Equilibrio Económico. Revista de Economía, Política y Sociedad. Vol. 21 (1) Semestre enero-junio de 2025
Núm. 59, pp. 6-20 ISSN: 2007-3666

Valoración proximal de los residuos del maíz (*Zea mays*) y su impacto económico en el norte de Tamaulipas

Christian Roberto Plata-García*
SanJuana Elizabeth Alemán Castillo**
Octelina Castillo-Ruiz***
Caryna Cruz Montoya****
Ana Luisa González-Pérez*****

* Universidad Autónoma de Tamaulipas.
Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa – Aztlán.
a2133710351@alumnos.uat.edu.mx
(ORCID: 0000-0002-7052-3347)

** Universidad Autónoma de Tamaulipas.
Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa – Aztlán.
saleman@docentes.uat.edu.mx
(ORCID: 0000-0002-1701-7592)

*** Universidad Autónoma de Tamaulipas.
Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa – Aztlán.
ocastillo@docentes.uat.edu.mx
(ORCID: 0000-0001-9566-3584)

**** Universidad Autónoma de Tamaulipas.
Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa – Aztlán.
a2143730119@alumnos.uat.edu.mx
(ORCID: S/O)

***** Universidad Autónoma de Tamaulipas.
Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa – Aztlán.
algperez@uat.edu.mx
(ORCID: 0000-0001-5815-7631)
Autor de correspondencia

Resumen

México genera alrededor de 100 millones de toneladas de residuos de maíz anuales, de los cuales una parte son utilizados para alimentación animal y el resto es eliminado mediante técnicas de incineración que generan impacto ecológico negativo para el ambiente, el objetivo del presente artículo es analizar el contenido de nutrientes y los costos comerciales de los residuos de *Zea mays* generados por comerciantes locales de la ciudad de Reynosa. La información y material de análisis fue recolectada de forma directa en expendios de la ciudad, el análisis físico-químico se realizó mediante técnicas y normatividad vigente, Observando viabilidad en la reutilización y alternativas de aprovechamiento que representan impacto económico para los comerciantes locales con beneficios mediante el incremento de las ganancias que actualmente son desperdicio de la obtención de materia prima en su trabajo, permitiendo el rediseño de los mecanismos de separación para reutilización en la fabricación de prototipos.

JEL: 012, 013, 018, 031, 035

Palabras clave: residuo; bagazo; olote; maíz; aprovechamiento de residuos.

Proximal valuation of maize residues (Zea mays) and their economic impact in northern Tamaulipas

Abstract

Mexico produces approximately 100 million tons of maize waste per year, some of which is used as livestock feed and some of which is disposed of through incineration techniques that have a negative environmental impact. The objective of this article is to analyze the nutrient content and commercial costs of Zea mays residues generated by local merchants in the city of Reynosa. The information and material for analysis was collected directly from stores in the city, the physical-chemical analysis was carried out using techniques and current regulations, observing the feasibility of reuse and alternative uses that represent economic impact for local traders with benefits through increased profits that are currently wasted in obtaining raw material in their work, allowing the redesign of the separation mechanisms for reuse in the manufacture of prototypes.

JEL: 012, 013, 018, 031, 035

Keywords: *waste; bagasse; olote; maize; waste use.*

I. Introducción[1]

En Mesoamérica, desde los años 6,000 y 8,000 a.C., el maíz ha sido un alimento importante para diversos grupos prehispánicos, específicamente en México y Guatemala, siendo estos países el centro de origen del maíz (*Zea mays*) (Acosta, 2009). Existe una gran diversidad genética que influye a cambios en la morfología o en el gen de acuerdo con su área geográfica (Caballero-García et al., 2019).

Se han identificado cerca de 220 variedades de maíz en América latina, de las cuales el 29% se encuentra en México, al que se atribuyen 64 especies nativas; en promedio la producción anual se estima en más de 1,000 millones de toneladas (Mota *et al*., 2020 y Micolucci, 2019) con mayor producción en los estados de: Sinaloa (22%) y Jalisco (14%) (Cruz y Leos, 2019).

En el estado de Tamaulipas, ubicado al norte del país, la superficie cultivada con maíz varía cada año en alrededor de 30 y 100 mil hectáreas, esto se debe fundamentalmente a la disponibilidad de agua para riego y la incidencia de plagas, lo que provoca pérdidas de especies locales en dicho estado, además de las constantes sequías presentes en los últimos años (Reséndiz et al., 2014 y Reyes *et al*., 2017).

El maíz es utilizado con distintos fines, principalmente como producto alimenticio, formando parte de la canasta básica de la población mexicana debido a el contenido de nutrientes, en la alimentación animal y a nivel industrial para la producción de combustibles y compuestos químicos; sin embargo, se aprovecha principalmente el grano, mientras que el resto de la planta se ha convertido en una fuente de contaminación importante a nivel mundial, debido a que los agricultores optan por

[1] Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), a la Unidad Multidisciplinaria Reynosa - Aztlán de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, a la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, que se vincularon institucionalmente para el apoyo en la realización de este trabajo.

quemar el residuo (esquilmo o rastrojo) que se produce después de la cosecha (Delgado *et al.*, 2019).

La presente investigación tiene el objetivo de identificar la relación entre el contenido bromatológico y los costos comerciales de dichos desperdicios, para diseñar un sistema de recolección que permita reutilizar y diseñar nuevos productos con énfasis en la alimentación humana y animal, brindando el fomento de una cultura de aprovechamiento biotecnológico que beneficie a la población que se dedica a la agricultura en nuestro país, brindando así una alternativa de ingreso a la producción, además de la contribución al cuidado del ambiente. En la presente investigación se realizaron entrevistas directas a los dueños o responsables de expendios comerciales en los que se incluyeron cuestionamientos respecto a los tipos de residuos producidos y destinos finales, así como la cantidad monetaria obtenida por la venta de estos. Las cantidades generadas de granos y residuos en los establecimientos son abundantes, debido a la alta demanda de materia prima para la elaboración de snacks en la ciudad.

En los resultados del análisis bromatológico del presente estudio se observó diferencia entre los residuos por clasificación, mostrando mejores características de aprovechamiento el bagazo crudo que presenta mayor contenido de proteína, carbohidratos, cenizas y humedad, estas propiedades en la composición permiten identificar la importancia del diseño de alternativas en el diseño de productos y/o materiales como fuente extra de comercialización que adicione un ingreso a los productores, mediante el uso como materia prima por ser una opción viable y de bajo costo, especialmente en lugares con recursos limitados.

II. Revisión de literatura

2.1.Composición nutricional del maíz

Aproximadamente el 72% del grano de maíz es almidón, el resto está distribuido de la siguiente manera; 10% proteína, 4% grasas, 6% fibra, 5.5% minerales, 2% de otros

azúcares y, por último, el 0.5% de vitaminas, por su parte, las proteínas del maíz, en comparación con otros cereales, presentan un porcentaje de cereales bajo (García, 2017).

Cuitiño y Cardozo (2018) destacan en el maíz a los carbohidratos, principalmente por su abundante almidón y, en menor cantidad, fibra; las proteínas ocupan el 10%, en cuanto a las vitaminas destacan principalmente el complejo B, además posee un alto contenido de minerales donde sobresalen: potasio, magnesio, hierro, fósforo, zinc, manganeso, selenio y azufre.

La composición nutricional del grano de maíz, en orden decreciente, inicia por el almidón que representa la mayor cantidad del endospermo, proteínas y grasas que en su mayoría se encuentran en el embrión, el cual presenta una elevada cantidad de proteínas y la mayor cantidad de los azúcares, el pericarpio al ser la cubierta del grano principalmente se encuentran el resto de los componentes, a pesar de ello sobresale su cantidad de almidón (Sánchez, 2014).

2.2. El maíz: impacto en la economía a nivel mundial

El maíz presenta diferentes usos, puede ser usado como alimento, además de proporcionar forraje (Paliwal *et al*., 2001) como alimento para el ganado (Loy & Lundy, 2019).

Guevara *et al*. (2018) refieren que el maíz es el cereal más importante en la comida mexicana, y está presente en muchas comidas, por ejemplo: pozole, tamales, pozol, palomitas, entre muchas más, pero principalmente en la tortilla siendo la base de la alimentación en México y otros países de Centroamérica; las tortillas son producidas a través del maíz blanco, además, se pueden producir aceites, mieles y bebidas.

De acuerdo con Ortiz y Ramírez (2017) a partir del grano de maíz se producen muchos productos, sobresalen fructuosa, glucosa, aceite y almidón, principalmente, a partir de los que se elaboran las botanas, bebidas, sueros, ácido cítrico, antibióticos, colorantes, productos de panificación, dulces y mermeladas.

2.3. Residuos agrícolas del maíz

México genera alrededor de 100 millones de toneladas de residuo por año, donde los principales residuos son la mazorca, bagazo y el olote, estos subproductos contienen componentes importantes en la industria, como celulosa (Lozano y Landa, 2019 y Córdoba et al., 2013). Los residuos agrícolas se han considerado como una fuente alternativa de interés, en el sector comercial suele utilizarse como forraje para animales, pero también se utiliza para la producción de enzimas como xilanasa (García *et al.*, 2019).

El maíz tiene un gran volumen de residuos agroindustriales para su uso, cuenta con orígenes de bajo costo y una gran disponibilidad de estos residuos a nivel mundial.

2.4. El impacto ambiental de los residuos de maíz

Como ocurre con muchos productos agrícolas, solo se aprovechan ciertas partes de la planta mientras el resto se convierte en un residuo; el término residuo hace referencia a las materias obtenidas durante la producción y consumo, al que no se le reconoce un valor económico inmediato, y que son desechadas por falta de tecnología para poder transformar dichas materias y así evitar que se vuelvan como tal un residuo (Lozano y Landa, 2019 y Córdoba *et al.*, 2013).

Una hectárea de maíz produce cerca de 1.55 toneladas de residuos de tallos que equivalen al volumen de residuos que deja la planta en el terreno (Lunven, 1993); mientras que el olote (corazón de la mazorca del maíz) genera aproximadamente 170 kg por tonelada de maíz. A estos residuos se suman las pérdidas en la productividad de los cultivos de maíz por el ataque de plagas, que lo convierten en

residuo, se estima que entre 20% y 40% de la producción agrícola se pierda a causa de plagas convirtiéndose en residuo (Brunel, 2020).

Una vez que los agricultores deciden convertirlo en cenizas, al no tener los cuidados necesarios, generan contaminación atmosférica, tan solo al incinerar los residuos de maíz generan una contaminación ambiental que produce aproximadamente el 40% del dióxido de carbono que contamina nuestro planeta.

Choudhary *et al.* (2017) consideran que el cambio climático y la contaminación ambiental han aumentado con el paso de los años, esta última presenta un gran problema, esto debido al uso de agroquímicos sintéticos, utilizados para darle un mayor crecimiento a las plantas, afectando los cultivos a nivel mundial. Es necesario para los agricultores tener acceso a la tecnología que les permita cumplir con la demanda creciente de alimentos y reducir el impacto nocivo de la agricultura en el ambiente.

2.5. Estudios empíricos del uso de residuos de maíz

Los residuos del maíz han sido utilizados para mejorar, renovar y sustituir, diversos productos en el mercado. Uno de los ejemplos es la empresa Ecoshell, que desde el 2010 ha fabricado diversos productos biodegradables utilizados para comida como: platos, vasos, cucharas y recipientes que favorecen al medio ambiente gracias a que no generan residuos tóxicos. Esta reutilización contribuye a la no contaminación ambiental por no ser producto de desecho y contaminación (Márquez-Sánchez 2020). Otra de las líneas de aprovechamiento es la fabricación de gas por los compuestos bromatológicos y la capacidad energética, facilidad de almacenamiento y transporte de los residuos destinados a reutilización (Fonseca *et al.*, 2017), la composición lignocelulósica de los residuos agrícolas permite el uso como biocombustible líquido (Palacios *et al.*, 2019); un ejemplo de estos biocombustibles son las Industrias Choren en Alemania, que desde el 2010 producen biodiesel con la visión de generar energía renovable, limpia, sostenible y económica.

Finalmente, el aprovechamiento de los residuos de maíz sigue apareciendo como fuente de energía para la alimentación humana y animal, desde la generación de alimentos rudimentarios para consumo animal por la presencia del almidón de maíz, fuente importante de energía, nutrientes, vitaminas y minerales para los rumiantes (Loy & Lundy 2019). Por otra parte, en la alimentación humana el residuo del maíz, principalmente el olote, ha sido utilizado como alternativa para la generación de un sustituto de azúcar a base de xilitol para las personas que no pueden consumir azúcar común (Lozano & Landa 2019).

III. Materiales y métodos

3.1. Colecta de materia prima

Esta investigación se llevó a cabo en la ciudad de Reynosa, Tamaulipas, México, con las coordenadas geográficas 26°05′32″N 98°16′40″O. La producción de grano de elote forma parte de las actividades comerciales locales, cuyo propósito es la compra-venta de vendedores ambulantes que se dedican a la fabricación de *snacks* como parte de su fuente principal de ingreso económico, por las ventas diarias de productos. La recolección de los residuos se realizó haciendo un recorrido en siete expendios de granos de elote en la ciudad de Reynosa, Tamaulipas, con el fin de localizar los residuos y conocer los destinos finales. Fueron recolectados olote, bagazo cocido, bagazo crudo y hojas con la orientación de los comerciantes, quienes brindaron orientación y acompañamiento durante la recolecta.

3.2. Análisis físico y de composición proximal de los residuos

Para el análisis se utilizaron diez elotes maduros elegidos al azar, con características físicas similares, determinando peso de cada uno de ellos por separado; posteriormente se separaron las hojas, los granos, el bagazo y el olote, registrando los datos obtenidos con fines de determinar el rendimiento promedio.

La caracterización proximal de todas las partes se determinó por triplicado, de acuerdo con la norma oficial mexicana correspondiente: humedad por secado en estufa, cenizas por incineración, grasas por el método de Soxhlet, proteínas por el método de Kjeldahl y fibra cruda; los carbohidratos se obtuvieron por diferencia.

3.3. Análisis estadístico

Todas las determinaciones se realizaron por triplicado y se obtuvieron las medias y la desviación estándar. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para determinar las diferencias entre los tratamientos, posteriormente se utilizó la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para la comparación de medias.

IV. Resultados y discusión

Para la determinación del rendimiento por elote fueron separados los componentes por: hoja, grano, bagazo y olote (Tabla 1). El peso total promedio es de 475.71 g por elote; la mayor cantidad corresponde a la hoja, seguida del grano y el olote, siendo menor el peso del bagazo. Observando que aproximadamente solo el 32% del elote se utiliza para consumo humano mientras el resto son deshechos obtenidos en el proceso de obtención de grano de elote.

Tabla 1. Rendimiento en promedio del elote (1 kg)

Componente	Peso (g)
Hoja	169.32 ± 16.98
Grano	153.46 ± 14.06
Bagazo^	6.04 ± 0.86
Olote	141.03 ± 13.98
***Elote**	475.71 ± 32.19

* Se muestra el promedio obtenido de 10 elotes. ^ Piel externa encontrada en el pericarpio del grano de maíz.

Algunos de los comerciantes entrevistados mencionaron que en la ciudad de Reynosa, Tamaulipas el precio del elote para el año 2023 por pieza ronda los $5.83 (pesos mexicanos) y, para el mismo año, el resto de los componentes considerados deshechos, que venden a precio de $0.60 pesos por kilogramo (olote y hojas, bagazo

cocido y crudo) se encuentran en un rango de $12.5 y $15.0 pesos el medio kilogramo (Tabla 2), desconociendo el destino final de los restos; por lo que resulta muy accesible y atractivo para los empresarios y/o agricultores que deseen darle un valor agregado.

Tabla 2. Costos de los componentes del elote en expendios locales

Componente	Cantidad	Costo normal	Cantidad	Costo
Bagazo crudo	1 kg	$25 pesos	½ kg	$12.5 pesos
Bagazo cocido	1 kg	$30 pesos	½ kg	$15 pesos
Olote y hojas	25 kg	$15 pesos	1 kg	$0.60 pesos
Elote	1 docena	$70 pesos	1 pieza	$5.83 pesos

* Se muestra el costo para el año 2023, en información proporcionada durante las entrevistas a comerciantes locales

Con relación a los costos mencionados en la Tabla 2, el antecedente del uso de residuos señala que resulta más accesible para los ganaderos alimentar a los bovinos con los residuos del maíz; de acuerdo con el último reporte realizado en octubre del 2021 por el Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM, 2021), un saco de alimento para bovinos lecheros cuesta $301.40 pesos por 40 kilogramos, mientras que un saco de 40 kilogramos para bovinos en engorda se obtiene por $285.40 pesos.

Comparando una cantidad similar, 50 kilos de olote y hojas de maíz cuestan alrededor de $30.00 pesos; así, los residuos de distintos expendios del norte de Tamaulipas presentan un atractivo económico para los ganaderos de la zona y pueden ser considerados como alimento de buena calidad para bovinos.

El contenido de humedad del bagazo crudo fue 61.82%, siendo el que menor cantidad de humedad presentó; por su parte, el bagazo cocido fue el más alto, con 84.50%, esto se debe al proceso de cocción donde adquiere mayor humedad. El contenido de cenizas más alto corresponde al bagazo crudo, éste ha mostrado una diferencia sobre los otros residuos; por su parte, olote más bagazo crudo presentó

un menor contenido que el reportado por Córdoba *et al.* (2013). La grasa y fibra cruda se presenta en mayor cantidad en el olote más bagazo crudo, mientras que la proteína correspondiente al bagazo crudo fue la más alta, así como los carbohidratos. En la tabla 3, se muestran los valores encontrados entre los residuos, en este estudio se presentan diferencias significativas ($p < 0.05$), las cuales podrían ser explicadas por las condiciones climáticas y el tipo de sustrato en el que los residuos se encuentran (Ramos, 2017).

Tabla 3. Composición proximal de los residuos del maíz generados en expendios locales

Componente	Bagazo crudo	Bagazo cocido	Olote / bagazo crudo
Humedad	61.82 ± 0.30^{c}	84.50 ± 0.46^{a}	77.86 ± 0.56^{b}
Cenizas	2.73 ± 0.72^{a}	0.67 ± 0.12^{b}	0.54 ± 0.24^{b}
Grasas	0.68 ± 0.24^{a}	0.36 ± 0.30^{a}	0.77 ± 0.28^{a}
Proteína	3.87 ± 0.43^{a}	1.13 ± 0.03^{c}	2.55 ± 0.38^{b}
Fibra cruda	2.97 ± 0.12^{a}	2.93 ± 0.03^{a}	2.98 ± 0.06^{a}
Carbohidratos	27.89 ± 0.92^{a}	10.39 ± 0.76^{c}	15.27 ± 0.42^{b}

Se muestra la Media y la Desviación estándar de tres repeticiones. ^{a,b,c} Letras distintas dentro de cada fila indican diferencia significativa ($p < 0.05$).

Los resultados de la composición proximal de los residuos (Tabla 3) muestran que aun cuando son considerados desechos sin valor, presentan contenido de nutrientes como alternativa en fabricación de productos y materiales que permitan reducir el impacto ambiental y promover la sostenibilidad. Al comparar los contenidos de nutrientes mediante la diferenciación de residuo se observó que existe diferencia estadísticamente significativa con respecto a proteínas en la que el bagazo crudo es el que presenta mayor contenido, seguido por el olote mezclado con el bagazo crudo, atribuido en gran medida a la presencia de bagazo crudo; el análisis de cenizas permitió identificar el bagazo crudo como el residuo con mayor proporción de contenido minerales, nutrientes que son de gran importancia en la alimentación de animales mediante la fabricación de alimentos balanceados para pequeños rumiantes, abono orgánico, elaboración de papel o envases de cocina además de fabricación de bioplásticos que beneficien a la comunidad mediante el consumo responsable y la eliminación de los deshechos de la obtención de alimentos además

de atribuir un valor agregado que beneficie la economía de la zona.

El contenido de carbohidratos presenta diferencia estadísticamente significativa con mayor predominio en el bagazo crudo con 27.89 ± 0.92, que de acuerdo con el tipo de residuo el predominio es de: celulosa, hemicelulosa y lignina, que pueden ser utilizados como sustrato para el crecimiento de hongos lignocelulósicos (Ramos, 2017). Además del uso para la producción de biocombustibles líquidos de segunda generación, ya que se producen a partir de materias primas lignocelulósicas permitiendo el aprovechamiento de los residuos agrícolas o forestales (Fonseca *et al.*, 2017 y Palacios *et al.*, 2019). E incluso mediante para la obtención de xilitol con fines de aplicación a la industria alimentaria, cosmética, farmacéutica; entre otras (Ledezma et al., 2018). Que ha sido previamente comprobado, tal es el caso del estudio realizado por Lozano y Landa (2019) en el que se aprovechó el olote como alternativa para generar un sustituto xilitol con la finalidad de ser utilizado como sustituto de azúcar.

Los residuos evaluados con fines de contribución a la conservación de alimentos para humanos han sido también mediante la fabricación de recubrimientos o películas que prolonguen la calidad de los alimentos, con resultados positivos tal es el estudio de Linares-Castañeda *et al.*, 2021 en el que realizo formulaciones de residuos fibrosos de piñón mezclado con tallos y hojas de maíz en diferentes concentraciones, con la finalidad de producir papel para envolver chiles serranos y así retrasar su deterioro encontrando que la formulación con mayor predominio de residuos de maíz (Mezcla 95% de residuos de maíz y 5 % de residuos de piñón) fue la mejor combinación por la capacidad de además de mantener las propiedades nutritivas de humedad y vitaminas, en este mismo sentido, otro estudio realizado por Márquez-Sánchez, 2020 evaluó una mezcla de residuos de maíz y mucilago de nopal para la obtención de eco envases; como resultado se obtuvieron cajas de diferentes tamaños con resistencia suficiente para ser manipuladas (Márquez-Sánchez, 2020). Respecto al contenido de grasas las cantidades son mínimas sin

diferencia estadísticamente significativa.

Como puede apreciarse en los resultados son múltiples los usos que se pueden brindar a los deshechos del consumo de maíz, para evitar la quema de los residuos que representan afectaciones ambientales y de salud a nivel mundial, y que afectan la calidad del aire en espacios de agricultura mediante la presencia de gases provenientes de la incineración de residuos que representan daños para la salud en los agricultores principalmente problemas respiratorios, alteración en la atmósfera y que contribuyen al calentamiento global (Guamán y Peralta 2023).

V. Conclusiones

Los residuos del maíz tienen un gran potencial para ser aprovechados y representan un beneficio económico para comerciantes; los análisis proximal bromatológico determinaron que existe presencia de minerales, fibras, proteína y carbohidratos nutrientes que pueden ser utilizados para el diseño de alimentos balanceados para consumo humano y/o animal además de para la fabricación de diversos materiales como envases orgánicos y papel mediante la estandarización en los procesos de recolección, mantenimiento y reutilización; los costos asignados a los residuos oscilan desde los $0.60 hasta los $15.00 pesos de acuerdo a la cantidad y tipo de residuo, representando materias primas baratas. El análisis de la información brindada en las entrevistas acerca de la producción de grano de elote muestran un ingreso de $70.00 pesos por kilogramo de piezas de elote de los que solo se utiliza 47%, el resto corresponde a los residuos se ofertan en tan solo $0.67 pesos por kilogramo con destino principal de alimentación animal con preparaciones rudimentarias que pudieran aprovecharse mediante la fabricación de suplementos balanceados para rumiantes cuyos costos pudieran alcanzar hasta los $35.00 pesos por kilogramo brindando oportunidades de incremento en las ganancias de inversión. Es importante generar estrategias de capacitación y participación de expertos en las áreas de conversión a prototipos que lleven a los residuos del maíz

a posicionarlos como una fuente de comercialización importante sustentable y ecológica para el medio ambiente.

VI. Referencias

Acosta, R. (2009). El cultivo del maíz, su origen y clasificación. El Maíz en Cuba. *Cultivos Tropicales, 30*(2), 113-120. https://acortar.link/BFuYs5

Brunel, J. (2020). Día Mundial de la Alimentación, ¿Cómo ayuda la tecnología a proveer alimentos? Noticias diarias de la industria de alimentos y bebidas américa latina. 8-noviembre-2020. https://www.foodnewslatam.com/paises/85-mexico/10526-dia-mundial-de-la-alimentacion-proveer-alimentos.html

Caballero-García, M., Córdova-Téllez, L., & López- Herrera, A. (2019). Validación empírica de la teoría multicéntrica del origen y diversidad del maíz en México. *Rev. Fitotec, 42*(4), 357–366. https://doi.org/10.35196/rfm.2019.4.357-366

Choudhary, R., Kumaraswamy, R., Kumari, S., Sharma, S., Pal, A., Raliya, R., Biswas, P., & Saharan, V. (2017). Cu-chitosan nanoparticle boost defense responses and plant growth in maize (Zea mays L.). *Scientific Reports 7*(9754), 1-11. https://doi.org/10.1038/s41598-017-08571-0

Córdoba, J., Salcedo, E., Rodríguez, R., Zamora, J., Manríquez, R., Contreras, H., Robledo, J., & Delgado, E. (2013). Caracterización y valoración química del olote: degradación hidrotérmica bajo condiciones subcríticas. *Rev. latinoamericana de química, 41*(3), 171-184. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-59432013000300004&lng

Cruz, D., & Leos, J. A. (2019). La producción de maíz en Sinaloa, México, y sus implicaciones para el medio ambiente. Letras Verdes, *Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales, (25)*, 100-118. https://doi.org/10.17141/letrasverdes.25.2019.3705

Cuitiño, M. J., & Cardozo, V. (2018). MAÍZ: clasificación y usos potenciales. *INIA*, 54, 32-35. http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/11262/1/revista INIA-54-setiembre-2018.-p.32-35.pd

Delgado, C., Hidalgo, K., Villafuerte, C., Noles, P., & Richard, E. (2019). Efecto en la resistencia de bloques elaborados con agregados de residuos del cultivo de maíz (Zea mays). *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad, 2*(2), 89-98. https://doi.org/10.46380/rias.v2i2.53

Fonseca, S., Rodríguez, H., & Camargo, G. (2017). Caracterización De Residuos De Maíz Del Municipio De Ventaquemada. *Avances en Ciencias e Ingeniería, 8* (2), 29-36. https://hdl.handle.net/10901/10378

García-Alanís K., Castillo, S., Cuevas-Rodríguez A., Leal-Villalón N. M., Lozano-Medellín M., & Noriega-Sánchez M. J. (2019). Obtención y caracterización

químico-nutricia de harinas de olote de maíz en etapa R3 (masoso). *Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, 4*, 87-90.
https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Obtenci%C3%B3n+y+caracterizaci%C3%B3n+qu%C3%ADmiconutricia+de+harinas+de+olote+de+ma%C3%ADz+en+etapa+R3+%28masoso%29.+&btnG=

García, P. J. (2017). El cultivo del maíz en el mundo y en Perú. *Revista De Investigaciones de la Universidad Le Cordon Bleu*, 4(2), 73-79. https://doi.org/10.36955/RIULCB.2017v4n2.005

Guamán-Pozo, J., & Peralta-Beltrán, Álvaro. (2024). Impacto de los contaminantes atmosféricos en la salud ocupacional de los agricultores. *CIENCIAMATRIA*, 10(1), 589-607. https://doi.org/10.35381/cm.v10i1.1252

Guevara-Hernández, F., Hernández-Ramos, M. A., Basterrechea-Bermejo, J. L., Pinto-Ruiz, R., Venegas-Venegas, J. A., Rodríguez-Larramendi, L. A., & Cadena-Iñiguez, P. (2018). Maíces locales; una contextualización de identidad tradicional. *Rev. FCA UNCUYO, 51*(1), 369-381. https://acortar.link/9QXKnG

Ledezma-Orozco, E., Ruíz-Salazar, R., Bustos-Vázquez, G., Montes-García, N., Roa-Cordero, V., Rodríguez-Castillejos, G. (2018). Producción de xilitol a partir de hidrolizados ácidos no detoxificados de bagazo de sorgo por Debaryomyces hansenii. *Agrociencia, 52,* 1095-1106. https://acortar.link/2iVgdT

Linares-Castañeda, A., Corzo-Ríos, L, J., Bautista-Ramírez, E. & Gómez y Gómez, Y. (2021). Elaboración de un envase primario para alimentos a partir de residuos de maíz y piñón mexicano. *Revista especializada en ciencias químico- biológicas, 24* 1-15. https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2021.365

Lozano, M, P., Landa, M. (2019). Estudio de la localización de una planta productora de xilitol en México, a partir de olote de maíz bajo un esquema de desarrollo sostenible. *Revista Ingeniantes, 2*(3), 1-83. http://citt.itsm.edu.mx/ingeniantes/revista6no2vol3/mobile/index.html

Loy, D., Lundy, E. (2019). Nutritional Properties and Feeding Value of Corn and Its Coproducts. *Elsevier*. 3, 633-659. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811971-6.00023-1

Lunven, P. (1993). El maíz en la nutrición humana. Organización de las Naciones

Márquez-Sánchez, D. M. (2020). Envase eco sustentable fabricado con hojas de maíz y mucilago de nopal como aditivo. *Ciencias agropecuarias y biotecnología. Proceedings-©ECORFAN-Mexico. 29-39.* https://www.ecorfan.org/proceedings_TI_agro.php

Micolucci, V. (2019). Producción Mundial de Maíz 2019/2020. *Noticias diarias de la industria de alimentos y bebidas américa latina. 8-noviembre-2020.* https://acortar.link/95Nrem

Mota, C., González, R., Burgeff, C., Enríquez, C., Oliveros, O & Acevedo, F. (2020). *Razas de maíz de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso*

de la Biodiversidad. https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/alimentos/maices/razas-de-maiz

Ortiz-Rosales, M, Á., & Ramírez-Abarca, O. (2017). Proveedores e industrias de destino de maíz en México. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 14(1), 61-82. https://acortar.link/Z2A5vf

Palacios, K. Y., Romero, M. A., Rosero, E. A., & Latorre, G. B. (2019). Estimación de las propiedades fisicoquímicas de residuos agroindustriales para el aprovechamiento como biocombustible. *Revista Riemat, 4* (2), 28-32. https://doi.org/10.33936/riemat.v4i2.2191

Paliwal, R., Granados, G., Lafitte, H., & Violic, A. (2001). El maíz en los trópicos: Mejoramiento y producción. *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación*. http://www.fao.org/3/x7650s02.htm

Ramos Sevilla, I. (2017). Caracterización química de tres residuos lignocelulósicos generados en la región del Cantón Alausí. *Revista Del Instituto De investigación De La Facultad De Minas, Metalurgia Y Ciencias geográficas, 20*(40), 80–85. https://doi.org/10.15381/iigeo.v20i40.14393

Reséndiz, Z., López, J., Briones, F., Mendoza, Ma. C., & Varela, S. E. (2014). Current status of maize grain's production systems in Tamaulipas, México. *Investigación y Ciencia, 22*(62), 69-75. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67432507009

Reyes-Méndez, C., Cantú-Almaguer, M., Gill-Langarica, H., García-Olivares, J., & Mayek, N. (2017). Interacción genotipo ambiente en maíz cultivado en Tamaulipas, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas, 8*(3), 571-582. https://doi.org/10.29312/remexca.v8i3.32

Sánchez, I. (2014). Maíz I (Zea mays). Reduca (Biología), Serie Botánica, 7(2), 151-171. http://revistareduca.es/index.php/biologia/article/viewFile/1739/1776

Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados *(SNIIM). (2021)*. Consultado el 21 de noviembre del 2021. http://www.economia-sniim.gob.mx/nuevo/Home.aspx

Unidas para la Agricultura y la Alimentación. http://www.fao.org/3/t0395s/T0395S02.htm