



BOLETÍN DE LA ACADEMIA NACIONAL DE HISTORIA

Volumen XCIX N° 206-B
Julio-diciembre 2021
Quito-Ecuador

ACADEMIA NACIONAL DE HISTORIA

Director	Dr. Franklin Barriga Lopéz
Subdirector	Dr. Cesar Alarcón Costta
Secretario	Ac. Diego Moscoso Peñaherrera
Tesorero	Dr. Eduardo Muñoz Borrero, H.C.
Bibliotecaria archivera	Mtra. Jenny Londoño López
Jefa de Publicaciones	Dra. Rocío Rosero Jácome, Msc.
Relacionador Institucional	Dr. Claudio Creamer Guillén

COMITÉ EDITORIAL

Dr. Manuel Espinosa Apolo	Universidad Central del Ecuador
Dr. Kléver Bravo Calle	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE
Dra. Libertad Regalado Espinoza	Universidad Laica Eloy Alfaro-Manabí
Dr. Rogelio de la Mora Valencia	Universidad Veracruzana-México
Dra. María Luisa Laviana Cuetos	Consejo Superior Investigaciones Científicas-España
Dr. Jorge Ortiz Sotelo	Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima-Perú

EDITORIA

Dra. Rocío Rosero Jácome, Msc.	Universidad Internacional del Ecuador
--------------------------------	---------------------------------------

COMITÉ CIENTÍFICO

Dra. Katarzyna Dembicz	Universidad de Varsovia-Polonia
Dr. Silvano Benito Moya	Universidad Nacional de Córdoba/CONICET- Argentina
Dra. Elissa Rashkin	Universidad Veracruzana-México
Dr. Stefan Rinke	Instituto de estudios latinoamericanos/ Freie Universität Berlin-Alemania
Dr. Carlos Riojas	Universidad de Guadalajara-México
Dr. Ekkehart Keeding	Humboldt-Universität, Berlín, Alemania
Dra. Cristina Retta Sivolella	Instituto Cervantes, Berlín- Alemania
Dr. Claudio Tapia Figueroa	Universidad Técnica Federico Santa María – Chile
Dra. Emmanuelle Sinardet	Université Paris Ouest - Francia
Dr. Roberto Pineda Camacho	Universidad de los Andes-Colombia

BOLETÍN de la A.N.H.

Vol XCIX
Nº 206-B
Julio-diciembre 2021

© Academia Nacional de Historia del Ecuador
ISSN N° 1390-079X
eISSN N° 2773-7381

Portada

Corrida de “toros de pueblo”, en Pintag, Ecuador, 2018.
Imagen capturada de un video producido por Toros y Toreros

Diseño e impresión

PPL Impresores 2529762
Quito
landazurifredi@gmail.com

diciembre 2021

Esta edición es auspiciada por el Ministerio de Educación

ACADEMIA NACIONAL DE HISTORIA DEL ECUADOR

SEDE QUITO

Av. 6 de Diciembre 21-218 y Roca
2 2556022/ 2 907433 / 2 558277
ahistoriaecuador@hotmail.com
publicacionesanh@hotmail.com

HISTORIA DEL MAÍZ Y SU IMPACTO EN LA MODERNIDAD

–DISCURSO DE INCORPORACIÓN–

Juan Carlos García Montoya¹

Resumen

La domesticación del maíz data de entre 7000 a 10000 años en Mesoamérica. La introducción de maíz en el viejo mundo ocurrió en 1493. Actualmente en Ecuador se produce maíz duro, suave y choclo. En la provincia de Imbabura hay una producción de maíz suave-choclo de 3020 t/año. Toda la biomasa residual luego de la cosecha, podría ser reutilizada como materia prima para generar biocombustibles. El maíz a través del desarrollo tecnológico puede generar energías alternativas como lo ha realizado Brasil y Estados Unidos, con una política y un marco legal robusto que permita el balance entre la soberanía alimentaria vs la producción de bioetanol, de esta manera diversificar la matriz productiva y energética del Ecuador con miras hacia un desarrollo sostenible

Antecedentes

Se conoce que el maíz (*Zea mays*) fue domesticado hace 7000 ó 10000 años atrás al sur-centro ó suroeste de México.² Luego de su do-

1 Es Doctor en Energía Sostenible y Medio Ambiente, Especialista en biomasa, eficiencia energética, sustentabilidad y cambio climático. Docente Investigador en Japón y Ecuador con experiencia en dirección de proyectos de investigación, catedrático de universidades de renombre: Docente investigador en la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Técnica del Norte, Director de Proyectos de Investigación relacionados a la bioenergía y cambio climático. Ph.D. y Master en Energía Sostenible y Medio Ambiente, Escuela de Ingeniería de Postgrado Osaka University, Japón. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Universidad Técnica del Norte jcgarciam@utn.edu.ec

2 Major M. Goodman; Walton C. Galinat, "The history and evolution of Maize", *Critical Reviews in Plant Sciences*, 7(3), pp.197-220, 1988. Ver en: <https://doi.org/10.1080/07352688809382264> (09-12-2020)

mesticación, éste se expandió rápidamente sobre las Américas, alcanzando el noreste de Estados Unidos y el sureste de Canadá, cuando llegó la colonización europea comandada por Colón, primero se evidenció la presencia de maíz en la costa norte de Cuba en noviembre 5 de 1492.³

Información extra desde Europa muestra que pudieron haber contactos con el nuevo mundo, donde se evidencia que conocían del maíz en el viejo mundo antes de lo estimado.⁴ Sin embargo la introducción del maíz a Europa por Colón a su regreso a España desde su primer viaje en 1493 fue la primera introducción efectiva en el viejo mundo.⁵ Peter Martyr describió que las semillas de maíz crecieron para convertirse en plantas en noviembre de 1493.⁶

Es así como, durante la colonización, el maíz se cultivaba desde el sur de Canadá hasta la zona centro de Chile, aunque también un poco se extendió a las planicies de pastizales o sabanas del centro de Estados Unidos y norte de Argentina.⁷ La descripción de Peter Martyr del maíz de las indias occidentales sugiere que eran harinosas y coloridas, con endospermo blanco.⁸

Actualmente, los maíces de las indias de occidente van desde duro a semi-duro con un endospermo amarillo y no blanco (Sauer, 1960). En Brasil la descripción del maíz indicaba que es blanco y duro, también había variantes cremas, negras y rojas con menor frecuencia.⁹ Por otro lado, los Guaranis de Paraguay que pertenecían a la misma tribu Tupí de las costas de Brasil, también cultivaron el tipo blanco duro y el blanco harinoso, además cultivaron un maíz conocido como bisingallo, pisingallo y otras variantes como pisincho, pichinga, etc.¹⁰ Los Guaranis y los Chibcha de Colombia compartían

3 P. C. Mangelsdorf, *Corn. Its Origin, Evolution, and Improvement*, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1974, 1.

4 M. D. W. Jeffreys, "Pre-Columbian maize in Asia", in *Man Across the Sea*, Riley, C. L., 1971

5 Major M. Goodman; Walton C. Galinat, "The history...op. cit.

6 Carls O. Sauer, *Maize into Europe*, *Acts Int. Am. Congr. (Vienna)*, 34, 777, 1960.

7 Major M. Goodman; Walton C. Galinat, "The history...op. cit.

8 W. L. Brown, *Races of maize in the West Indies*, NAS-NRC Publ., 792, Washington, D.C., 1960.

9 F. C. Hoehne, *Botânica e Agricultura no Brasil no Seculo XVI*, Companhia Editora Nacional, Sao Paulo, Brazil, 1937

G. Soares de Sousa, *Noticia do Brasil*, Vol. 1, Livraria Martins Editora, Sao Paulo, Brazil, not-dated (written 1587), 1.

10 Major M. Goodman; Walton C. Galinat, "The history...op. cit.

la palabra “aba” para nombrar al maíz. Otra variedad que crecía en planicies adyacentes a los ríos fue Gumilla a mediados de 1700s y otro tipo de maíz cariacó crecía en Colombia y Venezuela, como también Aragüito.¹¹

Las descripciones del maíz dulce como el Chulpi y Canguil son señalados como provenientes de Ecuador y el sur de Colombia desde 1700s.¹² Variedades similares al Canguil son hoy llamadas Imbricado en Colombia, Confite Puntigudo en Perú y Pisankalla en Bolivia, se sugiere que el nombre Pisankalla viene del Quechua y su uso se extiende hasta el sur de Perú y Argentina.¹³

La actualidad del maíz en Ecuador e Imbabura

Actualmente en el Ecuador se produce maíz duro, suave y choclo que abastecen principalmente a la demanda nacional. En la Tabla 1 se observa la producción de maíz en toneladas al año y el rendimiento por hectárea, así como también la superficie sembrada y cosechada.¹⁴ Ecuador es un país con una producción de maíz significativa y una diversidad genética por unidad de superficie donde se han descrito 29 variedades de las cuales 17 corresponden a maíz de tierras altas.¹⁵

11 D. Mesa Bernal, “Historia natural del maíz”, *Nat. Rev.*, 10(39), 13, Acad. Colomb. Cienc. Exactas Fis, 1957.

12 V. M. Patifio, *Plantas Cultivadas y Animales Domesticas en América Equinoccial*, Vol. 2, Plantas Alimenticias, Imprenta Departamental, Cali, Colombia, 1964, 1.

13 D. Mesa Bernal, “Historia...op. cit.

14 Ministerio de Agricultura y Ganadería, *Cifras Agroproductivas*. Ver en: <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas>

15 D. Timothy, W. Hatheway, U. Grant, M. Torregroza, D. Sarria y D. Varela. 1966. Razas de maíz en Ecuador. Ica - OIE. Boletín Técnico No, 12 Mayo.

Tabla 1. Producción Anual y Rendimiento de Maíz por Superficie Plantada y Cosechada en Ecuador - 2020

	Superficie Plantada (ha)	Superficie Cosechada (ha)	Rendimiento (t/ha)	Producción (t)
Maíz duro seco (grano seco)	278021.41	259084.23	5.52	1430607.63
Maíz Suave Seco (grano seco)	58512.74	54518.48	1.63	88594.15
Maíz Suave Choclo (en choclo)	15504.57	14612.14	3.68	53741.44

Este grano es parte de la dieta de los ecuatorianos específicamente en la Sierra rural de los altos andinos, donde se prepara principalmente el tostado, el mote, el chulpi, choclo cocinado y asado,¹⁶ además de tamales, quimbolitos, arepas, empanadas, tortillas, pan de maíz, buñuelos, pan de mote, sango, champús, coladas, musiga (choclo molido y envuelto en hojas de achira y asado de tiesto), sopas (harina de maíz, chuchuca, bolas de maíz, morocho de sal), empanadas, caca de perro (maíz tostado con panela), morocho dulce, harina de maíz morado para preparar la colada morada, chicha de harina de maíz germinado entre otras, además el maíz con el paso del tiempo ha evolucionado progresivamente, convirtiéndose en materia prima para la elaboración de productos con valor agregado en la industria alimentaria.¹⁷

La provincia de Imbabura con una superficie de 4 353 km², limita al Norte con la provincia del Carchi y Esmeraldas, al Sur la provincia de Pichincha, al Este las provincias de Sucumbíos, Napo y Oeste la provincia de Esmeralda.¹⁸ En la Figura 1 se observa la dis-

16 C. Yáñez, J. Zambrano, M. Caicedo, H. Sánchez, y J. Heredia, *Catálogo de Recursos Genéticos de Maíces de Altura Ecuatorianos*, Programa de Nacional de Maíz. EESC-INIAP, Quito, Ecuador, 2003. p 2-5.

17 E. Villacrés, C. Yáñez, AG. Armijos, MB Quelal, y J. Álvarez, (comps) *El Despertar Gastronómico del Maíz*, Publicación miscelánea, Nro. 431 Departamento de Nutrición y Calidad. Programa Nacional de Maíz. Estación experimental Santa Catalina. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIAP. Quito. EC2015.

18 Gad Provincial de Imbabura. *Prefectura de Imbabura*, 2017. Ver en: <http://www.imbabura.gob.ec/imbabura/datos-generales.html>. (09-12-2021)

tribución espacial de la producción de maíz suave.¹⁹ La provincia se ha caracterizado por su alta producción de maíz de aproximadamente 3 020 toneladas de grano con una superficie 1 375 has destinada para estos cultivos.²⁰

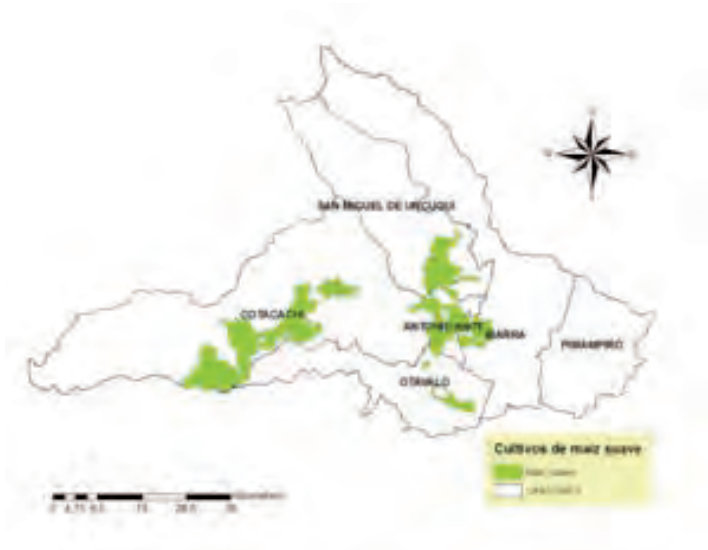


Figura 1. Distribución espacial del cultivo de maíz en Imbabura²¹

Es uno de los cultivos más sembrados dentro de la provincia de Imbabura, y desde la época prehispánica, ha sido el maíz, el fréjol, la papa, la quinua, el chocho, la mashua y la oca.²² Desde hace tiempo se ha evidenciado un incremento del cultivo de maíz basado en datos estadísticos anuales según INEC y ESPAC en todo el Ecuador y en

19 INEC. *Imbabura: Evolución De La Población Urbana Y Rural*, 2002. Ver en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Fasciculos_Provinciales/Fasciculo_Imbabura.pdf. (09-12-2021)

20 Ministerio de Agricultura y Ganadería, *Cifras Agroproductivas...op. cit.*

21 J. García, E. Ramírez, G. Chimbo, y B. Velásquez-Marti (in press 2021) Caracterización de la biomasa residual de maíz suave *Zea Mays* para producción de bioetanol en Imbabura – Ecuador.

22 Prefectura de Imbabura. (2017). *Plan Provincial de Riego y drenaje de Imbabura 2017- 2037*. Ver en: http://www.imbabura.gob.ec/phocadownload/K-Planes-programas/PLAN_PROVINCIAL_DE_RIEGO_Y_DRENAJE_DE_IMBABURA_2017-2037.pdf (09-12-2021)

Imbabura. La producción anual y las hectáreas de maíz en Imbabura que fueron sembradas de cada respectivo año respectivamente desde 2013 a 2018 se observa en la Tabla 2.

Tabla 2. Superficie plantada en la provincia de Imbabura en cronología 2013 - 2018

Año	Maíz suave seco (ha)	Maíz suave choclo (ha)	Total (ha)
2013	1 792	669	2 461
2014	3 786	3 715	7 501
2015	4 491	2 434	6 925
2016	5 317	1 759	7 076
2017	4 493	1 375	5 868
2018	5 990	1 147	7 137

Fuente: (INEC, ESPAC, 2018)²³

En la Modernidad

El maíz es considerado en otros países como materia prima para generar bioetanol a través de la fermentación de azúcares, llamándolo un cultivo energético. Sin embargo, el debate entre biocombustible vs. seguridad alimentaria es intenso en la academia, los productores y el sector energético, quienes buscan una solución sostenible. En relación con lo mencionado surge una alternativa que podría enmarcarse en los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) y es básicamente la utilización de biomasa de segunda generación a partir de desechos agrícolas en este caso en particular la biomasa agro-residual del maíz (rastrojo).

Para tanto es necesario la cuantificación de esta biomasa para conocer la disponibilidad de este recurso basado en peso por unidad de superficie [ton sec/ha]. Según García et al., (2019), la Tabla 3 muestra el peso seco y húmedo de cada componente residual de maíz suave en 3 puntos muestreados. Existe una variación en las cifras registradas entre los lugares conforme al muestreo realizado a diferentes altitudes, temperaturas y precipitación. Por otro lado, in-

²³ INEC, ESPAC, M. (2018). *Cifras agroproductivas*. Recuperado de <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas> (09-12-2021)

dica los valores totales de biomasa residual por componente de maíz de los puntos muestreados. Se observa que San Roque tiene una mayor cantidad de biomasa disponible con 12.23 tonsec/ha, mientras que Imbaya y Natabuela tiene 7.11 y 7.97tonsec/ha respectivamente. El promedio estimado de biomasa seca es de 9.10 tonsec/ha. Se conoce que la zona andina de Imbabura posee 6 776 Ha de superficie cosechada de maíz suave (choclo-seco),²⁴ dando como resultado 61661.6 tonsec de biomasa residual total disponible a nivel provincial. Este resultado permite estimar la cantidad de bioetanol que se podría producir a partir de este recurso sostenible en cosecha anual con un rendimiento de 290 L/tonsec²⁵ obteniendo teóricamente un valor total de 17.88 ML.

Tabla 3. Biomasa residual por componente de maíz suave

Componente	Imbaya		Natabuela		San Roque	
	(tonhúm/h)	(tonsec/ha)	(tonhúm/ha)	(tonsec/ha)	(tonhúm/ha)	(tonsec/ha)
Tallo	12.98	4.17	15.68	3.80	19.63	7.84
Hojas	4.39	1.30	4.57	1.66	4.96	2.30
Raíz	4.90	1.20	7.12	2.38	2.67	1.35
Forraje	0.61	0.44	0.36	0.13	0.85	0.74

Transformación biomasa a bioetanol

La biomasa está formada estructuralmente de lignina que es un componente heteropolímero amorfo, éste hace que la producción de bioetanol sea compleja como lo señala Rogel y Ayala.²⁶ Según Cortínez y Salazar²⁷ otro componente es la hemicelulosa está conformada por compuestos polisacáridos (xilosa, arabinosa, galactosa,

24 INEC, ESPAC, M. (2018). *Cifras agroproductivas...op. cit.*

25 H. Kim, J. Park, I. Choi, Wi, S., Ha, S., Chun, H., ... Woong, H. (2018). Effective approach to organic acid production from agricultural kimchi cabbage waste and its potential application. *Library of Science*, 1-14. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0207801>

26 K. Rogel, J. Ayala, *Cuantificación de glucosa producida en el hidrolizado enzimático de la biomasa lignocelulósica (cáscara de arroz)*. (Tesis de pregrado), Universidad de Técnica de Machala, Machala, Ecuador, 2017.

27 V. Cortínez, O. Salazar, *Comparación de pretratamientos en residuos forestales para la producción de bioetanol de segunda generación: Hidrólisis Ácida y Líquidos Iónicos*. (Tesis de maestría). Universidad de Chile, Santiago de Chile, Chile, 2010.

manosa, glucosa y ácido glucurónico), finalmente la celulosa es un polisacárido más abundante en la naturaleza compuesto de moléculas de β - glucosa como muestra la Figura 2.²⁸ La composición de los materiales lignocelulósicos varía de acuerdo a la especie, la altitud, edad, clima, temperatura, nutrientes del suelo, ubicación geográfica por tal motivo presentan variación en la composición.²⁹

Los materiales lignocelulósicos son muy heterogéneos, presentan proporciones con una relación aproximadamente de celulosa del 35 % al 50 %, hemicelulosa del 20% al 40 %, y lignina, del 15 % al 30 %.^{30 31} De acuerdo con Bellido y González (2013) afirman que la composición del rastrojo de maíz es de 36.8 % celulosa, 30.6 % hemicelulosa y 23.1 % lignina como se presenta en la Tabla 4.

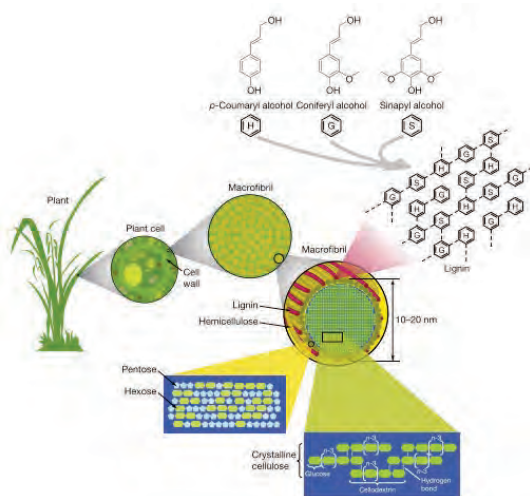


Figura 2. Estructura de la biomasa lignocelulósica

Nota. Composición de los residuos Adaptado de *Genomics of cellulosic biofuels*.³²

- 28 N. Hackenberg, Biocombustibles de segunda generación. *Virtual REDESMA*, pp.1-13, 2008.
- 29 C. Arellano y, E. Houbrom, *Obtención de bioetanol a partir de materiales lignocelulósicos sometidos a hidrólisis enzimática*. (tesis de maestría). Universidad Veracruzana, Veracruz, Mexico, 2015.
- 30 J. Díaz, F. Herrera, Producción de etanol combustible a partir de lignocelulosas. *Journal of Applied Physics*, 103(7), 2001. Recuperado de <http://www.unicauca.edu.co/ai/public>. (09-12-2021)
- 31 C. Arellano y, E. Houbrom, *Obtención de bioetanol...* op. cit.
- 32 Edward M. Rubin, "Genomics of cellulosic biofuels", *Nature* 454, pp.841-845, 2008. Ver en: <https://doi.org/10.1038/nature07190> (09-12-2021)

Tabla 4. Clasificación y composición de diferentes materiales lignocelulósicos

Biomasa	Celulosa (%)	Hemicelulosa (%)	Lignina (%)
Chopo	43.5	21.8	26.2
Arce	44.9	23.0	28.0
Nogal	46.2	20.9	21.9
Álamo	49.9	25.1	18.1
Abeto	49.9	21.6	28.7
Pino	46.4	20.6	29.4
Residuos de Maíz	36.8	30.6	23.1
Paja de Trigo	30.2	22.3	17.0
Paja de Cebada	33.1	24.9	16.1
Pasto Varilla	45.0	31.4	12.0
Papel Periódico	40-55	25-40	18-30

Nota: Esta tabla indica la composición de celulosa, hemicelulosa y lignina de los residuos de maíz y otras materias prima.³³

Pretratamiento para biomasa lignocelulósica

Los pretratamientos empleados para la obtención de bioetanol con material lignocelulósica son de naturaleza física, química o biológica (Juri y Lienqueo, 2011). Además estos se utilizan para eliminar la lignina y la hemicelulosa en los residuos agrarios, presenta las siguientes características para aumentar la porosidad.³⁴

•Pretratamientos Físicos

El material lignocelulósico se somete a altas temperaturas de hasta 300°C.³⁵ Es decir las temperaturas de trabajo es de 190 - 230 °C mediante la inyección directa de vapor saturado, durante un intervalo de tiempo entre 1 y 10 minutos.³⁶

33 C. Bellido, G. González, *Obtención de bioetanol 2G a partir de hidrolizados de paja de trigo, fermentación conjunta de los penta y hexa carbohidratos con Pichia stipitis*. (Tesis doctoral) Universidad de Valladolid, Valladolid, España, 2013.

34 E. Gómez, L. Ríos, J. Peña, Efecto del Pretratamiento de Biomasa Maderera en el Rendimiento a Etanol. *Informacion Tecnológica*, 24(5), 113-122, 2013. Ver en: <https://doi.org/10.4067/S0718-07642013000500013> (09-12-2021)

35 L. Cuervo, J. Folch, R. Quiroz, Lignocelulosa como fuente de azúcares para la producción de etanol. *Bio Tecnología*, 13(3), 11-25, 2009. Recuperado de <http://www.smbb.com.mx/revista>. (09-12-2021)

36 J. Oliva, M. Ballesteros, *Efectos de los productos de degradacion originados en la explosion por vapor*

• **Pretratamientos químicos**

La hidrólisis ácida busca disolver la fracción hemicelulósica de la biomasa para así hacer más accesible a la celulosa, para ello se utiliza ácidos concentrados o diluidos, como el ácido sulfúrico (H_2SO_4), clorhídrico (HCl), fosfórico (H_3PO_4), a temperaturas de 120 - 180 °C y tiempos de residencia de 15 a 90 minutos.³⁷ Otro proceso consiste en sumergir el sustrato con H_2SO_4 o HCl en diferentes concentraciones que van desde 0.5 a 8 % y en una relación de solido: líquido 1:10, en un tiempo de 1 a 4 horas y a una temperatura de 50 - 215 °C.³⁸

• **Pretratamientos biológico**

Los pretratamientos son muy atractivos desde el punto de vista económico, tienen un gasto energético y de inversión menor que otros.³⁹ De la misma forma los hongos de podredumbre blanca que degradan la lignina y la hemicelulosa, eliminan las barreras que protegen la celulosa en donde se ha destacado *pleurotus ostreatus*.⁴⁰

• **Pleurotus ostreatus**

Pleurotus Ostreatus pertenece al reino fungí, al género *pleurotus*, especie *ostreatus* (Barba y López, 2017). Estos están distribuidos en todas partes del mundo, contribuyen a la degradación de los restos de vegetales.⁴¹ Estos organismos permiten la degradación de la lignina y la hemicelulosa hasta un 60% sin afectar la celulosa.⁴² Por

de biomasa de chopo sobre *Kluyveromyces marxianus*. (Tesis doctoral), Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España, 2003. Ver en: [https://doi.org/10.1016/S0141-0229\(03\)00220-5](https://doi.org/10.1016/S0141-0229(03)00220-5).L (09-12-2021)

37 B. Jiménez, S. Lucas, M. Coca, *Obtención de bioetanol a partir de paja de Trigo: Estudio experimental y escalado a planta piloto*. (Tesis maestría). Universidad de Valladolid, Valladolid, España, 2017.

38 K. Montiel, L. Romero, *Obtención de bioetanol a partir de la Coronta (Oloite) del maíz variedad Hs-5, por el método de Hidrólisis Ácida diluida - Fermentación separada*, Laboratorios de química. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua, Nicaragua, 2015.

39 B. Jiménez, S. Lucas, M. Coca, *Obtención de bioetanol...op. cit*

40 R. Ruby, M. Carlos, S. Morales, Evaluación de residuos agrícolas como sustrato para la producción de *Pleurotus ostreatus*, 2(37), 89-100, 2013. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/>. (09-12-2021)

41 M. Contreras, *Manual De Cultivo De Hongo Seta (Pleurotus ostreatus) De Forma Artesanal. Geografo e instructor en cursos de jongo seta*, 2012. Recuperado de http://huertofenologico.filos.unam.mx/files/2017/05/Cultivo_de_hongo_seta.pdf. (09-12-2021)

42 S. Van, *Fungal treatment of lignocellulosic biomass Fungal treatment of lignocellulosic biomass Sandra*. Wageningen University, Güeldres en los Países Bajos, 2016. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/298226493_Fungal_treatment_of_lignocellulosic_biomass (09-12-2021)

esta razón, el sustrato utilizado después de una cosecha de esta especie reduce el contenido de lignina en un 4.8%, hemicelulosa en 14.66% y aumentando notablemente hasta en un 70.11% celulosa.⁴³

• **Medios de cultivos de hongo**

Los medios de cultivos son sustancias sólidas o líquidas en donde se presenta todos los nutrientes que favorecen al crecimiento óptimo de los hongos, como es el PDA (Papa, Destroza, Agar).⁴⁴ También el PDA se ha utilizado para conservación de especies de hongos a una temperatura de 4°C.⁴⁵

• **Pasteurización del sustrato con vapor**

Este proceso se realiza principalmente para eliminar la presencia de microorganismos que podrían afectar en el proceso de delignificación. Previamente el sustrato tiene que ser humedecido hasta un 65% y empaquetado en bolsas plásticas que resistan temperaturas altas porque serán sometidas en un autoclave a 120 °C y 15 psi durante una hora.⁴⁶ El proceso consiste en colocar las muestras en un recipiente metálico y aplicar vapor hasta temperaturas de 70-80 °C, aproximadamente en un tiempo de 2 a 4 horas.⁴⁷

• **Pasteurización del sustrato por sumersión en agua**

El proceso se realiza durante tres horas, primero se coloca en fundas con 2 kg de sustrato se sumerge en agua a una temperatura de 80 °C, segundo se procede a escurrir el sustrato y finalmente se pesa y se coloca el 0.5 % de cal agrícola y yeso por cada 100 g de peso

43 R. Grover, A. Goel, L. Wati, & Raj, K. Ethanol production from spent oyster mushroom substrate. *Pollution Research*, 34(1), 121-124, 2015. Recuperado de <https://www.researchgate.net>. (09-12-2021)

44 S. Iqbal, M. Ashfaq, H. Aamir, I. Ulhaq, K. Saifullah, P. Mathews, Isolation, preservation and revival of *Trichoderma Viride* in culture media, 5(3), 1640-1646, 2017. Retrieved from <http://www.entomoljournal.com/archives/2017/vol5issue3/PartW/5-3-119-171.pdf> (09-12-2021)

45 M. Orellana, E. Tejada, *Selección de hongos lignocelulíticos para obtener jarabes glucosados en la producción de bioetanol a partir de bagazo de Saccharum officinarum l." Caña de azúcar". Anales de la Universidad de Chile.* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque. Peru, 2014.

46 J. Garzón, J. Cuervo, Producción de *Pleurotus ostreatus* sobre residuos sólidos lignocelulósicos de diferente procedencia. *Nova*, 6(10), 126-140, 2008. Recuperado de: <https://pdfs.semanticscholar.org> (09-12-2021)

47 R. Gaitan, D. Salmones, R. Perez, G. Mata, *Manual Práctico de Cultivo de Setas: Aislamiento, siembra y producción*, 2016. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/309801547_Manual_Practico_de_Cultivo_de_Setas_Aislamiento_siembra_y_produccion. (09-12-2021)

húmedo. Otro autor coloca el sustrato en el recipiente metálico, utilizando agua al ras para cubrir se calentó y evitó la ebullición a una temperatura constante de 72 °C durante dos horas (Contreras, 2012).

• **Inoculación de micelio del hongo en el sustrato**

Se procede a inocular 5 % del micelio con la relación del peso del sustrato húmedo.⁴⁸ Además, para la inoculación del sustrato se realiza después del proceso de pasteurización a una temperatura de 22 °C, conjuntamente se manejó un volumen de 3.18 kg, colocó ¼ de sustrato y una capa de micelio intercalando.⁴⁹

• **Incubación del micelio en el sustrato**

El proceso de incubación del micelio de *pleurotus ostreatus* se realizó a la temperatura promedio de 26 °C o también, puede variar de 24 °C a 28 °C.⁵⁰ Otros autores mencionan que el tratamiento se mantendrá a una temperatura de 26 °C aproximadamente y la colonización total del micelio se realiza en un periodo de 35 a 50 días.⁵¹

Hidrólisis

La hidrólisis es el proceso donde se transforman la celulosa a glucosa,⁵² con el objetivo de convertir en azúcares simple.⁵³ La hidrólisis es el pretratamiento que disminuye la cristalinidad de la celulosa.⁵⁴ Existen diferentes procesos en hidrolisis el enzimático o el químico con el propósito de transformar la celulosa en glucosa.

48 R. Ruby, M. Carlos, S. Morales, Evaluación de residuos...op. cit.

49 T. Donado, *Evaluación del sustrato para la producción del Hongo Ostra (Pleurotus Ostreatus)*. Universidad Rafael Landívar es la universidad Católica privada de Guatemala, 2014. Ver en: <https://doi.org/10.1038/132817a0> (09-12-2021)

50 R. Ruby, M. Carlos, S. Morales, Evaluación de residuos...op. cit.

51 M. Varnero, M. Quiroz, C. Álvarez, Utilización de residuos forestales lignocelulósicos para producción del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*). *Informacion Tecnologica*, 21(2), 13–20, 2010. Ver en: <https://doi.org/10.1612/inf.tecnol.4154it.09> (09-12-2021)

52 K. Melgarejo, A. Urquizo, A. Castro, *Influencia de la temperatura y concentración de ácido sulfúrico en la hidrólisis ácida de raquis del baanano, variedad Musa cavendish, para la obtención de bioetanol por saccharomyces cerevisiae ATCC 4126*. (Tesis de pregrado). Univeridad Nacional del Santa. Nuevo Chimbote, Perú, 2019.

53 Héctor Montaña, S. Rincón, *Producción de Bioetanol a Partir de Material Lignocelulósico de Moringa Oleifera*. Universidad Nacional de Colombia, Bogota, Colombia, 2014.

54 V. Cortínez, O. Salazar, *Comparacion de pretratamientos en residuos forestales para la producción de bioetanol de segunda generación: Hidrólisis Ácida y Líquidos Ionicos*. (Tesis de maestria). Universidad de Chile, Santiago de Chile, Chile, 2010.

• **Hidrólisis enzimática**

Este proceso de hidrólisis transforma la celulosa a glucosa mediante enzimas que son extraídas de bacterias u hongos como *Fusarium*, *Trichoderma* y *Phanerochaete*, permitiendo la degradación de la celulosa.⁵⁵ De igual manera, existen especies como *Trichoderma Viride* que producen enzimas utilizadas en el proceso de obtención de bioetanol (Rodríguez y Piñeros, 2007). También hay enzimas comerciales como son Celluclast 1.5 L extraído de *trichoderma reesei*; Viscozyme complejo multienzimático derivado de *Aspergillus aculeatus*.⁵⁶

• **Hidrólisis ácida**

Es el proceso donde se utiliza compuestos químicos como ácido sulfúrico y ácido clorhídrico para la obtención de jarabes glucosados.⁵⁷ En la experimentación se evalúa la concentración de ácido sulfúrico, la temperatura puede variar o ser constante y finalmente el tiempo.

Bioetanol

Es un biocombustible que tiene una composición química de CCOH, denominado etanol de biomasa.⁵⁸ Bioetanol se denomina al producto que se obtiene a partir de fuentes de biomasa vegetal, mieles y jugos ricos en sacarosa o productos ricos en almidón y a partir de materiales lignocelulósicos.⁵⁹ Para la obtención del bioetanol es necesario un proceso de fermentación mediante levaduras como es la *Saccharomyces cerevisiae* en condiciones adecuadas como son una temperatura de 30 °C y el pH 4.5 a 5.⁶⁰

55 A. Juan, F. Ngoma, M. De Jesús, TECHNOLOGICAL ASPECTS GENERAL FOR CONVERSION TO, 31, 392-407, 2011. Retrieved from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852011000300012 (09-12-2021)

56 Y. Cruz, C. Cadena, J. Arango, Procesamiento de la Cascarilla de Cebada...op. cit.

57 C. Arellano, E. Houbrom, Obtención de bioetanol...op. cit.

58 K. Montiel, L. Romero, Obtención de bioetanol a partir de la Coronta (Oloste) del maíz variedad Hs-5, por el método de Hidrólisis Ácida diluida - Fermentación separada, Laboratorios de química. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua, Nicaragua, 2015.

59 C. Hernandez, "Obtención De Bioetanol a Partir De Hidrolizados De Residuos De Fruta." (Tesis de maestría), Universidad de Oviedo, Oviedo, España, 2017.

60 A. Barletta, Y. Sanchez, L. Valazza, R. Beltrán, N. Comba, Obtención De Bioetanol a Partir De La Fermentación De Sorgo, 2013. Recuperado de <http://www.edutecne.utn.edu.ar/cytal>. (09-12-2021)

Los países destacados a nivel mundial en la producción de bioetanol se indican en la Tabla 5. Además, se muestra las materias primas utilizadas que provienen de cultivos energéticos como el maíz, trigo, yuca, caña de azúcar, remolacha y melaza.⁶¹ Cabe mencionar que estos países no están produciendo bioetanol a partir de residuos lignocelulósicos masivamente debido a que los métodos están siendo estandarizados para mejorar los rendimientos y de esta manera ser competitivos, entre estos encontrar enzimas eficientes en la transformación de celulosa a glucosa para la obtención de bioetanol.

Tabla 5. Clasificación de la producción de biocombustibles y principales materias primas

	Porcentaje de Producción de bioetanol a nivel mundial	Principales materias primas
Estados Unidos	1 (48.2%)	Maíz
Unión Europea	4 (4.9%)	Remolacha azucarera /Trigo / maíz
Brasil	2 (26.2%)	Caña de Azúcar / Maíz
China	3 (8.1%)	Maíz / Yuca
India	6 (2.1%)	Melaza
Canadá	7 (1.4%)	Maíz / Trigo
Indonesia	21 (0.2%)	Melaza
Argentina	9 (0.9%)	Melaza / Maíz
Tailandia	8 (1.4%)	Melaza / Yuca
Colombia	13 (0.4%)	Caña de Azúcar
Paraguay	14 (0.4%)	Caña de Azúcar

El bioetanol como biocarburante

El uso del bioetanol hace referencia desde el origen de los vehículos, cuando Henry Ford diseñó un modelo T en 1908 usando etanol como combustible. Sin embargo con el descubrimiento del petróleo, este combustible fue relegado y se dió paso a la utilización de combustibles a partir de recursos fósiles.⁶² El bioetanol puede ser añadido a otros combustibles como la gasolina para mejorar las ca-

61 OCDE/FAO. OCDE FAO *Perspectivas Agrícolas 2020-2029*, 2020. Retrieved from [https://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/ocde-fao-perspectivas-agricolas-2020-2029_a0848ac0-es\(09-12-2021\)](https://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/ocde-fao-perspectivas-agricolas-2020-2029_a0848ac0-es(09-12-2021))

62 V. Cortínez, O. Salazar, *Comparación de pretratamientos en residuos forestales para la producción*

racterísticas de octanaje y disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero.⁶³ Es así que se utiliza al bioetanol en diferentes mezclas con gasolina como son 5 %, 10 %, 15 %, 85 % y 95 % de bioetanol y denominadas E5, E10, E15, E85 y E95 respectivamente.⁶⁴

Propiedades del bioetanol

Las características que presenta este biocombustible son inflamable, volátil, se encuentra en estado líquido, incoloro, miscible en agua como se indica en la Tabla 6.⁶⁵ Cabe destacar que se puede mezclar con la gasolina en diferentes concentraciones detalladas anteriormente.⁶⁶ Mientras que E10 es la combinación del 10% bioetanol y 90% gasolina.⁶⁷

Tabla 6. Propiedades físico-químicas del bioetanol

Propiedades de combustibles	Etanol
Numero de octanos	108
Temperatura de autoignición (k)	606
Calor latente de vaporización (MJ/kg)	0.91
Poder calorífico inferior (MJ/kg)	26.7

Conclusión

Analizando el uso del maíz desde tiempos de conquista española hasta la actualidad, esta gramínea ha sido una fuente alimentaria importante en la nutrición de los habitantes de la región Sierra

de bioetanol de segunda generación: Hidrólisis Ácida y Líquidos Iónicos. (Tesis de maestría). Universidad de Chile, Santiago de Chile, Chile, 2010.

63 K. Melgarejo, A. Urquiza, A. Castro, *Influencia de la temperatura...op. cit.*

64 T. Aurora, G. Vázquez, *Estudio de la obtención de bioetanol a partir de diferentes tipos de biomasa lignocelulósica*, 2017. Retrieved from <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/12178/RAF.pdf?sequence=1> (09-12-2021)

65 V. Cortínez, O. Salazar, *Comparación de pretratamientos...op. cit.*

66 C. Bellido, G. González, *Obtención de bioetanol 2G a partir...op. cit.*

67 M. Ortega, J. Salazar, A. Quero, A. Hernández, C. López, I. López, Biomasa de Urochloa brizantha cv. Toledo como materia para la producción de bioetanol. *Agrociencia*, 50, 711-726, 2015. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/sci>. (09-12-2021).

de Ecuador, y específicamente en las zonas rurales del alto andino. Su producción es significativa ya que el país goza de condiciones climáticas y edáficas óptimas para su crecimiento y producción de al menos 2 veces por año. Por otro lado, la alta productividad de este cultivo crea expectativas en la utilización de su residuo como materia prima alternativa con fines energéticos, y que a través de procesos de transformación como la hidrólisis, podría tener un valor agregado al generarse un biocombustible como el bioetanol, sin involucrar a la cadena alimentaria, como si lo hace Estados Unidos el mayor productor de bioetanol del mundo, sino por el contrario, crear un segmento de mercado para los agricultores para que no solo comercialicen el grano, pero también el residuo producto de su cosecha que en muchos de los casos es quemado o sirve de forraje. La cantidad de rastrojo de maíz que podría satisfacer parte de la demanda de combustibles en mezcla con gasolina sería un gran paso en el anhelo de transformar la matriz productiva y energética, de esta manera preparar al país hacia la era post petróleo, cuando el recurso del crudo sea limitado en las próximas dos décadas. El maíz de la modernidad podría aportar al desarrollo sostenible del Ecuador, a través de una economía circular en donde el remanente o residuo del cultivo generaría bioetanol que sustituya gradualmente a la gasolina, un combustible fósil que al ser quemado emite emisiones de CO₂ a la atmósfera, aumentando la temperatura hasta el punto de alterar el ciclo normal de la Tierra, evidenciado fenómenos naturales tales como grandes incendios, derretimiento de polos y nevados, incremento del nivel de océanos, zonas más áridas y erosionadas que harían de nuestro planeta un lugar inhabitable en un futuro no muy lejano.

Bibliografía

- ARELLANO, C., & Houbrom, E. *Obtención de bioetanol a partir de materiales lignocelulósicos sometidos a hidrólisis enzimática*. (tesis de maestría). Universidad Veracruzana, Veracruz, Mexico, 2015.

- AURORA, T. , & Vázquez, G. *Estudio de la obtención de bioetanol a partir de diferentes tipos de biomasa lignocelulósica*, 2017. Retrieved from <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/12178/RAF.pdf?sequence=1>
- BARBA, J., & López, C. *Cultivo de Setas cultivo Guia práctica*, 2017. Recuperado de <http://publicacionescbs.izt.uam.mx/DOCS/csetas.pdf>.
- BARLETTA, A., Sanchez, Y., Valazza, L., Beltrán, R., & Comba, N. Obtención De Bioetanol a Partir De La Fermentación De Sorgo, 2013. Recuperado de <http://www.edutecne.utn.edu.ar/cytal>.
- BELLIDO, C., & González, G. *Obtención de bioetanol 2G a partir de hidrolizados de paja de trigo, fermentación conjunta de los penta y hexa carbohidratos con Pichia stipitis*. (Tesis doctoral) Universidad de Valladolid, Valladolid, España, 2013.
- BROWN, W. L., Races of maize in the West Indies, NAS-NRC Publ., 792, Washington, D.C., 1960.
- CONTRERAS, M. *Manual De Cultivo De Hongo Seta (Pleurotus ostreatus) De Forma Artesanal. Geografo e instructor en cursos de jongo seta*, 2012. Recuperado de http://huertofenologico.filos.unam.mx/files/2017/05/Cultivo_de_hongo_seta.pdf.
- CORTÍNEZ, V., LIENQUEO, M., SALAZAR, O., CARMONA, R., Asenjo, J., & Carlesi, C.. *Comparación de pretratamientos en residuos forestales para la producción de bioetanol de segunda generación: Hidrólisis Ácida y Líquidos Iónicos*. (Tesis de maestría). Universidad de Chile, Santiago de Chile, Chile, 2010
- CORTÍNEZ, V., & SALAZAR, O. *Comparacion de pretratamientos en residuos forestales para la producción de bioetanol de segunda generación: Hidrólisis Ácida y Líquidos Iónicos*. (Tesis de maestría). Universidad de Chile, Santiago de Chile, Chile, 2010
- CRUZ, Y., CADENA, C., & ARANGO, J. Procesamiento de la Cascarilla de Cebada Cervecera por Vía Enzimática para la Obtención de Azúcares Fermentables. *Información Tecnológica*, 30(4), 41-50, 2019. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642019000400041>
- CUERVO, L., Folch, J., & Quiroz, R.. Lignocelulosa como fuente de azúcares para la producción de etanol. *Bio Tecnología*, 13(3), 11-25, 2009. Recuperado de <http://www.smbb.com.mx/revista>.

- DÍAZ, J., & Herrera, F. Producción de etanol combustible a partir de lignocelulosas. *Journal of Applied Physics*, 103(7), 2001. Recuperado de <http://www.unicauca.edu.co/ai/public>.
- DONADO, T. *Evaluación del sustrato para la producción del Hongo Ostra (Pleorotus Ostreatus)*. Universidad Rafael Landívar es la universidad Católica privada de Guatemala, 2014. Ver en: <https://doi.org/10.1038/132817a0>
- GAD PROVINCIAL DE IMBABURA. *Prefectura de Imbabura*, 2017. Recuperado de <http://www.imbabura.gob.ec/imbabura/datos-generales.html>.
- GAITAN, R., SALMONES, D., Perez, R., & Mata, G. *Manual Práctico de Cultivo de Setas : Aislamiento , siembra y producción*, 2016. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/309801547_Manual_Practico_de_Cultivo_de_Setas_Aislamiento_siembra_y_produccion.
- GARCÍA MARIACA, A., Cendales Ladino, E. D., & Eslava Sarmiento, A. F. Motores de combustión interna (MCI) operando con mezclas de etanol gasolina: revisión. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 26(1), 75, 2016. Ver en: <https://doi.org/10.18359/rcin.1626>
- GARCÍA J., Ramírez E., Chimbo G., y Velásquez-Martí B. (in press 2021) Caracterización de la biomasa residual de maíz suave *Zea Mays* para producción de bioetanol en Imbabura – Ecuador.
- GARZÓN, J., & Cuervo, J. Producción de *Pleurotus ostreatus* sobre residuos sólidos lignocelulósicos de diferente procedencia. *Nova*, 6(10), 126-140, 2008. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar>.
- GOODMAN, M. M., & Galinat, W. C. *The history and evolution of Maize. Critical Reviews in Plant Sciences*, 7(3), 197-220, 1988. Ver en: doi:10.1080/07352688809382264
- GÓMEZ, E., Ríos, L., & Peña, J. Efecto del Pretratamiento de Biomasa Maderera en el Rendimiento a Etanol. *Informacion Tecnológica*, 24(5), 113-122, 2013. Ver en: <https://doi.org/10.4067/S0718-07642013000500013>
- GROVER, R., Goel, A., Wati, L., & Raj, K. Ethanol production from spent oyster mushroom substrate. *Pollution Research*, 34(1), 121-124, 2015. Recuperado de <https://www.researchgate.net>.
- HACKENBERG, N. Biocombustibles de segunda generación. *Virtual REDESMA*, 1-13, 2008.

- HERNANDEZ, C. "*Obtención De Bioetanol a Partir De Hidrolizados De Residuos De Fruta.*" (Tesis de maestría). Universidad de Oviedo, Oviedo, España, 2017.
- HOEHNE, F. C., *Botánica e Agricultura no Brasil no Seculo XVI*, Companhia Editora Nacional, Sao Paulo, Brazil, 1937
- INEC, ESPAC, M.. *Cifras agroproductivas*, 2018. Recuperado de <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas>.
- INEC, *Imbabura : Evolución De La Población Urbana Y Rural*, 2002. Recuperado de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Fasciculos_Provinciales/Fasciculo_Imbabura.pdf. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC)-ESPA; Ministerio de Agricultura y Ganadería 2020.
- IQBAL, S., ASHFAQ, M., Aamir, H., Ulhaq, I., Saifullah, K., & Mathews, P. Isolation , preservation and revival of *Trichoderma Viride* in culture media, 5(3), 1640-1646, 2017 Retrieved from <http://www.entomoljournal.com/archives/2017/vol5issue3/PartW/5-3-119-171.pdf>
- JIMÉNEZ, B., LUCAS, S., & COCA, M. *Obtención de bioetanol a partir de paja de Trigo: Estudio experimental y escalado a planta piloto.* (Tesis maestría). Universidad de Valladolid, Valladolid, España, 2017.
- JEFFREYS, M. D. W., *Pre-Columbian maize in Asia*, in *Man Across the Sea*, Riley, C. L., Kelley, J. C, Pennington, C. W., and Rands, R. L., Eds., University of Texas Press, Austin, 1971.
- JUAN, A., Ngoma, F., & De Jesús, M. TECHNOLOGICAL ASPECTS GENERAL FOR CONVERSION TO, 31, 392-407, 2011. Retrieved from http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852011000300012
- JURI, S., & Lienqueo, M. *Sacarificación y Fermentación simultánea para la producción para bioetanol de segunda generación, mediante petratamientos alternativos: Líquidos iónicos reciclados y hongos de pudrición blanca.* (Tesis de pregrado). Universidad de Chile, Santiago de Chile, Chile, 2011.
- KIM, H., Park, J., Choi, I., Wi, S., Ha, S., Chun, H., ... Woong, H. Effective approach to organic acid production from agricultural kimchi cabbage waste and its potential application. *Library of Science*, 1-14, 2018. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0207801>

- MAG, *Cifras Agroproductivas*, 2018. Recuperado de <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas>.
- MANGELSDORF, P. C., *Corn. Its Origin, Evolution, and Improvement*, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1974.
- MEDINA, D., Nuñez, M., & Ordoñez, M. Obtención de enzimas celulasas por fermentación sólida de hongos para ser utilizadas en el proceso de obtención de bioalcohol de residuos del cultivo de banano. *Revista Tecnológica-ESPOL*, 23(1), 81-88, 2010. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.o>
- MELGAREJO, K., Urquizo, A., & Castro, A. *Influencia de la temperatura y concentración de ácido sulfúrico en la hidrólisis ácida de raquis del baanano, variedad Musa cavendish, para la obtención de bioetanol por saccharomyces cerevisiae ATCC 4126*. (Tesis de pregrado). Univeridad Nacional del Santa. Nuevo Chimbote, Perú, 2019.
- MESA BERNAL, D., *Historia natural del maiz*, Acad. Colomb. Cienc. Exactas Fis. Nat. Rev., 10(39), 13, 1957.
- MONTAÑO, Héctor, & RINCÓN, S. *Producción de Bioetanol a Partir de Material Lignocelulósico de Moringa Oleifera*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia, 2014
- MONTIEL, K., & ROMERO, L. *Obtención de bioetanol a partir de la Coronta (Olote) del maíz variedad Hs-5, por el método de Hidrólisis Ácida diluida - Fermentación separada, Laboratorios de química*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua, Nicaragua, 2015.
- OCDE/FAO, *OCDE FAO Perspectivas Agrícolas 2020 2029*, 2020. Retrieved from https://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/ocde-fao-perspectivas-agricolas-2020-2029_a0848ac0-es
- OLIVA, J., & Ballesteros, M. *Efectos de los productos de degradacion originados en la explosión por vapor de biomasa de chopo sobre Kluyveromyces marxianus*. (Tesis doctoral), Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España, 2003. [https://doi.org/10.1016/S0141-0229\(03\)00220-5.L](https://doi.org/10.1016/S0141-0229(03)00220-5.L)
- ORELLANA, M., & Tejada, E. *Selección de hongos lignocelulíticos para obtener jara-bes glucosados en la producción de bioetanol a partir de bagazo de Saccharum of-ficinarum L." Caña de azúcar"*. *Anales de la Universidad de Chile*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque.Peru, 2014.

- ORTEGA, M., Salazar, J., Quero, A., Hernández, A., López, C., & López, I. Biomasa de *Urochloa brizantha* cv. Toledo como materia para la producción de bioetanol. *Agrociencia*, 50, 711-726, 2015. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/sci>.
- PATIFIO, V. M., *Plantas Cultivadas y Animales Domesticas en America Equinoccial*, Vol. 2, Plantas Alimenticias, Imprenta Departmental, Cali, Colombia, 1964
- PREFECTURA DE IMBABURA, *Plan Provincial de Riego y drenaje de Imbabura 2017- 2037*, 2017. Recuperado de [http://www.imbabura.gob.ec/phoca-download/K-Planes-programas/PLAN PROVINCIAL DE RIEGO Y DRENAJE DE IMBABURA 2017-2037.pdf](http://www.imbabura.gob.ec/phoca-download/K-Planes-programas/PLAN_PROVINCIAL_DE_RIEGO_Y_DRENAJE_DE_IMBABURA_2017-2037.pdf).
- RODRÍGUEZ, I., & Piñeros, Y. Production Of Enzymatic Complex In Solid State Fermentation By *Trichoderma* Sp. Using Palm Oil Empty Fruit Bunch (Efb) As Substrate, 2007. Retrieved from <https://www.redalyc.org/pdf/1698/169815389004.pdf>
- , Producción de complejos enzimáticos celulolíticos mediante el cultivo en fase sólida de *trichoderma* sp. sobre los racimos vacíos de palma de aceite como sustrato. *Revista De La Facultad De Química Farmacéutica*, 14, 35-42, 2009. Retrieved from <https://www.redalyc.org/pdf/1698/169815389004.pdf>
- ROGEL, K., & AYALA, J. *Cuantificación de glucosa producida en el hidrolizado enzimático de la biomasa lignocelulósica (cáscara de arroz)*. (Tesis de pregrado). Universidad de Técnica de Machala, Machala, Ecuador, 2017.
- RUBY, R., CARLOS, M., & MORALES, S. Evaluación de residuos agrícolas como sustrato para la producción de *Pleurotus ostreatus*, 2(37), 89-100, 2013. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/>.
- SAUER, C. O., *Maize into Europe*, Acts Int. Am. Congr. (Vienna), 34, 777, 1960.
- SOARES DE SOUSA, G., *Noticia do Brasil*, Vol. 1, Livraria Martins Editora, Sao Paulo, Brazil, not dated (written 1587)
- TIMOTHY, D., W. Hatheway, U. Grant, M. Torregroza, D. Sarria y D. Varela. 1966. Razas de maíz en Ecuador. Ica - OIE. Boletín Técnico No, 12 Mayo.

- VAN, S. *Fungal treatment of lignocellulosic biomass Fungal treatment of lignocellulosic biomass Sandra*. Wageningen University, Güeldres en los Países Bajos, 2016. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/298226493_Fungal_treatment_of_lignocellulosic_biomass
- VARNERO, M., QUIROZ, M., & ÁLVAREZ, C.. Utilización de residuos forestales lignocelulósicos para producción del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*). *Informacion Tecnologica*, 21(2), 13-20, 2010. Ver en: <https://doi.org/10.1612/inf.tecnol.4154it.09>
- VILLACRÉS, E., YÁNEZ, C., ARMIJOS, AG., QUELAL, MB y ÁLVAREZ, J. (comps). El Despertar Gastronómico del Maíz. Publicación miscelánea Nro. 431 Departamento de Nutrición y Calidad. Programa Nacional de Maíz. Estación experimental Santa Catalina. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIAP. Quito, 2015
- YÁNEZ, C., ZAMBRANO, J., CAICEDO, M., SÁNCHEZ, H y Heredia, J. Catálogo de Recursos Genéticos de Maíces de Altura Ecuatorianos. Programa de Nacional de Maíz. EESC-INIAP: Quito, Ecuador, 2003.



La Academia Nacional de Historia es una institución intelectual y científica, destinada a la investigación de Historia en las diversas ramas del conocimiento humano, por ello está al servicio de los mejores intereses nacionales e internacionales en el área de las Ciencias Sociales. Esta institución es ajena a banderías políticas, filiaciones religiosas, intereses locales o aspiraciones individuales. La Academia Nacional de Historia busca responder a ese carácter científico, laico y democrático, por ello, busca una creciente profesionalización de la entidad, eligiendo como sus miembros a historiadores profesionales, entendiéndose por tales a quienes acrediten estudios de historia y ciencias humanas y sociales o que, poseyendo otra formación profesional, laboren en investigación histórica y hayan realizado aportes al mejor conocimiento de nuestro pasado.

Forma sugerida de citar este artículo: García Montoya, Juan, "Historia del maíz y su impacto en la modernidad", *Boletín de la Academia Nacional de Historia*, vol. XCIX, N°. 206-B, julio - diciembre 2021, Academia Nacional de Historia, Quito, 2021, pp.177-198