artCLemus.pdf). <http://dspace.uan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/1936>
- Liu, J. B., Yan, H. L., Cao, S. C., Liu, J., Li, Z. X., & Zhang, H. F. (2019). The response of performance in grower and finisher pigs to diets formulated to different tryptophan to lysine ratios. *Livestock Science*, 222: pp. 25–30. Doi. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.01.016>
- Loy, D. D., & Lundy, E. L. (2019). Chapter 23—Nutritional Properties and Feeding Value of Corn and Its Coproducts. In S. O. Serna-Saldivar (Ed.), *Corn* (Third Edition). AACC International Press. pp. 633–659. Doi. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811971-6.00023-1>
- Martínez-Velázquez, G., Román-Ponce, S., Izquierdo, A., Torres, E., Covarrubias, A., Colín, L., Duran, M., Maldonado-Jáquez, J. A., Silva, F., Utrera, A., Ruiz, F., & Vega-Murillo, V. (2016). Morfometría del cerdo de traspatio en áreas rurales de México / Morphometry of native pigs in rural areas of México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 7(4): pp. 431–440.
- Mat, K., Mahamad, N., Rusli, N. D., Hasnita, C. H., Rahman, M. M., Al-Amsyar, S. M., & Mahmud, M. (2021). Study of microbial inoculants effect on the quality of corn stover silage planted in different areas in Kelantan. 756(1), 012046. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/756/1/012046>
- Ramos-Canché, M. E., Magaña-Magaña, M. A., Aguilar-Urquizo, E., Pech-Zapata, A., Piñeiro-Vázquez, A. T., Toledo-López, V. M., & Sanginés-García, J. R.



(2020). Óptimos económicos en la cría del cerdo pelón mexicano: Propuesta de integración para cadena productiva. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 7(1). Doi. <https://doi.org/10.19136/era.a7nl.2302>

Régnier, C., Bocage, B., Archimède, H., Noblet, J., & Renaudeau, D. (2013). Digestive utilization of tropical foliages of cassava, sweet potatoes, wild cocoyam and erythrina in Creole growing pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 180(1), 44–54. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2012.12.007>

Santos, R. H., Trejo, W., & Rodríguez, L. A. (2011). Nutritional physiology of Pelon Mexicano pigs. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 18(4), 270–277. Schönleben, M., Mentschel, J., & Střelec, L. (2020). Potentials to breed for improved

fibre digestibility in temperate Czech maize (*Zea mays* L.) germplasm. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, 56 (2020)(No. 4): pp.133–139. Doi. <https://doi.org/10.17221/11/2020-CJGPB>

Sierra-Vásquez, A. C., Ortiz-Ortiz, J. R., Bojórquez-Cat, J. C., Canul-Solís, M. A., Tamayo-Canul, J. R., Rodríguez-Pérez, J. C., Sanginés-García, J. R., Magaña-Magaña, M. A., Montes-Pérez, R. C., & Segura-Correa, J. C. (2016). Conservación y uso sustentable del cerdo pelón en Yucatán. *Quehacer Científico en Chiapas*, 11(1): pp. 13–28.

Sun, J., Yang, Z., Yang, C., Wu, X., Li, S., Yang, W., Xue, F., Li, H., Li, X. & Jiang, S. (2018). Effects of diets with different proportions of whole plant corn silage on performance, nutrient utilization, hematological indexes and serum oxidative stress indexes of growing pigs. *Chinese Journal of Animal Nutrition*, 30: 1703-1712.

Veit, C., Traulsen, I., Hasler, M., Tölle, K. H., Burfeind, O., Beilage, E. G., & Krieter, J. (2016). Influence of raw material on the occurrence of tail-biting in

undocked pigs. *Livestock Science*, 191: pp. 125–131. Doi.  
<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2016.07.009>

Villalobos-González, A., López-Hernández, M. B., Valdivia-González, N. A., Arcocha-Gómez, E., & Medina-Méndez, J. (2019). Variabilidad genética de características morfológicas de maíz nativo (*Zea mays* L.) en la Península de Yucatán, México. *Agro Productividad*, 12(11): Article 11. Doi.  
<https://doi.org/10.32854/agrop.vi0.1486>

Yao, K., Fang, J., Yin, Y., Feng, Z., Tang, Z., & Wu, G. (2011). Tryptophan metabolism in animals: Important roles in nutrition and health. *Frontiers in Bioscience (Scholar Edition)*, 3: pp. 286–297.

## **Conclusión**

La inclusión del ensilaje de maíces nativos hasta en 30% de la ración empleada en el cerdo pelón mexicano, es una alternativa viable, para la reducción de costos de producción. Se tiene preferencia en la aceptabilidad del ensilaje de maíz criollo de la variedad Chak Nal tel, del mismo modo la mayor ganancia de peso (3.36 gramos) en los cerdos fue promovida por esta especie, aunque numéricamente no existieron diferencias en comparación con las demás variedades usadas. Es importante considerar estudios que permitan conocer la calidad de la carne, como resultado de la inclusión del ensilaje de maíz en la dieta. Los resultados de este estudio, indican un gran potencial del uso de maíces nativos para ser usados en la alimentación del cerdo pelón mexicano presente en la Península de Yucatán.

## Anexos

### Anexo 1. Oficio de recepción de escrito



**COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS  
CAMPECHE - CÓCORA - MONTICILLO - PUEBLA - SAN LUIS POTOSÍ - TAMPICO - VERACRUZ



**SADER**

SECRETARÍA DE AGRICULTURA  
Y DESARROLLO RURAL

EDITORIAL

"2021: Año de la Independencia"

San Luis Huexotla, Texcoco, Estado de México a 28 de octubre de 2021

AGRO: 206-B/2020

**Asunto: recepción**

**Dr. Chiquini-Medina, Ricardo A.;**

Tecnólogo Nacional de México/Instituto Tecnológico de Chiná, Chiná, Campeche, México. CP. 24520

**PRESENTE**

**Estimado Dr. Chiquini-Medina, Ricardo A.:**

Por este medio, confirmo que el artículo: **Maíces criollos de la Península de Yucatán como alternativa en la alimentación del cerdo pelón mexicano**; de los autores: **Bautista-Rodríguez, Carlos F.; Herrera-Guzmán, Carlos J.; Candelaria-Martínez, Bernardino.; Ramírez-Bautista, Marco A.; Chiquini-Medina, Ricardo A.**; se recibió en la plataforma de la Revista Agro Productividad y está siendo evaluado por uno de nuestros árbitros. La revista sigue desarrollando cambios de forma gradual, con el fin de aumentar la visibilidad nacional e internacional, y se viene ajustando a partir de septiembre 2018 a los estándares del CRMICYT-Conacyt. Está incorporada a los índices Conacyt, EBSCO, CENGAGE LEARNING, INC., Google Académico además de Zoological Records en Master Journal List de Clarivate Analytics (antes ISI), PERIODICA-Biblat, CABI y CAB Abstracts, Latindex (Directorio y Catálogo), REDIB, SIBDI, MIAR, I2OR, DIMENSIONS, CORE, Scilit, CiteFactor, AgEconSEARCH, BASE, BAC, EBSCO host (Fuente Academica Plus) y recientemente AURA.

Atentamente

DR. JORGE CADENA IÑIGUEZ  
Director AGRO Productividad  
Editorial Colegio de Postgraduados

C.c.p. expediente