

ISSN 2523-6792

Volumen 3, Número 11 — Julio — Septiembre - 2019

Revista de la Invención Técnica



ECORFAN®

Editor en Jefe

GUZMÁN - HURTADO, Juan Luis. PhD

Directora Ejecutiva

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Diseñador Web

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

Diagramador Web

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Asistente Editorial

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

Traductor

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

Filóloga

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

Revista de Invención Técnica, Volumen 3, Número 11, de Julio a Septiembre 2019, es una revista editada trimestralmente por ECORFAN-Taiwán. Taiwan, Taipei. YongHe district, ZhongXin, Street 69. Postcode: 23445. WEB: www.ecorfan.org/taiwan, revista@ecorfan.org. Editor en Jefe: GUZMÁN-HURTADO, Juan Luis. PhD. PhD. ISSN 2523-6792. Responsables de la última actualización de este número de la Unidad de Informática ECORFAN. ESCAMILLA-BOUCHÁN Imelda, LUNA-SOTO, Vladimir, actualizado al 30 de Septiembre 2019.

Las opiniones expresadas por los autores no reflejan necesariamente las opiniones del editor de la publicación.

Queda terminantemente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin permiso del Instituto Nacional de defensa de la competencia y protección de la propiedad intelectual.

Revista de Invención Técnica

Definición del Research Journal

Objetivos Científicos

Apoyar a la Comunidad Científica Internacional en su producción escrita de Ciencia, Tecnología en Innovación en el Área de Ingeniería y Tecnología, en las Subdisciplinas de sistemas eléctricos de potencia, fibras ópticas, aplicaciones fotovoltaicas, Sistema industrial, inducción magnética, producción industrial, automatización del control, desarrollo de equipos, Inteligencia artificial y psicoanálisis.

ECORFAN-México S.C es una Empresa Científica y Tecnológica en aporte a la formación del Recurso Humano enfocado a la continuidad en el análisis crítico de Investigación Internacional y está adscrita al RENIECYT de CONACYT con número 1702902, su compromiso es difundir las investigaciones y aportaciones de la Comunidad Científica Internacional, de instituciones académicas, organismos y entidades de los sectores público y privado y contribuir a la vinculación de los investigadores que realizan actividades científicas, desarrollos tecnológicos y de formación de recursos humanos especializados con los gobiernos, empresas y organizaciones sociales.

Alentar la interlocución de la Comunidad Científica Internacional con otros centros de estudio de México y del exterior y promover una amplia incorporación de académicos, especialistas e investigadores a la publicación Seriada en Nichos de Ciencia de Universidades Autónomas - Universidades Públicas Estatales - IES Federales - Universidades Politécnicas - Universidades Tecnológicas - Institutos Tecnológicos Federales - Escuelas Normales - Institutos Tecnológicos Descentralizados - Universidades Interculturales - Consejos de CyT - Centros de Investigación CONACYT.

Alcances, Cobertura y Audiencia

Revista de Invención Técnica es un Research Journal editado por ECORFAN-México S.C en su Holding con repositorio en Taiwan, es una publicación científica arbitrada e indizada con periodicidad trimestral. Admite una amplia gama de contenidos que son evaluados por pares académicos por el método de Doble-Ciego, en torno a temas relacionados con la teoría y práctica de sistemas eléctricos de potencia, fibras ópticas, aplicaciones fotovoltaicas, Sistema industrial, inducción magnética, producción industrial, automatización del control, desarrollo de equipos, Inteligencia artificial y psicoanálisis con enfoques y perspectivas diversos, que contribuyan a la difusión del desarrollo de la Ciencia la Tecnología e Innovación que permitan las argumentaciones relacionadas con la toma de decisiones e incidir en la formulación de las políticas internacionales en el Campo de las Ciencias de Ingeniería y Tecnología. El horizonte editorial de ECORFAN-México® se extiende más allá de la academia e integra otros segmentos de investigación y análisis ajenos a ese ámbito, siempre y cuando cumplan con los requisitos de rigor argumentativo y científico, además de abordar temas de interés general y actual de la Sociedad Científica Internacional.

Consejo Editorial

LARA - ROSANO, Felipe. PhD
Universidad de Aachen

HERNÁNDEZ - PRIETO, María de Lourdes. PhD
Universidad Gestalt

CENDEJAS - VALDEZ, José Luis. PhD
Universidad Politécnica de Madrid

LÓPEZ - HERNÁNDEZ, Juan Manuel. PhD
Institut National Polytechnique de Lorraine

DIAZ - RAMIREZ, Arnoldo. PhD
Universidad Politécnica de Valencia

LÓPEZ - LÓPEZ, Aurelio. PhD
Syracuse University

GUZMÁN - ARENAS, Adolfo. PhD
Institute of Technology

ROBLEDO - VEGA, Isidro. PhD
University of South Florida

MEJÍA - FIGUEROA, Andrés. PhD
Universidad de Sevilla

DE LA ROSA - VARGAS, José Ismael. PhD
Universidad París XI

Comité Arbitral

URBINA - NAJERA, Argelia Berenice. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

GONZALEZ - MARRON, David. PhD
Instituto Tecnológico de Pachuca

LICEA - SANDOVAL, Guillermo. PhD
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

AGUILAR - NORIEGA, Leocundo. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

ALONSO - CALPEÑO, Mariela J. PhD
Instituto Tecnológico Superior de Atlixco

FERREIRA - MEDINA, Heberto. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

GONZÁLEZ - LÓPEZ, Juan Miguel. PhD
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados

ALCALÁ - RODRÍGUEZ, Janeth Aurelia. PhD
Universidad Autónoma de San Luis Potosí

RAMIREZ - LEAL, Roberto. PhD
Centro de Investigación en Materiales Avanzados

ÁLVAREZ - GUZMÁN, Eduardo. PhD
Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada

GARCÍA - VALDEZ, José Mario. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

Cesión de Derechos

El envío de un Artículo a Revista de Invención Técnica emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo.

Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Taiwan considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra

Declaración de Autoría

Indicar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en la participación del Artículo y señalar en extenso la Afiliación Institucional indicando la Dependencia.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo con el Número de CVU Becario-PNPC o SNI-CONACYT- Indicando el Nivel de Investigador y su Perfil de Google Scholar para verificar su nivel de Citación e índice H.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en los Perfiles de Ciencia y Tecnología ampliamente aceptados por la Comunidad Científica Internacional ORC ID - Researcher ID Thomson - arXiv Author ID - PubMed Author ID - Open ID respectivamente

Indicar el contacto para correspondencia al Autor (Correo y Teléfono) e indicar al Investigador que contribuye como primer Autor del Artículo.

Detección de Plagio

Todos los Artículos serán testeados por el software de plagio PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se mandara a arbitraje y se rescindirá de la recepción del Artículo notificando a los Autores responsables, reivindicando que el plagio académico está tipificado como delito en el Código Penal.

Proceso de Arbitraje

Todos los Artículos se evaluarán por pares académicos por el método de Doble Ciego, el arbitraje Aprobatorio es un requisito para que el Consejo Editorial tome una decisión final que será inapelable en todos los casos. MARVID® es una Marca de derivada de ECORFAN® especializada en proveer a los expertos evaluadores todos ellos con grado de Doctorado y distinción de Investigadores Internacionales en los respectivos Consejos de Ciencia y Tecnología el homólogo de CONACYT para los capítulos de America-Europa-Asia-Africa y Oceanía. La identificación de la autoría deberá aparecer únicamente en una primera página eliminable, con el objeto de asegurar que el proceso de Arbitraje sea anónimo y cubra las siguientes etapas: Identificación del Research Journal con su tasa de ocupamiento autoral - Identificación del Autores y Coautores- Detección de Plagio PLAGSCAN - Revisión de Formatos de Autorización y Originalidad-Asignación al Consejo Editorial- Asignación del par de Árbitros Expertos-Notificación de Dictamen-Declaratoria de Observaciones al Autor-Cotejo de Artículo Modificado para Edición-Publicación.

Instrucciones para Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación

Área del Conocimiento

Los trabajos deberán ser inéditos y referirse a temas de sistemas eléctricos de potencia, fibras ópticas, aplicaciones fotovoltaicas, Sistema industrial, inducción magnética, producción industrial, automatización del control, desarrollo de equipos, Inteligencia artificial y psicoanálisis y a otros temas vinculados a las Ciencias de Ingeniería y Tecnología

Presentación del Contenido

Como primer artículo *Efecto del acondicionamiento osmótico con soluciones de KNO₃ en la germinación de semillas de Amaranthus hypochondriacus L.* por PICHARDO-GONZÁLEZ, Juan Manuel, QUINTANA-CAMARGO, Martín, NARVÁEZ-ESPARZA, María Andrea y BARRERA-GODÍNEZ, Edgar David con adscripción en el Centro Nacional de Recursos Genéticos-INIFAP y la Universidad de Guadalajara, como siguiente artículo está *Optimización de la resistencia del cuero automotriz en operaciones de ensamble empleando un diseño experimental 3^k* por RUELAS-SANTOYO, Edgar Augusto, SÁNCHEZ-MÁRQUEZ, Juan Antonio, SÁNCHEZ-LUNA, Antonio, CHACÓN-OLIVARES, María del Carmen con adscripción en el Instituto Tecnológico superior de Irapuato y la Universidad de Guanajuato. Guanajuato, como siguiente artículo está *Efecto de la aplicación de pre-tratamientos físicos y químicos en la digestión anaerobia de pulpa de café* por NAVA-VALENTE, Noemi, LÓPEZ-ESCOBAR, Luis Antonio, DEL ÁNGEL-CORONEL, Oscar Andrés y ATENODORO-ALONSO, Jesús con adscripción en el Instituto Tecnológico Superior de Huatusco y la Universidad Politécnica de Huatusco, como siguiente artículo está *Distribución estomática en maíz a diferentes dosis de humus* por CASARRUBIAS-CASTILLO, Kena, LOZA-LLAMAS, Juana América, ZAÑUDO-HERNÁNDEZ, Julia y MÉNDEZ-MORÁN, Lucila con adscripción en la Universidad de Guadalajara.

Contenido

Artículo	Página
Efecto del acondicionamiento osmótico con soluciones de KNO₃ en la germinación de semillas de <i>Amaranthus hypochondriacus</i> L. PICHARDO-GONZÁLEZ, Juan Manuel, QUINTANA-CAMARGO, Martín, NARVÁEZ-ESPARZA, María Andrea y BARRERA-GODÍNEZ, Edgar David <i>Centro Nacional de Recursos Genéticos-INIFAP</i> <i>Universidad de Guadalajara</i>	1-4
Optimización de la resistencia del cuero automotriz en operaciones de ensamble empleando un diseño experimental 3^k RUELAS-SANTOYO, Edgar Augusto, SÁNCHEZ-MÁRQUEZ, Juan Antonio, SÁNCHEZ-LUNA, Antonio, CHACÓN-OLIVARES, Maria del Carmen <i>Instituto Tecnológico superior de Irapuato</i> <i>Universidad de Guanajuato. Guanajuato</i>	5-13
Efecto de la aplicación de pre-tratamientos físicos y químicos en la digestión anaerobia de pulpa de café NAVA-VALENTE, Noemi, LÓPEZ-ESCOBAR, Luis Antonio, DEL ÁNGEL-CORONEL, Oscar Andrés y ATENODORO-ALONSO, Jesús <i>Instituto Tecnológico Superior de Huatusco</i> <i>Universidad Politécnica de Huatusco</i>	14-22
Distribución estomática en maíz a diferentes dosis de humus CASARRUBIAS-CASTILLO, Kena, LOZA-LLAMAS, Juana América, ZAÑUDO-HERNÁNDEZ, Julia y MÉNDEZ-MORÁN, Lucila <i>Universidad de Guadalajara</i>	23-26

Efecto del acondicionamiento osmótico con soluciones de KNO_3 en la germinación de semillas de *Amaranthus hypochondriacus* L.

Effect of osmotic conditioning with KNO_3 solutions in the germination of *Amaranthus hypochondriacus* L. seeds.

PICHARDO-GONZÁLEZ, Juan Manuel†*, QUINTANA-CAMARGO, Martín, NARVÁEZ-ESPARZA, María Andrea' y BARRERA-GODÍNEZ, Edgar David'

Centro Nacional de Recursos Genéticos-INIFAP. Boulevard de la Biodiversidad No. 400. Rancho las Cruces, Tepatlán de Morelos, Jalisco. C.P. 47600.

²Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías. Universidad de Guadalajara. Blvd. Gral. Marcelino García Barragán 1421, Esq. Calzada Olímpica, Guadalajara, Jal. C.P. 44430.

ID 1^{er} Autor: Juan Manuel, Pichard-González / ORC ID: 000003-2281-3101, Researcher ID Thomson: W-2141-2018, CVU CONACYT ID: 44748

ID 1^{er} Coautor: Martín, Quintana-Camargo / ORC ID: 0000-0002-5432-8891, Researcher ID Thomson: V-6180-2018, CVU CONACYT ID: 66080

ID 2^{do} Coautor: María Andrea, Narváez-Esparza

ID 3^{er} Coautor: Edgar David, Barrera-Godínez

DOI: 10.35429/JOTI.2019.11.3.1.4

Recibido 12 de Julio, 2019; Aceptado 24 de Septiembre, 2019

Resumen

El amaranto puede ayudar a disminuir los problemas de alimentación, desnutrición y salud en la población, debido a que aporta energía, proteínas, vitaminas y minerales y también es fuente natural de lisina, un aminoácido raro en otros cereales. No obstante, cuando se almacena para usarse como semilla sufre un deterioro relativamente rápido, el cual se refleja principalmente en una baja germinación. El acondicionamiento osmótico o "priming" es un tratamiento que puede mejorar la capacidad de germinación de las semillas, una vez que estas han sufrido deterioro. En este trabajo se realizó un experimento de acondicionamiento osmótico con el objetivo de incrementar el porcentaje de germinación en semillas de amaranto de accesiones que se conservan en el Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG) del INIFAP. Las semillas de cuatro genotipos de amaranto fueron hidratadas en cinco soluciones de KNO_3 durante 2 h, seguido de un periodo de desecación de 24 h a 25°C. Posteriormente, a estas semillas se les realizó una prueba de germinación. Los resultados mostraron que la germinación se incrementó con el acondicionamiento osmótico empleando soluciones de KNO_3 con lo cual el deterioro se revirtió. Asimismo, el genotipo tuvo efecto en el comportamiento germinativo de las semillas.

Amaranto, Priming, Deterioro de semilla

Resumen

Amaranth can help to decrease the problems of food, malnutrition and health of the human population, as it provides energy, protein, vitamins and minerals and is also a natural source of lysine, a rare amino acid in other cereals. However, when stored for use as seeds, they suffer a relatively rapid deterioration, which is mainly reflected in low germination. Osmotic conditioning or "priming" is a treatment that can improve the germination capacity of the seeds, once they have been subjected to deterioration. In this work, an osmotic conditioning experiment was carried out with the objective of increasing the germination percentage in amaranth seeds accessions that are conserved at the National Center of Genetic Resources (CNRG) of INIFAP. The seeds of four amaranth genotypes were hydrated in five KNO_3 solutions for 2 h, followed by a 24 h drying period at 25 °C. Subsequently, these seeds were tested for germination. The results showed that the germination was increased with osmotic conditioning using KNO_3 solutions, thereby the seed deterioration was reverted. Also, the genotype had an effect on the germinative behavior of the seeds.

Amaranth, Priming, Seed deterioration

Citación: PICHARDO-GONZÁLEZ, Juan Manuel, QUINTANA-CAMARGO, Martín, NARVÁEZ-ESPARZA, María Andrea y BARRERA-GODÍNEZ, Edgar David. Efecto del acondicionamiento osmótico con soluciones de KNO_3 en la germinación de semillas de *Amaranthus hypochondriacus* L. Revista de Invención Técnica 2019. 3-11:1-4

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: jmpichardo73@yahoo.com.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

La demanda de amaranto actualmente está en ascenso ya que puede ayudar a solucionar los problemas de alimentación, desnutrición y salud en la población, debido a que aporta energía proteínicas, vitaminas y minerales y también es fuente natural de lisina, un aminoácido raro en otros cereales (INDESOL, 2014). Cuando la semilla de amaranto se almacena para siembra o como recurso genético sin las condiciones de adecuadas de almacenamiento, esta sufre un rápido deterioro, el cual se refleja principalmente en una baja germinación. Existen algunos tratamientos como el acondicionamiento osmótico o priming para mejorar la capacidad de germinación de las semillas, una vez que estas han sufrido deterioro (Khan *et al.*, 1978; Marín *et al.*, 2007).

El acondicionamiento osmótico consiste en la hidratación de semillas bajo condiciones controladas en una solución de concentración determinada usando KNO_3 , KH_2PO_4 , K_3PO_4 , MgSO_4 , NaCl , entre otros compuestos y por un periodo de tiempo establecido, la cual busca acondicionar las semillas retardando su deterioro fisiológico (Black y Bewley, 2000; Moosavi *et al.*, 2009). Con el acondicionamiento osmótico, las semillas conservan la viabilidad y aceleran el proceso de germinación, así como la longitud de la raíz y el vigor, ya que repara los daños asociados al deterioro (Khan *et al.*, 1978).

En un estudio previo realizado por nuestro equipo de trabajo los resultados mostraron que de un total de 40 accesiones de semilla de amaranto que ingresaron al banco de germoplasma de semillas ortodoxas del CNRG de para conservación y resguardo, solamente 16 muestras tuvieron un porcentaje de germinación mayor o igual 85%. Con base esos resultados, el objetivo de este trabajo fue incrementar el porcentaje de germinación de semillas de amaranto que se ingresaron para su conservación al CNRG a través de la evaluación de tratamientos de acondicionamiento osmótico.

Materiales y métodos

El trabajo se realizó en el Laboratorio Agrícola Forestal Sección Semillas Ortodoxas del CNRG. Se utilizaron cuatro repeticiones de 25 semillas de cuatro genotipos de amaranto (*A. hypochondriacus* L.) por cada tratamiento. Estas semillas fueron cosechadas en 2013.

Las soluciones para realizar el acondicionamiento osmótico se prepararon disolviendo 0.125, 0.25 y 0.50 g de KNO_3 en 250 mL de agua destilada para obtener las concentraciones de 0.5, 1 y 2% requeridas para los tratamientos 3, 4 y 5, respectivamente. Para el tratamiento 2 sólo se utilizaron 250 mL de agua destilada sin KNO_3 (imbibición) y para el tratamiento 1 (Control) se utilizó semilla sin KNO_3 y sin hidratación. Después de preparar las soluciones, las semillas se sumergieron en tales tratamientos en vasos de precipitados de 10 mL durante 2 h continuas, seguido de un período de secado de 24 h en un horno de secado a 25 °C. A las semillas del tratamiento 1 (control) no se les hizo el tratamiento de hidratación. Finalmente, estas semillas se evaluaron con una prueba de germinación con el método sobre papel (ISTA, 2017). Se utilizó un diseño experimental de dos factores en completamente al azar con cuatro repeticiones. Un primer factor fueron los tratamientos y un segundo factor fueron los genotipos. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y la comparación de medias (Tukey, 0.05). Los valores de germinación fueron transformados con la función Arco seno $\sqrt{X/100}$.

Resultados y discusión

El análisis de varianza mostró (Tabla 1) que los tratamientos de acondicionamiento osmótico, los genotipos y la interacción tratamientos de acondicionamiento osmótico*genotipos presentaron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$).

Fuentes de variación	Grados de libertad	de Germinación (%)
TAO	4	2261.6**
Genotipos	3	340.7**
TAO* Genotipos	12	275.6**
Error	60	60.7
CV (%)		15.7
Media		49.3

TAO = Tratamientos de acondicionamiento osmótico; CV = Coeficiente of Variación. *, ** = Significativo con $p \leq 0.05$ y con $p \leq 0.01$, respectivamente; ns = No significativo.

Tabla 1 Cuadro de cuadrados medios y significancia estadística de cinco tratamientos de acondicionamiento osmótico con soluciones de KNO_3 aplicados a semillas de cuatro genotipos de amaranto.

Los tratamientos de 2% de KNO_3 , 0% de KNO_3 , 1% de KNO_3 y 0.5% de KNO_3 con imbibición por 2 h tuvieron un porcentaje de germinación del 68%, 65%, 64% y 63%, respectivamente, valores que son superiores al del tratamiento de 0% de KNO_3 con semilla sin hidratación (Control) que fue del 23%. Estos resultados muestran que con la simple imbibición (hidratación) de la semilla seguido de un secado de éstas (deshidratación), hubo un incremento en la germinación de las semillas como sucedió con la semilla del tratamiento 0% de KNO_3 con imbibición por 2 h, la cual triplicó el valor de la germinación de la semilla de 0% de KNO_3 con semilla sin hidratación (Gráfico 1).

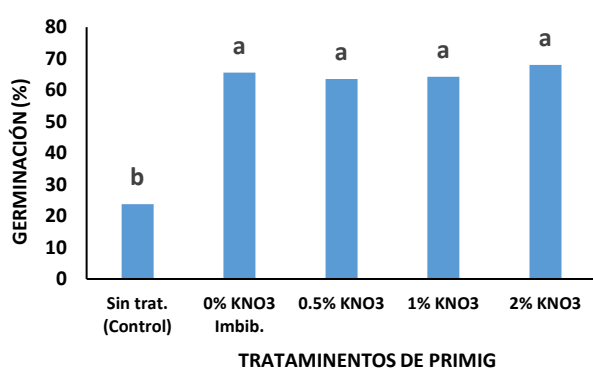


Gráfico 1 Germinación de semillas de amaranto tratadas con cinco tratamientos de acondicionamiento osmótico empleando soluciones con diferentes concentraciones KNO_3 . Valores con la misma letra son estadísticamente similares (Tukey, 0.05).

Como se mencionó anteriormente, los resultados encontrados sugieren que la simple hidratación de las semillas de amaranto contribuyó a mejorar el vigor y por ende el comportamiento germinativo de las semillas. Al respecto McDonald (2000) y Marín *et al.* (2007) mencionan que en el acondicionamiento osmótico la hidratación de las semillas es controlada por el equilibrio osmótico que se presenta entre el potencial hídrico de la solución y el interior de las mismas, el resultado final es un aumento de la germinación.

Aunando a la hidratación misma de las semillas, posiblemente las soluciones de KNO_3 favorecieron un control del nivel de imbibición de éstas, contribuyendo con esto a la mejora de la germinación. Con respecto a lo mencionado anteriormente Dias *et al.* (2012) señalan que agentes inorgánicos como KNO_3 son osmóticamente activos, reduciendo el potencial hídrico de la solución.

Esto permite un control del nivel de imbibición de las semillas, contribuyendo a la mejora de la germinación y vigor de la semilla. En este sentido Hernández *et al.* (2009) indican que el potasio es un nutrimento esencial para las plantas, involucrado en la estabilización del pH celular, la osmoregulación, la activación de enzimas, la tasa de asimilación de CO_2 , la translocación de fotostatos y el transporte en las membranas, de aquí sus efectos benéficos en su uso en la aplicación de tratamientos de acondicionamiento osmótico a las semillas.

En cuanto los materiales de amaranto evaluados, los genotipos 2, 1 y 3 tuvieron un porcentaje de germinación del 63.6%, 58.6% y 58.4%, respectivamente, valores que son superiores al del genotipo 4 que fue del 47.4% (Gráfico 2). Estos valores muestran que hay un efecto del genotipo en el comportamiento germinativo.

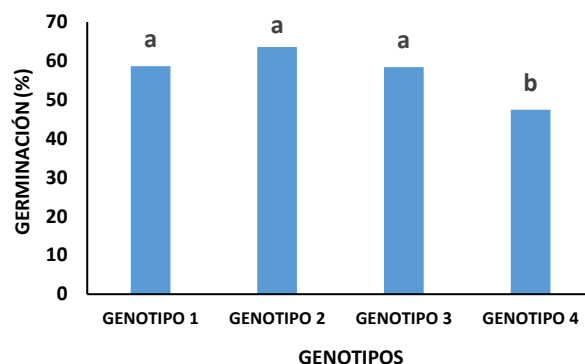


Gráfico 2 Germinación de semillas de cuatro genotipos de amaranto con tratamientos de acondicionamiento osmótico usando soluciones con diferentes concentraciones KNO_3 . Valores con la misma letra son estadísticamente similares (Tukey, 0.05)

La combinación tratamientos de acondicionamiento osmótico con los genotipos muestra que el tratamiento de 0.5% de KNO_3 con el genotipo 2 y la combinación 0% de KNO_3 con imbibición por 2 h con el genotipo 1 tuvieron la mejor respuesta en el comportamiento germinativo de las semillas de amaranto con el 66% y 65%, respectivamente (Tabla 2).

Los resultados mencionados anteriormente también muestran que el genotipo tiene efecto en el comportamiento germinativo de las semillas de amaranto evaluadas.

Tratamientos	Genotipos	Germinación (%)
1	1	18.3 f
1	2	22.3 ef
1	3	36.2 def
1	4	35.6 def
2	1	65.1 a
2	2	58.9 abc
2	3	54.1 abcd
2	4	40.3 cde
3	1	53.1 abcd
3	2	66.7 a
3	3	49.2 abcd
3	4	44.4 bcd
4	1	50.2 abcd
4	2	58.5 abc
4	3	60.6 abc
4	4	48.4 abcd
5	1	62.6 ab
5	2	59.1 abc
5	3	53.8 abcd
5	4	48.5 abcd

DMS = Diferencia Mínima Significativa. Tratamientos: 1 = 0% de KNO₃ y sin imbibición (Control); 2 = 0% de KNO₃ con imbibición por 2 h; 3 = 0.5% de KNO₃; 4 = 1% de KNO₃ and 5 = 2% de KNO₃. Medias con letras iguales son estadísticamente similares (Tukey, 0.05).

Tabla 2 Efecto de la combinación de tratamientos de acondicionamiento osmótico con los genotipos en el comportamiento germinativo de las semillas de amaranto.

Agradecimiento

A la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA) por el financiamiento del proyecto SATREPS “Evaluación de la Diversidad y Desarrollo del Uso Sustentable de los Recursos Genéticos Mexicanos”. No. de SIGI 13401032577.

Conclusiones

Los valores de la germinación de todos los tratamientos de acondicionamiento osmótico que incluyeron la hidratación de las semillas fueron tres veces mayor a la semilla sin tratamiento de acondicionamiento osmótico (sin KNO₃ ni hidratación). Con la simple imbibición de la semilla (hidratación) seguido de un secado de estas (deshidratación) hubo un incremento en la germinación de las semillas de amaranto, con lo cual el deterioro se revirtió. En este estudio, el genotipo también tuvo un efecto sobre el comportamiento germinativo de las semillas.

Referencias

Black, M. and Bewley, J.D. (2000). Seed Technology and its Biological Basis. Sheffield Academic Press Ltd, Shef.

Dias, M., Zanúncio, C., Dias De Souza, N., Da Conceição, P. and Cazelli, S. (2012). Resposta fisiológica de sementes de mamão submetidas ao condicionamento osmótico. *Revista Caatinga*. 25(4): 82-87.

Hernández, M., Lobo, M., Medina C., Cartagena J. & Delgado, O. (2009). Comportamiento de la germinación y categorización de la latencia en semillas de mortiño (*Vaccinium meridionale* Swartz). *Agron. Colom*. 27(1): 15-23.

INDESOL. (2014). Programa eco-amaranto. Manual para la producción de amaranto cultivo, cosecha y post cosecha. Oaxaca, México. Consultado el 17 de agosto de 2019.

ISTA (International Seed Testing Association). (2017). International Rules for Seed Testing. Rules 2017. ISTA Editions, Zurich, Switzerland. Khan A., A., Tao, K., Knypl, S. and Borkowska, B. (1978). Osmotic conditioning of seeds: Physiological and biochemical changes. *Acta Hort*. 83: 267-278.

Marín, S J., Mejía, J., Hernández, A., Peña, A. and Carballo, A. (2007). Acondicionamiento osmótico de semillas de tomate de cáscara. *Agricultura Técnica en México*. 33: 115-123.

Mcdonald, M. (2000). Seed priming. In: M. Black and Bewley. *Seed technology and its biological basis*. pp. 287-325. England: Sheffield Academic Press Ltd.

Moosavi A., Tavakkol R., Afshari F. and Aynehband, A. (2009). Effects of priming on germination characteristics of four amaranth cultivars. *Journal of Food, Agriculture & Environment* Vol.7 (3-4): 353-358.

Optimización de la resistencia del cuero automotriz en operaciones de ensamble empleando un diseño experimental 3^k

Optimization of the resistance of leather for automotive use in assembly operations using a 3^k experimental design

RUELAS-SANTOYO, Edgar Augusto†*, SÁNCHEZ-MÁRQUEZ, Juan Antonio', SÁNCHEZ-LUNA, Antonio, CHACÓN-OLIVARES, Maria del Carmen

Instituto Tecnológico superior de Irapuato. Carretera Irapuato - Silao km 12.5 Colonia El Copal. Irapuato, Guanajuato, México.

'Universidad de Guanajuato. Guanajuato, México.

ID 1^{er} Autor: *Edgar Augusto, Ruelas-Santoyo*

ID 1^{er} Coautor: *Juan Antonio, Sánchez-Márquez*

ID 2^{do} Coautor: *Antonio, Sánchez-Luna*

ID 3^{er} Coautor: *Maria del Carmen, Chacón-Olivares*

DOI: 10.35429/JOTI.2019.11.3.5.13

Recibido 7 de Julio, 2019; Aceptado 5 de Septiembre, 2019

Resumen

Dentro de la industria automotriz una de los materiales más utilizados para el confort del usuario es la piel animal, dicho material es utilizado para recubrir piezas que tendrán contacto con el consumidor. Uno de los problemas más importantes que se presentan con el manejo de la piel en operaciones de recubrimiento y ensamble dentro de plantas del sector automotriz es la falta de resistencia. Un tratamiento que se debe aplicar a la piel para mejorar sus condiciones de resistencia a la tensión mecánica, está en función de dos factores: porcentaje de humedad en la piel y cantidad de tensoactivo aplicado. En la presente investigación se establecen condiciones de operación óptimas para el manejo de la piel empleada en procesos del sector automotriz a partir de un diseño experimental factorial 3^k. El caso de aplicación fue llevado a cabo en una empresa dedicada a fabricar descansabrazos para autos de gama alta. Los resultados de la investigación muestran una mejora del 97% en operaciones donde la resistencia de la piel es exigida para cumplir con los estándares de calidad establecidos en la industria automotriz.

Diseño experimental, piel, industria Automotriz

Resumen

Within the automotive industry one of the most used materials for user comfort is animal skin, this material is used to coat pieces that will have contact with the consumer. One of the most important problems that arise with the handling of the skin in operations of coating and assembly within plants of the automotive sector is the lack of resistance. A treatment that must be applied to the skin to improve its conditions of resistance to mechanical tension, is in function of two factors: percentage of moisture in the skin and amount of surfactant applied. In the present investigation, optimal operating conditions are established for the handling of the skin used in processes of the automotive sector based on a 3^k factorial experimental design. The application case was carried out in a company dedicated to manufacture armrests for high-end cars. The results of the investigation show an improvement of 97% in operations where the resistance of the skin is required to meet the quality standards established in the automotive industry.

Experimental design, leather, automotive industry

Citación: RUELAS-SANTOYO, Edgar Augusto, SÁNCHEZ-MÁRQUEZ, Juan Antonio', SÁNCHEZ-LUNA, Antonio, CHACÓN-OLIVARES, Maria del Carmen . Optimización de la resistencia del cuero automotriz en operaciones de ensamble empleando un diseño experimental 3^k. Revista de Invención Técnica 2019. 3-11:5-13

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: edruelas@itesi.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

La industria automotriz es una de las más dinámicas y competitivas de México. En las últimas décadas, México ha llamado la atención de los principales actores del sector automotriz debido al crecimiento sostenido en la producción de vehículos y autopartes, así como a la fortaleza y las perspectivas de crecimiento de su mercado interno. Actualmente, México es el sexto productor más grande del mundo y la expectativa es que los próximos años el país avanzará varias posiciones. Este crecimiento es resultado de una combinación de factores, entre los que destacan la apertura de nuevas plantas de manufactura, la localización geográfica del país y el crecimiento de la industria en Estados Unidos, el principal destino de las exportaciones mexicanas de autopartes (Barrera y Pulido, 2016).

La importancia de la calidad de los productos es una prioridad fundamental para todas y cada una de las organizaciones que conforman el sector automotriz, es por ello que es primordial contar un seguimiento adecuado al proceso de fabricación y tener un control de las posibles causas que puedan afectar a calidad del producto (Chua, 2007).

Para mejorar la calidad y, en general para resolver problemas recurrentes y crónicos, es imprescindible apegarse a una metodología bien estructurada, para así llegar a las causas de fondo de cada uno de los problemas que realmente son importantes, y no quedarse en atacar efectos y síntomas (Gutiérrez, 2004).

El diseño de experimentos (DOE) por sus siglas en inglés, a través de experimentaciones y pruebas busca resolver los problemas que se presentan en los sistemas productivos. El diseño experimental consiste en determinar cuáles pruebas se deben realizar y de qué manera, para obtener datos que, al ser analizados estadísticamente, proporcionen evidencias objetivas que permitan responder las interrogantes planteadas, y de esa manera clarificar los aspectos inciertos de un proceso, resolver un problema o lograr mejorar u optimizar las operaciones (Montgomery, 2005).

El control de la calidad en la fabricación de curtidos precisa disponer de métodos de análisis y ensayos adecuados para examinar las materias primas, verificar los procesos de producción, vigilar las emisiones y sus tratamientos, y en definitiva para controlar la calidad del producto final. El ensayo del cuero terminado sirve para comprobar que posee calidad suficiente que su consumidor demanda. Para que los resultados del ensayo del cuero sean reproducibles en diferentes laboratorios es necesario unificar y normalizar estrictamente los ensayos de forma que en todos ellos se midan los mismos parámetros por los mismos procedimientos e instrumentos. La necesidad de la estandarización es especialmente acusada para los ensayos físicos, en primer lugar, por la irregular distribución de las propiedades físicas a lo largo del cuero y en segundo lugar por la considerable dependencia de los resultados respecto de las características del método utilizado. Es prácticamente imposible comparar resultados de ensayos físicos sino se ha seguido el mismo procedimiento (Font, 2002)

En el presente trabajo se propone analizar el efecto de los factores: cantidad de tensoactivo aplicado a la piel y el porcentaje de humedad presente en los cortes de piel utilizados en la fabricación de fundas para descansabrazos en la industria automotriz a partir de un diseño experimental factorial. El objetivo es aumentar la resistencia a la tensión y obtener los niveles óptimos de operación del enfundado para evitar defectos por rasgamiento y pérdidas de material, logrando así aumentar los índices de producción y calidad en el sistema de producción.

La experimentación se llevó cabo dentro de la industria de fabricación de descansabrazos, el fin es poder para mejorar la condición física de la piel, específicamente la característica de calidad: resistencia a la tensión mecánica. El desarrollo de la investigación además del diseño experimental está basado en la metodología DMAIC ya que es un método estructurado para la solución de problemas. La metodología está compuesta de cinco fases interconectadas: definir, medir, analizar, mejorar y controlar (Carty, 2004).

Después de una breve introducción en la sección 1, el artículo se organiza de la siguiente forma: en la sección 1.1 se muestra la revisión bibliográfica llevada a cabo en la investigación.

La sección 2 se compone por una descripción de los materiales y métodos utilizados. Los resultados de las experimentaciones y validación son mostrados en la sección 3. Por último, las conclusiones sobre la investigación propuesta conforman la sección 4

Revisión Bibliográfica

Los diseños de experimentos son muy utilizados dentro de la industria automotriz para realizar mejoras en los procesos de fabricación. El trabajo de (Suchana, 2017), propone una metodología de diseño para configuraciones de canales de refrigeración en moldes de inyección de plástico utilizados en el sector automotriz.

El trabajo presentado por (Tanco, 2018), analiza la soldadura láser aplicada para unir los laterales de un auto y su techo, la cual es realizada por medio de robots. Este proceso presentaba problemas de calidad, ya que la aparición de poros en ambos cordones de la soldadura es frecuente. Por ello, se recurrió a la experimentación y en concreto al diseño de experimentos (DOE) para mejorar el proceso. El proyecto obtuvo una reducción del 97% de los poros.

En el estudio llevado a cabo por (Romero, 2017), se realiza un diseño experimental para reducir la masa del pedal de freno sujeto a restricciones estructurales, esto debido a que los equipos FSAE a menudo reducían el factor de seguridad en métodos de diseño convencionales y subestimaban las cargas aplicadas a la pedalera. La parametrización del modelo geométrico del pedal de freno incluye un conjunto de ocho 8 variables de diseño, el DOE se genera usando el procedimiento denominado hipercubo latino. El resultado al que se llegó con el diseño fue encontrar la estrategia efectiva basada en metamodelos para minimizar la masa de un pedal de freno sin afectar el factor de seguridad. En (Villegas, 2013), se realizó un diseño de experimentos para determinar qué niveles de pintura de un producto minimiza el tiempo de espera del secado total, para ello realizó un experimento factorial completo de 3 factores con 2 niveles cada uno, los factores que se utilizaron fueron: tipo de pintura, método de secado y cantidad de capas que se aplican. Una vez realizado el análisis se conoció el método más efectivo para disminuir el tiempo de secado.

Dentro de la investigación presentada por (Li, 2017), se plantea que buscar la eficiencia del motor siempre es importante. Es por ello que propone un diseño de experimentos con cinco factores que ayudan a mejorar el rendimiento del motor. Se genera un diseño de experimentos 2^5 para dicho análisis en donde arroja como resultado que todos los efectos son significativos para el rendimiento del motor. A través de la metodología de superficie de respuesta se genera la ecuación que permite encontrar los niveles óptimos de trabajo con el fin de obtener el mayor rendimiento del motor.

Materiales y métodos

Para llevar a cabo la investigación bajo un procedimiento ordenado se recurrió a la metodología DMAIC, misma que es utilizada para llevar a cabo los proyectos Six Sigma con el fin de lograr la optimización de procesos. La metodología consta de cinco etapas: definir (D), medir (M), analizar (A), mejorar (M) y controlar (C). Las etapas son desarrolladas a lo largo de la sección de Materiales y métodos.

Definir

Uno de los procesos críticos en los que se hace uso de piel en el sector automotriz es la fabricación de partes tapizadas con el material, una parte muy importante es el descansabrazo ya que la pieza tiene contacto directo de forma física y visual con el usuario, de ahí la importancia de establecer condiciones de operación óptimas que ofrezcan productos de calidad para el cliente a partir de un diseño experimental. En el caso de estudio, el proceso de tapizado de descansabrazos presenta un porcentaje de rechazos por encima del objetivo trazado dentro de la organización, mismos que son ocasionados por el desgarre de fundas al presentar poca resistencia en la piel. La piel desgarrada por falta de resistencia a la tensión ya no puede ser reprocesada teniendo la pérdida total del material (SCRAP), ver Figura 1. Con el fin de eliminar el desgarre de la piel, se plantea experimentar con los factores: % de humedad y cantidad de tensoactivo, ya que ambos intervienen en el tratamiento y manejo de la piel en el sector automotriz.



Figura 1 Funda Rasgada
Fuente: Elaboración Propia

Medir

Uno de los indicadores de productividad más importantes en los sistemas productivos es el nivel de sigmas (σ), el indicador hace alusión a la cantidad de piezas defectuosas por un fabricadas en cualquier operación presente en el proceso de manufactura, el ideal de cualquier sistema productivo es llegar a establecer un sistema 6σ en el cual se generan únicamente de 3 a 4 defectos por millón. Para conocer el nivel de sigmas en operaciones de tapizado donde el principal problema es la rasgadura de la piel ocasionada por la falta de resistencia, es importante calcular la probabilidad de ocurrencia, para ello se analizó una muestra de 1000 piezas que se sometieron a la prueba de resistencia a la tensión. De acuerdo con (Montgomery y Runger, 2014), el tamaño de la muestra puede ser determinado a través de la Ecuación 1:

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{(n_0+1)}{N}} \quad (1)$$

Donde:

N: Tamaño de la población.

n_0 : Tamaño de la muestra para una población finita

$$n_0 = \frac{z_{\alpha/2}^2 * p * q}{e^2} \quad (2)$$

p: proporción

q: proporción complementaria (1- p)

e: margen de error

z: nivel de confianza estandarizado.

El tamaño de la muestra mínimo queda definido en la Ecuación 2, tomando el tamaño de la población como el volumen de producción promedio mensual de 150 transformadores, el nivel de confianza empleado es del 95% ($z = 1.96$), una proporción del 50%, y un margen de error del 3%. El tamaño de muestra propuesto es más pequeño que el empleado, por lo tanto, el análisis estadístico es significativo y confiable.

$$n = \frac{1,067}{1 + \frac{(1,067+1)}{11,520}} = 978 \text{ muestras}$$

De acuerdo al número de muestra calculado el realizar pruebas a un total de 1000 muestras de piel es significativo. Los resultados de las pruebas de tensión fueron de 745 piezas rasgadas (74.5%). Obteniendo una probabilidad de que una muestra de piel no presente condiciones de rasgadura igual a 25.5%. El nivel de sigmas (σ), es calculado a partir de la Ecuación 3.

$$\text{Distribución normal inversa} \quad (e^{-\frac{d}{u}}) \quad (3)$$

Empleando la Ecuación 3, se obtiene la ecuación 4 por sustitución:

Distribución normal inversa

$$(e^{-\frac{633}{1000}}) = 0.077 \text{ sigmas.} \quad (4)$$

Analizar

La metodología seleccionada para lograr establecer parámetros de operación óptimos que permitan mejorar los indicadores de rechazos ocasionados por la falta de resistencia en la piel es la metodología de diseño de experimentos. Para comenzar con el diseño de experimentos, se realizaron cortes de piel estándar en sus medidas. En este diseño se analizó piel con grano medio en el grabado, la condición de grabado en la piel es de suma importancia ya que si se pierde el grano debido a los efectos de la humedad y tensoactivo se consideraría que no cumple con las especificaciones visuales del cliente, ver Figura 2 y 3. Es por esa razón que se busca encontrar la combinación ideal entre tensoactivo y humedad sin perder el grabado en la piel y obtener una resistencia a la tensión adecuada.



Figura 2 Piel con grano marcado



Figura 3 Piel con grano difuminado

Fuente: Elaboración Propia

El objetivo de un diseño factorial es estudiar el efecto de varios factores sobre una variable de respuesta, cuando se tiene el mismo interés sobre todos los factores. Para llevar a cabo el análisis del efecto del tensoactivo y el % de humedad sobre la piel se realizó un diseño de experimentos factorial 3^k , bajo la norma ISO 3376. Este diseño consiste en $3^2 = 9$ tratamientos, en donde el 3 representa los diferentes niveles a los que se fija cada factor en las diferentes pruebas, para este caso: alto, medio y bajo. El dos representa el número de factores que se requiere estudiar (cantidad de tensoactivo y % de humedad) con la hipótesis que pueden afectar la variable de respuesta que en este caso es la resistencia a la tensión en la piel de uso automotriz. Al diseño experimental se agregó una réplica del diseño llevando a cabo un total de 18 tratamientos. La información general para realizar el diseño factorial se muestra en la Tabla 1.

Factores	Niveles		
	(-1)	(0)	(1)
Tensoactivo (ml)	50	62.5	75
Humedad (%)	70	80	90

Tabla 1 Factores para el análisis del diseño de experimentos factorial

Fuente: Elaboración propia

La cantidad de tensoactivo se probó a: 50, 62.5 y 75 ml. La humedad se controló por medio de una cámara climática donde se colocaron las muestras de piel por un lapso de 20 minutos a un porcentaje de humedad de 70, 80 y 90. Ver Figura 4. Para que la piel pueda ser liberada por parte del departamento de calidad debe pasar por inspección donde se realiza una prueba de resistencia, teniendo como valor de aceptación 130 Newtons, ver Figura 5.

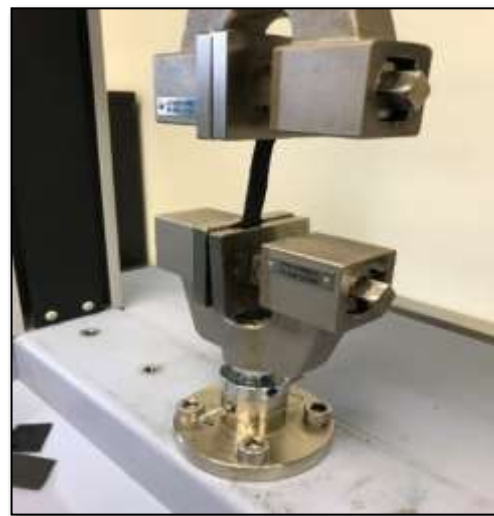


Figura 4 Control de humedad



Figura 5 Prueba de resistencia en la piel

Fuente: Elaboración Propia

Las pruebas se realizaron siguiendo el orden del arreglo factorial 3^2 con una réplica, el cual es un arreglo aleatorio con 18 tratamientos. Las pruebas realizadas se muestran en la Tabla 2. Los datos del experimento se analizaron a través del software Minitab 17

Experimentación	Cantidad de tensoactivo	de Humedad
5	62.5	80
14	62.5	80
4	50	80
9	75	90
16	50	90
2	62.5	70
3	75	70
11	62.5	70
6	75	80
12	75	70
17	62.5	90
8	62.5	90
15	75	80
10	50	70
7	50	90
13	50	80
1	50	70
18	75	90

Tabla 2 Matriz de diseño o arreglo factorial

Fuente: *Elaboración propia*

Resultados

Una vez planificado el diseño experimental es preciso llevar a cabo cada uno de los tratamientos propuestos y registrar la variable de respuesta con el fin de analizar estadísticamente la variación de la resistencia en función de los factores involucrados en el diseño experimental propuesto, las respuestas a los tratamientos se pueden ver en la Tabla 3.

Experimentación	Cantidad de tensoactivo (ml)	Humedad (%)	Resultado (N)
5	62.5	80	168.93
14	62.5	80	167.30
4	50	80	162.40
9	75	90	173.90
16	50	90	163.50
2	62.5	70	168.13
3	75	70	172.13
11	62.5	70	168.30
6	75	80	172.30
12	75	70	171.20
17	62.5	90	170
8	62.5	90	172.23
15	75	80	173.30
10	50	70	159.80
7	50	90	164.80
13	50	80	164.50
1	50	70	160.10
18	75	90	173.97

Tabla 3 Resultado del efecto del tensoactivo y humedad sobre la resistencia de la piel

Fuente: *Elaboración propia*

Se presenta el análisis de varianza (ANOVA) para determinar los efectos con mayor influencia sobre la variable de respuesta. La prueba del ANOVA demuestra que los factores principales; porcentaje de humedad y cantidad de tensoactivo, tienen un efecto significativo sobre la resistencia a la tensión de la piel ya que su valor-p es menor a 0.05. Por otro lado, la interacción de ambos factores no tiene un efecto significativo sobre la variable de respuesta puesto que su valor-p es mayor que 0.05, ver Tabla 4. El diseño experimentos presenta una R^2 de 95.79% por lo que el modelo explica en buena proporción la variación generada por los factores y la variable de respuesta

Fuente	G L	SC Sec.	SC Ajust.	MC. Ajustado	F	P
Humedad	2	29.276	29.276	14.638	16.76	.001
Tensoactivo	2	326.121	32.121	163.061	186.73	.000
Humedad * Cantidad	4	7.744	7.44	1.936	2.22	.148
Error	9	7.859	7.859	.813		
Total	17	371				

Tabla 4 Análisis de la varianza

Fuente: *Elaboración Propia*

$R^2 = 95.79\%$ y R^2 ajustado = 94.50%

De acuerdo al análisis de la varianza el nivel de tensoactivo influye con mayor significancia en la resistencia de la piel que la humedad. La Figura 6, muestra la influencia de los efectos principales sobre la variable de respuesta en la cual se sugiera que en la búsqueda de mayor resistencia ambos factores deben ser fijados en niveles altos, es decir 90% de humedad y 75 ml de tensoactivo. Sin embargo, también a mayor nivel de tensoactivo, la característica de calidad del grabado de la piel se pierde, ver Figura 3. En este caso trabajar con un nivel alto de tensoactivo no es funcional. Cabe señalar que no existe un efecto de curvatura significativo de los factores sobre la variable de respuesta. En la Figura 7, se muestra la superficie de respuesta de la resistencia a la tensión de la piel en relación a los factores involucrados en el estudio del diseño experimental.

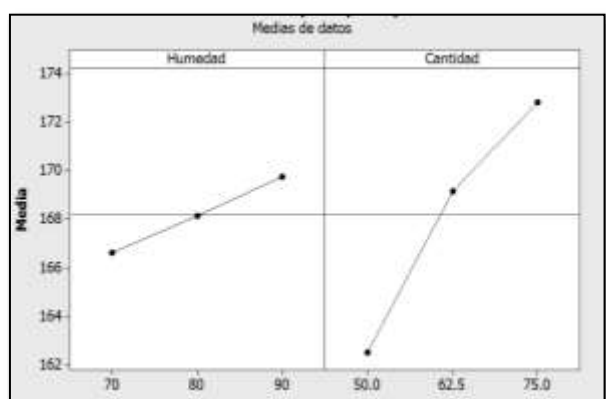


Figura 6 Control de humedad

Fuente: Elaboración propia en software Minitab

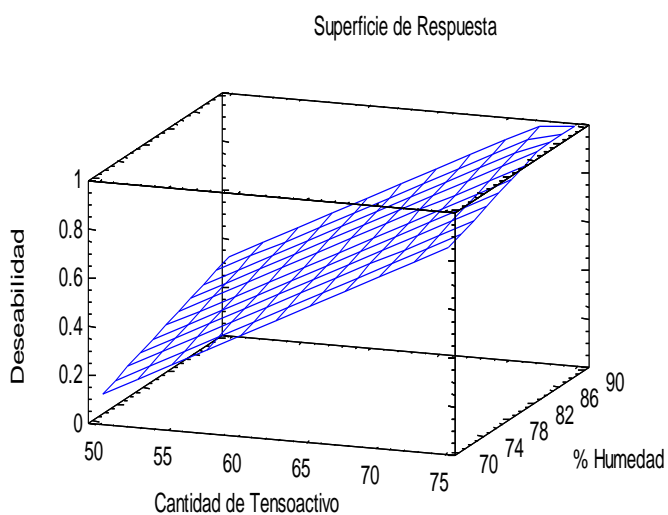


Figura 7 Control de humedad

Fuente: Elaboración propia en software Minitab

Para poder validar el diseño experimental realizado es vital cumplir con los supuestos de la metodología: normalidad, independencia y varianzas constantes de los residuales. Para comprobar el supuesto de normalidad se utilizó la prueba Anderson Darling, en la cual se debe cumplir la condición de $p > 0.05$, con el fin de concluir que los residuos se ajustan a una distribución normal. En este caso el valor p es igual a 0.250 por lo que se cumple el supuesto de normalidad, ver Figura 8. Para el supuesto de independencia se empleó el estadístico Durbin Watson en donde $D < D_u$ para sugerir que no existe correlación. El valor calculado de $D = 1.9711$ y D_u en tablas es igual 1.391, por lo tanto, no existe correlación entre los datos, ver Figura 9. La prueba de varianzas constantes se llevó a cabo por medio de la prueba de Bartlett, en donde el valor p debe ser mayor a .05 para cumplir con la condición, el valor p calculado es igual a 0.505, por lo que se comprueba el supuesto de varianzas constantes, ver Figura 10.

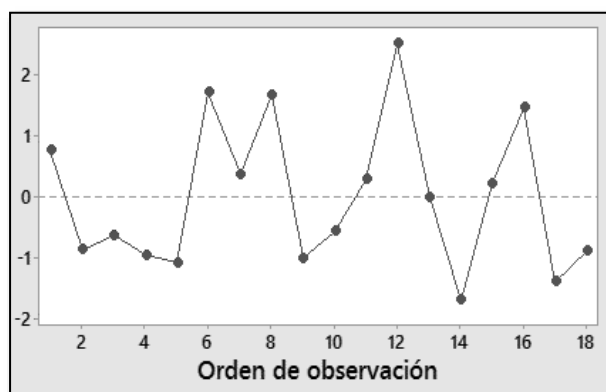


Figura 8 Prueba de Normalidad

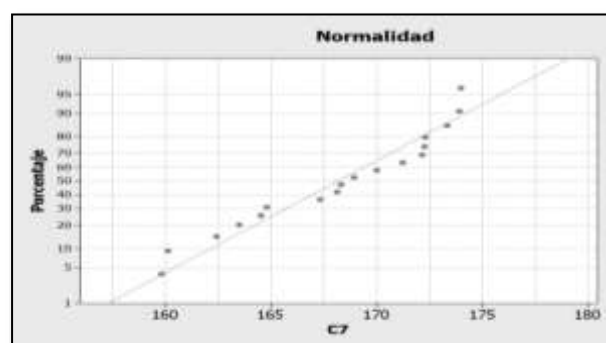


Figura 9 Independencia de datos

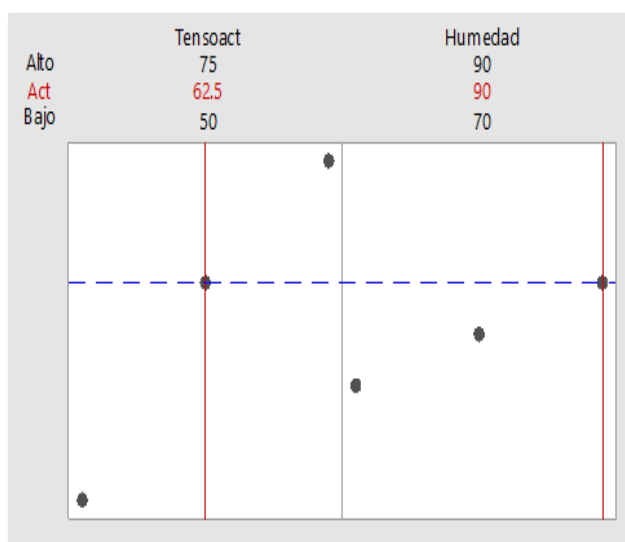


Figura 10 Prueba de varianzas constantes

Fuente: Elaboración propia en software Minitab

Mejorar y Controlar

Una vez obtenidos los resultados de las experimentaciones en donde se indica que sólo los efectos principales son significativos y no su interacción, se procede a establecer condiciones de operación óptimas para el manejo de la piel, dichas condiciones permitirán mejorar la resistencia a la tensión del material en operaciones de ensamble dentro de la industria automotriz. La variable de respuesta (resistencia a la tensión) que se pretende optimizar es del tipo mayor es mejor, y está relacionada de forma significativa a los factores cantidad de tensoactivo y % de humedad de acuerdo al análisis estadístico mostrado previamente. Para el factor cantidad de tensoactivo es importante establecer un nivel medio 62.5 ml, ya que al emplear un nivel alto se pierden propiedades estéticas de la piel y no es técnicamente viable, aunque se registre una mayor resistencia. En el factor porcentaje de humedad es importante que se aplique un porcentaje de humedad del 90%, aunque cabe resaltar que la cantidad de tensoactivo aporta cambios más significativos en la resistencia de la piel que la humedad por lo que no es necesario recurrir a niveles más altos de humedad a partir de una segunda experimentación. De acuerdo con la Figura 11, correspondiente a la gráfica de optimización un valor óptimo de resistencia está situado en un valor de medio de tensoactivo y un nivel alto de humedad con una resistencia promedio estimada de 170.727 Newtons y una estimación por intervalo de (169.479, 171.974) con un 95% de confianza.

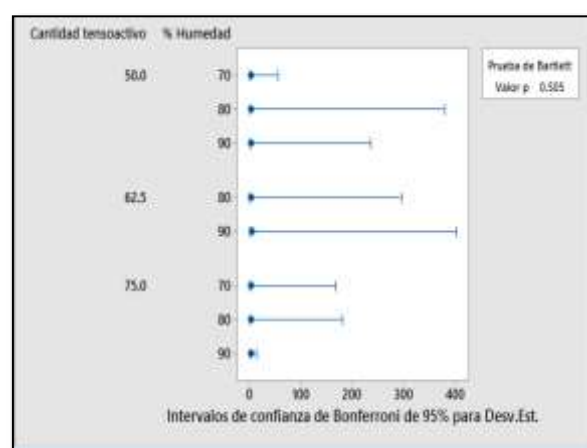


Figura 11 Prueba de varianzas constantes

Fuente: Elaboración propia en software Minitab

Las condiciones de operación propuestas a partir del diseño experimental fueron validadas por medio de una muestra de 1000 muestras de piel, de las cuales se detectaron un total de 13 unidades desgarradas (1.3%). El nivel de sigmas quedó definido en 2.22. El comparativo del antes y después de diseño experimental se muestra en el Gráfico 1.

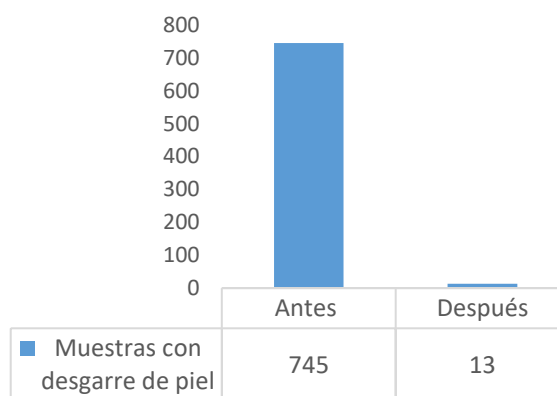


Gráfico 1 Comparación de resultados

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones y Discusión

A partir del presente trabajo de investigación es posible establecer condiciones de operación óptimas para el manejo de la piel en sistemas de producción involucrados en el sector automotriz. De acuerdo a los resultados obtenidos mediante el diseño experimental se validó que el tensoactivo y la humedad son significativos para aumentar la resistencia a la tensión en la piel, los tratamientos y secuencias de experimentación fueron llevados a cabo en el marco de la norma ISO 3376, que especifica el procedimiento y zonas para obtener cada una de las muestras.

En cuanto al análisis estadístico es importante señalar que no existe un efecto de curvatura en los factores estudiados lo que sugiere establecer niveles altos para este caso, aunque no se debe dejar de lado el aspecto técnico y de calidad en los cuales se contemplan características estéticas o de atributos, por lo que los niveles óptimos quedan definidos con un nivel de tensoactivo medio (62.5 ml) y la humedad en un nivel alto (90%). En cuanto a la mejora del proceso al implementar las condiciones establecidas por el diseño experimental se mejoraron en un 73.2% las rasgaduras presentes en la piel, lo cual es sumamente significativo en términos de productividad y economía. El estudio presenta una metodología estadística que cumple con los supuestos establecidos por lo que los resultados son válidos y pueden ser implementados en sistemas productivos que se involucren con piel en el sector automotriz.

Referencias

- Barrera, A., Pulido, A. (2016). La industria automotriz mexicana: situación actual, retos y oportunidades. ISBN: 978-607-97294-2-4
- Gryna, F., Chua, T. (2007). Método juran: análisis y planeación de la calidad. McGraw-Hill Interamericana. ISBN: 9789701061428
- Montgomery, D. (2005). Diseño y Análisis de experimentos (2a. ed.). México: Limusa Wiley. ISBN: 9789681861568
- Font, G. (2014). Análisis y ensayos en la industria del curtido. Generalitat de Catalunya.
- McCarty, T. (2004). Six Sigma black belt handbook. McGraw-Hill. ISBN: 9780071501453
- Suchana, A., Wu, T., Zhang Y. (2017). Thermo-mechanical design optimization of conformal cooling channels using design of experiments approach. Procedia manufacturing (10): 898 - 911. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.078>
- Tanco, M., Izarbe, L., Viles, E. (2018). Aplicación del Diseño de Experimentos (DOE) para la mejora de procesos.
- Romero, J., Queipo, N. (2017). Diseño óptimo basado en metamodelos de un pedal de freno tipo Fórmula SAE. Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia (40): 11-15.
- Villegas, J. (2013). Aplicación de diseño de experimentos para el análisis de secado de un producto. Innovaciones de negocios (19): 145-158.
- Yongfan, L. (2017). Research on the optimization design of motorcycle engine based on (DOE) methodology. Procedia Engineering (174): 740-747. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.01.216>

Efecto de la aplicación de pre-tratamientos físicos y químicos en la digestión anaerobia de pulpa de café

Effect of the application of physical and chemical pre-treatments on anaerobic digestion of coffee pulp

NAVA-VALENTE, Noemi†*, LÓPEZ-ESCOBAR, Luis Antonio, DEL ÁNGEL-CORONEL, Oscar Andrés y ATENODORO-ALONSO, Jesús

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Huatusco, Maestría en Ingeniería, Avenida 25 Poniente 100, Col. Reserva Territorial, Huatusco, Veracruz, C.P. 94100, México

Universidad Politécnica de Huatusco, División de Ingeniería en Biotecnología, Calle 9 Sur S/N Entre Avenidas 7 Y 9 Col. Centro, C.P. 4100. Huatusco, Veracruz, México.

ID 1^{er} Autor: Noemi, Nava-Valente/ ORC ID: 0000-0002-1598-5821, CVU CONACYT ID: 332980

ID 1^{er} Coautor: Luis Antonio López-Escobar/ ORC ID: 0000-0002-4845-3573

ID 2^{do} Coautor: Oscar Andrés, Del Ángel-Coronel/ ORC ID: 0000-0002-0848, CVU CONACYT ID: 226585

ID 3^{er} Coautor: Jesús, Atenodoro-Alonso/ ORC ID: 0000-0001-7307-0550, CVU CONACYT ID: 172674

DOI: 10.35429/JOTI.2019.11.3.14.22

Recibido 11 de Julio, 2019; Aceptado 17 de Septiembre, 2019

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar el efecto de pre-tratamientos térmicos (50, 70 Y 90 °C durante 1 h) y ácidos (2.5%, 5% y 10% v/v durante 1 h) en el proceso de digestión anaerobia de pulpa de café. La metodología consistió en tres etapas donde se obtuvieron los residuos, aplicaron pre-tratamientos para evaluar el porcentaje de tasa de hidrólisis y producción de biogás. El residuo presentó un valor de 91.80 % de SV, pH de 5.04, DQO total de 24.46 g/L y DQO soluble de 14.88 g/L. Los porcentajes de tasa de hidrólisis aplicando pre-tratamientos térmicos oscilaron entre 0.92-4.98%, mientras que al aplicar los pre-tratamientos de 2.6-18.86%. La aplicación de pre-tratamientos disminuyó significativamente el TRH de 23d a 14d, de igual manera se favoreció la producción de biogás en los tratamientos térmicos con respecto a la prueba control, efecto contrario con las muestras tratadas con ácido, puesto la mayor producción de biogás se produjo en la prueba control. Se concluye que el pre-tratamiento es significativo para incrementar el porcentaje de tasa de hidrólisis, sin embargo, el porcentaje de tasa de hidrólisis no se puede relacionar directamente con la producción de biogás en la digestión anaerobia.

Pulpa de café, pre-tratamiento térmico y ácido, Digestión anaerobia

Resumen

The present study aims to evaluate the effect of thermal pre-treatment (50, 70 Y 90 °C during 1 h) and acid pre-treatment (2.5%, 5% y 10% v/v during 1 h) in anaerobic digestion process of coffee pulp. The methodology consisted of three stages where the waste was obtained and characterized, applied pre-treatments to evaluate the solubilization degree and biogas production. The residue presented a %VS of 91.80, pH of 5.04, total COD 24.26 g/L and soluble COD 14.88 g/L. The solubilization values obtained by applying thermal pre-treatment increased to 0.92-4.98%, while applying acids pre-treatments of 2.6-18.86%. Subsequently, in the anaerobic digestion process, retention time decreased from 23 up to 14 days. The results obtained in this study demonstrate that, pretreatment is significant to increase the percentage of hydrolysis rate, however, the hydrolysis rate percentage cannot be directly related to biogas production in anaerobic digestion.

Coffee pulp, thermal and acid pre-treatment, anaerobic digestion

Citación: NAVA-VALENTE, Noemi, LÓPEZ-ESCOBAR, Luis Antonio, DEL ÁNGEL-CORONEL, Oscar Andrés y ATENODORO-ALONSO, Jesús. Efecto de la aplicación de pre-tratamientos físicos y químicos en la digestión anaerobia de pulpa de café. Revista de Invención Técnica 2019. 3-11:14-22

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: noemi_nava@itshuatusco.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

En años recientes, el uso de fuentes renovables de energía ha obtenido una gran importancia como alternativa a los combustibles fósiles (Karakashev *et al.*, 2007). Hoy en día, el uso de combustibles fósiles ya no es sustentable debido a que este recurso está limitado y no es amigable con el medio ambiente (Kamm y Kamm, 2006).

Es por ello, que los recursos energéticos renovables han generado un gran interés en la comunidad internacional durante las últimas décadas.

La biomasa es una fuente de energía prometedora, la cual incluye desechos orgánicos, desechos animales, desechos de plantas de tratamiento de aguas, residuos industriales y agrícolas, así como cultivos energéticos los cuales pueden ser usados como para la producción de biocombustibles (Antonopoulou *et al.*, 2008).

La fruta madura del café, también conocida como café cereza, es un material perecedero, que luego de ser cosechado, debe ser rápidamente procesado a granos de café seco (endocarpio con un contenido de humedad 10%). El procesamiento del fruto se realiza generalmente mediante el llamado "Beneficio Húmedo del Café", donde se consume grandes cantidades de agua y casi el 80 al 90.5 % del fruto se considera de poco o nulo valor económico y por consiguiente es designado como desecho (Calle, 1997; Pérez, 2002). La contaminación ocasionada por la industria cafetalera en el proceso de beneficio del café constituye un serio problema en los países productores del mismo.

Se han planteado un sin número de alternativas de tratamiento, entre ellos la digestión anaerobia, que es un proceso biotecnológico que convierte la materia orgánica en energía en forma de biogás, mediante consorcios microbianos (hidrolíticos, acidogénicos y metanogénicos) y que implican una serie de reacciones bioquímicas (Abelleira *et al.*, 2012), surgen como alternativa de solución para el tratamiento y aprovechamiento de residuos orgánicos.

Sin embargo, la presencia de grandes moléculas orgánicas asociadas con células microbianas no permite una estabilización rápida y completa de los sustratos (Vergine *et al.*, 2014), por lo que, tratamientos previos a la digestión anaerobia podrían favorecer la hidrólisis macromolecular, y por tanto la capacidad del proceso anaerobio incrementando su capacidad de tratamiento, la eficiencia del proceso y el rendimiento de metano.

En este aspecto se han realizado diversos estudios para evaluar el desempeño del proceso cuando el sustrato recibe un pre-tratamiento, con el objetivo de acelerar la etapa de hidrólisis, generalmente, estos tratamientos se realizan antes de que el sustrato se alimente al proceso.

El pre-tratamiento térmico de los residuos, ha sido utilizado de manera considerable en los últimos años (Donoso-Bravo *et al.*, 2011) debido a que puede lograr una alta solubilidad de compuestos orgánicos y un alto porcentaje de reducción de materia orgánica al final de tratamiento anaerobio, además de favorecer la inactivación de las concentraciones de microorganismos patógenos presentes en los sustratos crudos (Menert *et al.*, 2008) En, la mayoría de las investigaciones citadas se han utilizado altas temperaturas de pretratamiento que van desde 120-200°C y diferentes tiempos de tratamiento que van desde 30-60 min (Nava *et al.*, 2016, Yang *et al.*, 2010, Wilson *et al.*, 2009, y Pérez-Elvira *et al.*, 2008).

Por otra parte, el pre-tratamiento ácido, puede operar ya sea con alta temperatura y baja concentración de ácido (ácido diluido) o con baja temperatura y elevada concentración de ácido (ácido concentrado) (Jones *et al.*, 1984). La baja temperatura de operación en pre-tratamientos con ácidos concentrados es claramente una ventaja comparado con los pre-tratamientos con ácidos diluidos (Wyman, 1999). Sin embargo, una concentración elevada de ácido (30%- 70%) en el pre-tratamiento con ácidos concentrados puede ser extremadamente peligroso y corrosivo (Sun *et al.*, 2005).

Pre-tratamientos con ácidos como acético y nítrico han sido empleados para remover la lignina de residuos de papel periódico (Xia y Clarkson, 1997) y lodos activados para la producción de biogás (Cheng *et al.*, 2007).

Nava *et al.*, (2016) aplicaron pre-tratamientos térmicos a una mezcla de residuos agroindustriales (lodo residual, pollinaza y RAC) evaluando temperaturas de exposición de 80°C, 85°C Y 90°C durante 30, 60 y 90 min, las condiciones de pre-tratamiento permiten el tratamiento de grandes cantidades de residuo y la generación de un 10% más de biogás que el tratamiento convencional sin aumentar el volumen del reactor.

Monlau *et al.*, (2013) reportaron que la digestión anaerobia mesofílica combinada con un pre-tratamiento ácido-térmico 170°C, 1% H₂SO₄ empleando como sustrato residuos sólidos provenientes de la extracción de aceites de los girasoles, en dicho estudio se concluyó que el tratamiento previo con ácido diluido combinado con la temperatura fue beneficioso para la producción de metano, ya que este se incrementó de 195 mL CH₄/g SV a 289 mL CH₄/g SV, ellos aseguran que este hecho puede atribuirse a la accesibilidad mejorada de la celulosa y hemicelulosa al ataque microbiano.

Ruiz-Espinosa (2012) reporta que al realizar pruebas de biodegradabilidad en modo batch lodos fisicoquímicos provenientes de un rastro de aves pre-tratados térmicamente a 90°C y 90 min se obtienen rendimientos de 1 L biogás/g SV rem y 0.81 L CH₄/g SV.

Balseca y Cabrera (2011) Evaluaron el potencial de producción de biogás a partir de estiércol de ganado, pulpa de café, aguas mieles y agua utilizando biodigestores tipo batch que son sistemas anaeróbicos discontinuos. Realizaron estudios con estos tratamientos, T1 = mezcla de 40 % pulpa de café 20 % aguas mieles 40 % estiércol; T2 = mezcla de 40 % pulpa de café 20 % agua 40 % estiércol; T3 = 30 % agua 70 % estiércol. Tiempo de retención: 47 días, con una temperatura promedio de 30°C-40°C y un pH 6-7.

El presente trabajo tiene por objetivo evaluar el efecto de pre-tratamientos térmicos (50, 70 Y 90 °C durante 1 h) y ácidos (2.5%, 5% y 10% v/v durante 1 h en el proceso de digestión anaerobia de pulpa de café.

Metodología

En el siguiente apartado se describe la metodología que se llevó a cabo para cumplir los objetivos de este trabajo, la cual puede describirse de manera general en tres etapas: 1) Obtención del sustrato. 2) Definición de condiciones de pre-tratamiento y determinación del % de tasa de hidrólisis de materia orgánica. 3) Pruebas de biodegradabilidad en operación batch.

1) *Obtención y caracterización del sustrato*

El residuo agroindustrial se obtuvo habitualmente del beneficio COBISA ubicado en la ciudad de Huatusco, Veracruz, el cual opera mediante un proceso vía húmeda. Se recolectaron alrededor de 8 kilos de pulpa de café la cual se guardó en bolsas negras para su traslado y posteriormente se refrigeró para que no sufriera ningún tipo cambio

2) *Aplicación de pre-tratamientos ácidos y térmicos*

Para el estudio de hidrólisis ácida se evaluaron los factores de concentración de ácido y tiempo de exposición; en este trabajo se utilizó ácido acético (C₂H₄O₂). Se plateó una concentración de 2.5%, 5% y 10 % v/v de ácido acético, durante un tiempo de exposición de 60 minutos. El tratamiento ácido se llevó a cabo en recipientes de 250 mL, con un volumen útil de 200 mL Se utilizó una agitación continua de 150 rpm y a temperatura de 25°C Una vez transcurrido el tiempo de exposición, las muestras se neutralizaron con NaOH al 4 % hasta un pH de 7.0 para detener el efecto del ácido acético.

El estudio de hidrólisis térmica se evaluó los factores de temperatura y tiempo de exposición; se trabajaron temperaturas de 50°. 70° y 90° C durante 60 minutos, el experimento se llevó a cabo en recipientes de 250 mL, con un volumen útil de 200 mL y se utilizó una agitación continua de 150 rpm.

Los análisis de DQO, DQO soluble, sólidos totales (ST), sólidos volátiles (SV), pH, alcalinidad, fueron realizados de acuerdo al Standard Methods (1998).

El Nitrógeno Total Kjeldhal fue determinado mediante digestión y oxidación para formar el ion amonio y finalmente se cuantifica la cantidad de este ion por titulación. Los carbohidratos fueron analizados de acuerdo con el método de Antrona (Gerhardt *et al.*, 1994) y los lípidos mediante extracción Soxhlet.

La composición de biogás se analizó mediante un cromatógrafo de gases Ultra-Trace Thermo Scientific equipado con una columna Heliflex AT-Mol Sieve (longitud 30 m x 0,53 mm de diámetro), un Heliflex AT-Q (longitud 30 m x 0,53 mm de diámetro) y un detector de conductividad térmica. En la primera columna se analizó O₂, N₂, CH₄ y CO₂ mientras que en la segunda columna CH₄, y CO₂, el gas empleado como acarreador fue helio.

Los análisis de la demanda química de oxígeno (DQO) se realizaron sobre las muestras sin tratar, mientras la DQO soluble se analizó en las muestras filtradas crudas y tratadas. El factor de solubilización representa la relación entre la DQO soluble después del pre-tratamiento y de DQO inicial soluble, las fracciones solubles se obtuvieron después de la centrifugación a 12 000 rpm durante 15 min y posterior filtración con una membrana de 0,2 µm. Los datos obtenidos de DQO se emplearon para la obtención de la tasa de hidrólisis de cada una de las mezclas hidrolizadas y fue calculado mediante la ecuación número 1:

$$T.H. = \frac{\text{Concentración SCTA} - \text{Concentración SSTA}}{\text{Concentración TSTA}} * 100 \quad (1)$$

Donde:

TH= Tasa de hidrólisis (%)

Concentración SCTA= Concentración soluble con tratamiento ácido (mg/L)

Concentración SSTA= Concentración soluble sin tratamiento ácido (mg/L)

Concentración TSTA= Concentración total sin tratamiento ácido (mg/L)

3) Pruebas de biodegradabilidad en operación batch

En esta etapa se evaluó el efecto del pre-tratamiento ácido y térmico en la digestión anaerobia mesofílica mediante un experimento en batch, siendo comparados con un experimento sin pre-tratamiento. Se emplearon reactores a escala laboratorio (matraces Erlenmeyer de 250 ml de volumen total y 200 ml de volumen útil) con dos salidas que se emplearon para el muestreo de biogás y para la alimentación y descarga. Se utilizó inóculo proveniente de un reactor CSTR-1 en operación.

Los reactores se mantuvieron a un mezclador orbital de 110 rpm y una temperatura de 35 ± 2 °C. La cantidad de biogás producido se registró diariamente utilizando el método de desplazamiento de agua. Cada prueba batch se interrumpió después de alcanzar el criterio de eliminación de 38% de SV para cumplimiento de los requisitos de reducción de atracción de vectores indicados por los EE.UU. EPA. 1994

Cada experimento se realizó por triplicado. Posteriormente, fue llevado a operación semi continua en un agitador orbital, bajo condiciones mesofílicas (35°C) y 115 rpm.

Resultados

1) Obtención y caracterización del residuo

Las características fisicoquímicas presentes en el residuo de café se muestran a continuación en la siguiente tabla. El residuo presentó un valor de 91.80 % de sólidos totales volátiles por lo que es muy rico en cuanto a materia orgánica. Por otra parte, el pH del residuo resultó ser ligeramente ácido con un valor de 5.04.

Parámetros.	Valor
Sólidos totales	3.83% m/m
Sólidos volátiles	91.80 % m/m
pH	5.04
DQO total	24.46 g/L
DQO soluble	14.88 g/L

Tabla 1 Caracterización de pulpa de café

En el 2016 Rovira menciona que la pulpa de café es un subproducto ácido, y que este presenta valores menores a 5, encontrando él un valor de 4.21. Por otra parte, Torres Arellano *et al.*, (2017) obtuvo valores de pH 5.4 mientras que la DQO encontrada fue de 149.56 g/L.

Rosa (2015) realizó la caracterización del mismo residuo agroindustrial donde obtuvo el valor de 68.66% de SV, valor similar al que se encontró en este trabajo ya que por otra parte sólidos totales obtenidos en esta investigación presentó un valor de 3.83 interpretando que alrededor del 62% es materia orgánica. Así mismo encontró valores para la DQOT de 21.04 g/L siendo este un resultado ligeramente inferior al encontrado en esta investigación.

2) Definición de condiciones de pre-tratamiento y determinación del % de tasa de hidrólisis de materia orgánica

En la figura 1 se muestran los porcentajes de tasa de hidrólisis obtenidos posteriormente a los pre-tratamientos ácidos donde se aprecia que, conforme la dosis de ácido acético fue mayor, el porcentaje de tasa de hidrólisis se incrementó. Se obtuvieron valores de 2.6 % con una dosis del 2.5 %, 4.54 % con dosis del 5% y 18.86 % con una dosis del 10 %. Respecto a la última dosis (10%) se puede apreciar en la gráfica que se incrementó de manera drástica la tasa de hidrólisis.

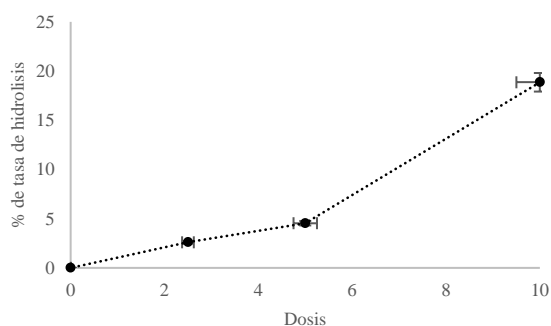


Gráfico 1 % de tasa de hidrólisis pre-tratamiento ácido

Zhao *et al.*, (2014) sometieron forraje de maíz a un pre-tratamiento con ácido acético diluido (0.25%) a 191°C durante 7.74 minutos que fue la condición óptima para la producción de AGV's y así evitar la inhibición en la fermentación ácida de dicho residuo.

En el gráfico 2 se muestran los porcentajes de tasa de hidrólisis obtenidos posteriormente a los pre-tratamientos térmicos, donde se puede observar que, conforme se fue incrementando la temperatura, la tasa de hidrólisis fue mayor. Teniendo valores de 0.92 para el pre-tratamiento a 50°C, 2.68 para 70°C y 4.98 para el pre-tratamiento a 90°C.

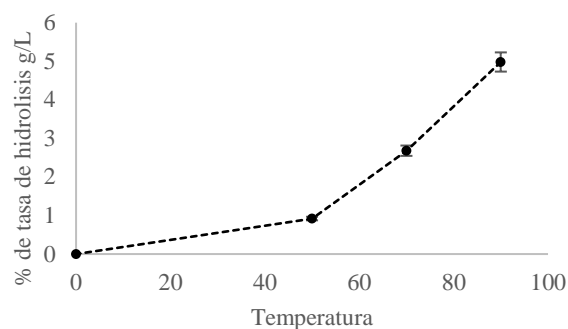


Gráfico 2 % tasa de hidrólisis pre-tratamiento térmico

Vergine (2014) realizó un estudio en el cual implementó pre-tratamientos térmicos a nivel laboratorio a temperaturas bajas (menos de 100°C) en lodos primarios y activados obteniendo como resultado un aumento en la DQO soluble de 14% en los lodos activados y un 3% en lodos primarios.

En otros estudios se encontraron porcentajes de 17.81% de grado de solubilización al aplicar un pre-tratamiento térmico de 90°C durante 60 minutos en lodos activados (Appels *et al.*, 2010).

Con los datos obtenidos en este estudio se puede observar que con el pre-tratamiento ácido hay una mayor tasa de hidrólisis en el residuo que con los que fueron tratados térmicamente, principalmente con el tratamiento al 10 % y una hora de exposición el cual obtuvo una tasa de hidrólisis de 18.86 %.

De acuerdo a los estudios citados, el pre-tratamiento ácido se aplica ampliamente debido a su bajo costo y alta eficiencia para hidrolizar la hemicelulosa en azúcares monoméricos sin disolver la lignina (Ferreira *et al.*, 2013).

3) Pruebas de biodegradabilidad operación batch

Durante los 40 días de operación se alcanzó un porcentaje de remoción de SV de 20%, 23.9%, 27% y 29.2% para el blanco, 2.5%, 5% y 10% respectivamente, el efecto del pre-tratamiento ácido radica en la solubilización de la materia orgánica disponible para el consorcio bacteriano involucrado en el proceso de digestión anaerobia, acelerando la degradación de la misma.

La producción de biogás obtenida del pre-tratamiento ácido a una dosis del 2.5 % fue menor que la muestra control produciendo un total de 1.4 L contra un 1.9 L respectivamente como se muestra en la figura 3. Durante el proceso de digestión anaerobia operación batch se notó que al incrementar la dosis de ácido acético la producción de biogás era menor obteniendo valores de 0.67 L para una dosis de 5% y 0.77 para una dosis del 10%.

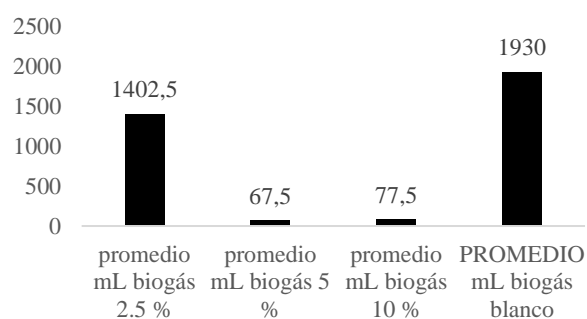


Gráfico 3 Producción de biogás acumulada pre-tratamiento ácido

El pre-tratamiento ácido se aplica ampliamente debido a su bajo costo y alta eficiencia para hidrolizar la hemicelulosa en azúcares monoméricos sin disolver la lignina (Ferreira *et al.*, 2013). El pre-tratamiento ácido como tal, hidroliza la pared celular y la membrana celular. En consecuencia, se incrementa la solubilidad de la materia orgánica contenida dentro de las células (Appels *et al.*, 2008). Hecho que justifica los altos porcentajes de tasa de hidrólisis y la baja productividad de biogás.

En la prueba de biodegradabilidad del pre-tratamiento térmico, la disminución del porcentaje de materia orgánica (SV) para el pre-tratamiento térmico 70°C, 1 hora fue el que obtuvo mayor porcentaje de remoción de materia orgánica llegando a un 27.6 %, con un TRH de 40 días comparándolo con los pre-tratamientos a 50°C y 90°C.

En cambio la muestra blanca (control) solo removió el 17 % de materia orgánica con un tiempo igual al pre-tratamiento térmico, debido a lo anterior se comprueba que el pre-tratamiento térmico previo a la digestión anaerobia favorece la remoción de compuestos orgánicos por lo cual puede disminuir el TRH ya que al solubilizarse parcialmente la materia orgánica se ingresa al proceso moléculas en formas más simples que pueden ser aprovechadas más rápidamente como sustrato por otras bacterias presentes en la digestión anaerobia.

Pérez-Elvira en el 2008 obtuvo TRH de 9-17 días a partir de la operación en una planta piloto que combina unidades de hidrólisis térmica de lodo secundario, la digestión anaeróbica de lodo secundario hidrolizado, juntamente con lodo primario fresco. A diferencia de este trabajo, solo se utilizó un solo sustrato y no fue un lodo residual como tal.

Medina (2010) realizó un estudio con residuos de rastro con inoculo (lodo granular) en donde evaluó 4 temperaturas 50, 60, 70 y 80°C en las que hubo mayor solubilización y remoción de materia orgánica con los pretratamientos a 60 y 70 °C por lo que tomando en cuenta el gasto energético la mejor temperatura es 60°C. Por otra parte Hiraoka *et al* (1989) llevó a cabo un estudio donde aplicó un pretratamiento térmico en condiciones de 40°C-100°C utilizando como sustrato lodo activado, donde obtuvo una reducción máxima de SV del 10% lo cual resulta ser poco bueno, ya que si lo comparamos con este trabajo, la máxima temperatura empleada fue 90°C y se obtuvo valores mayores.

Con base a los resultados obtenidos durante el proceso operando en modo batch en la figura 4 se muestra se la producción de biogás con la muestra térmica (70°C) que con el pasar de los días su producción fue aumentando de manera favorable, a partir del día 5 al día 26 de operación se obtuvo una producción de 3,275 ml de biogás, después del día 26 la producción empezó a decrecer, teniendo una producción acumulada al día 40 de 3.95 L de biogás.

El pre-tratamiento térmico superó por más del 50 % al muestra control la cual solo obtuvo 1.9 L, los tratamientos 50°C y 90°C obtuvieron 3.7 y 3.77 respectivamente. Cabe mencionar que cada tratamiento se hizo por duplicado.



Gráfico 4 Producción de biogás acumulada pre-tratamiento térmico

Troche Domínguez (2012) llevó a cabo una hidrólisis térmica con residuo lignocelulósico, posteriormente se llevó a digestión anaerobia a un tiempo de retención de 35 días, teniendo un total de biogás acumulado de 2000 ml.

Por otra parte, Dipam Patowar *et al.*, (2018) realizaron un estudio con material lignocelulósico donde evaluaron 3 temperaturas y 3 tiempos de exposición donde la mayor producción de biogás se obtuvo con una temperatura a 90° C y un tiempo de exposición 10 horas, el acumulado de biogás fue de 8.29 L durante un tiempo de 50 días. En otros estudios Li Y *et al.*, (1992) trabajaron con lodos activados los cuales fueron sometidos a un pretratamiento térmico con temperaturas de 62°C-175°C con tiempos de exposición de 30 min y 60 min, donde lograron maximizar la producción de biogás en un 100% con una temperatura óptima de 170°C y 60 min de tiempo de exposición, por otra parte constataron que a tiempos mayores de exposición ya no hay una mejora en el proceso.

Conclusiones

Se puede determinar que ambos pretratamientos son buenos para solubilizar el sustrato empleado (pulpa de café) ya que se logró apreciar que el porcentaje de tasa de hidrólisis aumento conforme se aumentó la dosis de ácido o la temperatura de exposición

Utilizando un pretratamiento ácido no hubo una producción de biogás significativa, hecho que se atribuye a la utilización de dosis elevadas de ácido.

Utilizando un pretratamiento térmico la producción de biogás aumentó conforme se aumentó la temperatura de pre-tratamiento, siendo la muestra 70°C la más significativa con un total de 3.950 L.

Mejorar la viabilidad de la digestión anaerobia mediante el uso de un pre-tratamiento aumenta la capacidad del proceso, la eficacia del tratamiento, la conversión de biogás y reduce la cantidad de desechos.

Referencias

Abelleira, J., Pérez-Elvira, S. I., Sánchez-Oneto, J., Portela, J. R., & Nebot, E. 2012. Advanced thermal hydrolysis of secondary sewage sludge: a novel process combining thermal hydrolysis and hydrogen peroxide addition. *Resources, Conservation and Recycling*, 59, 52-57.

Agard, D. A., Hiraoka, Y., Shaw, P., & Sedat, J. W. (1989). Fluorescence microscopy in three dimensions. In *Methods in cell biology* (Vol. 30, pp. 353-377). Academic Press.

Aguilar N. R. 2010. Kinetic model of hydrolysis of sugarcane waste. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, Vol. 20-2, pp. 5-18. Bogotá, Diciembre de 2010.

Antonopoulou, G., Gavala, H. N., Skiadas, I. V., Angelopoulos, K., & Lyberatos, G. 2008. Biofuels generation from sweet sorghum: fermentative hydrogen production and anaerobic digestion of the remaining biomass. *Bioresource Technology*, 99(1), 110-119.

Balance Nacional de Energía; Secretaría de energía, primera edición 2015 México, DF Editado en México

Cabrera, J. C., & Balseca, D.A. (2011). Producción de biogás a partir de aguas mieles y pulpa de café (Bachelor's thesis, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2012.).

Calle, V. H. (1977). Subproductos del café. *Cenicafé* (1977) Boletín Técnico, (6). Cenicafé.

Cheng K., Cai B., Zhang J., 2008. Sugarcane bagasse hemicelluloses hydrolysate for ethanol production by acid recovery process. *Biochemical Engineering Journal*, 38(5):105-109.

- Donoso-Bravo A.; Pérez-Elvira S.; Aymerich E.; Fdz-Polanco F. 2011. Assessment of the influence of thermal pre-treatment time on the macromolecular composition and anaerobic biodegradability of sewage sludge. *Bioresour. Technol.*, 102(2), 660–666.
- Jones, J. L., & Semrau, K. T. 1984. Wood hydrolysis for ethanol production—previous experience and the economics of selected processes. *Biomass*, 5(2), 109-135.
- Karakashev, D., Thomsen, A. B., & Angelidaki, I. 2007. Anaerobic biotechnological approaches for production of liquid energy carriers from biomass. *Biotechnology letters*, 29(7), 1005-1012.
- Kamm, B., Gruber, P. R., & Kamm, M. 2006. *Biorefineries—industrial processes and products*. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- Marshall, W., Reyes, R., Uña, F., Corchado, A. & Delgado, A. 1998. Ceba ovina sobre la base de heno, miel-urea y suplementación con gallinaza. Digestibilidad y balance de nitrógeno. *Rev. Prod. Anim.* 10:33
- Martin, S.A., McCann, M.A. & Waltman II, W.D. 1998. Microbiological survey of Georgia poultry litter. *J. Appl. Poult. Research* 7:90
- Menert A.; Vaalu T.; Michelis M.; Blonskaja V.; Rikmann, E.; Mets A.; Vilu R. 2008 In Influence of Thermal Pre-Treatment on Mesophilic Anaerobic Digestion of Sludges. Proceedings of the 7th International Conference. Environmental Engineering. Faculty of Environmental Engineering Vilnius Gediminas Technical University, Vilnius, Lithuania , 625–635.
- Moguel, Y., Cantón, J.G., Sauri, E. & Castellanos, A.F. 1995. Contenido de algunos macro y micro minerales en las deyecciones avícolas en Yucatán. *Téc. Pec. Méx.* 33:100
- Monlau F, Barakat A, Trably E, Dumas C, Steyer J-P, Carrere H. 2012. Lignocellulosic materials into biohydrogen and biomethane: impact of structural features and pretreatment. *Crit Rev Environ Sci Technol*.
- Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002. Protección ambiental. Lodos y biosólidos. Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final. Diario Oficial de la Federación.
- Pacheco, A.J., Rosciano, G.J., Villegas, C.W., Alcocer, V.V. & Castellanos, R.A. 2003. Cuantificación del contenido de cobre y otros minerales en pollinazas producidas en el estado de Yucatán. *Téc. Pecu. Méx.*, 41:197
- Pérez-Elvira S.I.; Fernández-Polanco F.; Fernández-Polanco M.; Rodríguez P.; Rouge P. 2008. Hydrothermal multivariable approach. Full-scale feasibility study. *Elec. J. Biotechnol.*, 11, 7–8.
- Pérez, N., Márquez, M. F., & Autié, P. M. (2002). Obtención del carbón activado a partir del residual sólido generado en el beneficio húmedo del café (Doctoral dissertation, Tesis de Maestría. Cuba: Universidad de Pinar del Río).
- Patowary, D., & Baruah, D. C. (2018). Effect of combined chemical and thermal pretreatments on biogas production from lignocellulosic biomasses. *Industrial crops and products*, 124, 735-746.
- Ruiz-Espinoza, J.E.; Méndez-Contreras, J.M.; Alvarado-Lassman, A.; Martínez-Delgadillo, S.A. 2012. Effect of low temperature thermal pre-treatment on the solubilization of organic matter, pathogen inactivation and mesophilic anaerobic digestion of poultry sludge, *Journal of Environmental Science and Health, Part A: Toxic/Hazardous Substances and environmental Engineering.*, 47(12), 1795–1802.
- Sacramento-Rivero, J.C., Romero G., Cortés-Rodríguez, E., Pech, E. y Blanco-Rosete, S. 2010 Diagnostico del desarrollo de bio-refinerías en México. *Revista Mexicana de Ingeniería Química.* 9(3) 261-283.
- Saidur, R., Abdelaziz, E. A., Demirbas, A., Hossain, M. S., & Mekhilef, S. 2011. A review on biomass as a fuel for boilers. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(5), 2262-2289.
- Sun, Y., and Cheng, J. 2002. Hydrolysis of lignocellulosic materials for ethanol production: a review. *Bioresource technology*, 83(1), 1-11.
- Stevens, C. 2011. Thermochemical processing of biomass: conversion into fuels, chemicals and power. R. C. Brown (Ed.). John Wiley & Sons
- UNFCCC (2012) clean development mechanism (CMD). United Nations Framework. Convention on climate Change (UNFCCC)

U.S. EPA. A Plain English Guide to the EPA, Part 503 Biosolids Rule. US PA/832/R-93-003. September, 1994.

Valo, A., Carrère, H. and Delgenés, J.P. 2004. Thermal, chemical and thermochemical pre-treatment of waste activated sludge for anaerobic digestion. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*. Vol 79. p 1197-1203

Vergine P.; Záborská J.; and Canziani R.; 2014. Low temperature microwave and conventional heating pre-treatments to improve sludge anaerobic biodegradability. *Water Science & Technology*. 69(3), 518-524.

Wilson C.A.; Novak J.T. 2009. Hydrolysis of macromolecular components of primary and secondary wastewater sludge by thermal hydrolytic pretreatment. *Water Research*., 43, 4489–4498.

Wyman, C. E., Decker, S. R., Himmel, M. E., Brady, J. W., Skopec, C. E., & Viikari, L. 2005. Hydrolysis of cellulose and hemicellulose. Polysaccharides: structural diversity and functional versatility, 1, 1023-1062.

Whitely, N., Ozao, R., Cao, Y., & Pan, W. P. 2006. Multi-utilization of chicken litter as a biomass source. Part II. Pyrolysis. *Energy & fuels*, 20(6), 2666-2671.

Xiao, W., & Clarkson, W. W. 1997. Acid solubilization of lignin and bioconversion of treated newsprint to methane. *Biodegradation*, 8(1), 61-66.

Yang X.; Wang X.; Wang L. 2010. Transferring of components and energy output in industrial sewage sludge disposal by thermal pretreatment and two-phase anaerobic process. *Bioresour Technol.*, 101 (8), 2580–2584.

Distribución estomática en maíz a diferentes dosis de humus

Stomatic distribution in corn to different dose of humus

CASARRUBIAS-CASTILLO, Kena†*, LOZA-LLAMAS, Juana América, ZAÑUDO-HERNÁNDEZ, Julia y MÉNDEZ-MORÁN, Lucila.

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara

ID 1^{er} Autor: Kena, Casarrubias-Castillo/ **ORC ID:** 0000-0003-1831-8642, **Researcher ID Thomson:** G-6739-2018, **CVU CONACYT ID:** 227935

ID 1^{er} Coautor: Juana A., Loza-Llamas / **ORC ID:** 0000-0003-1135-0754, **Researcher ID Thomson:** U-1402-2018, **CVU CONACYT ID:** 924239

ID 2^{do} Coautor: Julia, Zañudo-Hernández / **ORC ID:** 0000-0002-0834-6626, **CVU CONACYT ID:** 201106

ID 3^{er} Coautor: Lucila, Méndez-Morán / **ORC ID:** 0000-0003-4733-6153, **Researcher ID Thomson:** U-1401-2018, **CVU CONACYT ID:** 121862

DOI: 10.35429/JOTI.2019.11.3.23.26

Recibido 16 de Julio, 2019; Aceptado 19 de Septiembre, 2019

Resumen

El maíz es el cultivo de mayor importancia en México, el cual es el centro de origen y diversidad, además de formar parte importante de su alimentación y cultura presentando una profunda relación con su economía. Las proyecciones climáticas y de erosión del suelo obligan a estudiar el comportamiento del cultivo ante posibles cambios, hoy en día es importante la modificación de las prácticas agroecológicas, una de ellas es el uso de biofertilizantes orgánicos. Estudios recientes sugieren que la regulación del desarrollo de los estomas en las gramíneas podría ser utilizada para mejorar la eficacia de la planta y el rendimiento agrícola. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del uso de abonos orgánicos a diferentes dosis de humus en la distribución estomática en plantas de maíz. En este trabajo se evaluó el número de estomas en la superficie adaxial y abaxial de las hojas, así como la longitud de los estomas de plantas de maíz crecidas con dosis de 10, 20 y 30 ton/ha de humus.

Humus, Maíz, Biofertilizante

Resumen

Corn is the most important crop in Mexico, is the center of origin and diversity, as well as being an important part of its diet and culture, representing a deep relationship with its economy. Climatic and soil erosion projections force the study of the behavior of the crop in the face of possible changes, nowadays the modification of agroecological practices is important, one of them is the use of organic biofertilizers. Recent studies that determine the regulation of stomata development in grasses could be determined to improve plant efficiency and agricultural yield. The objective of the present work was to evaluate the effect of the use of organic fertilizers at different doses of humus in the stomatic distribution in corn plants. In this work the number of stomata in both the abaxial and the adaxial of the leaves was evaluated, as well as the length of stomata of corn plants grown with doses of 10, 20 and 30 ton/ha of humus.

Humus, Corn, Biofertilizer

Citación: CASARRUBIAS-CASTILLO, Kena, LOZA-LLAMAS, Juana América, ZAÑUDO-HERNÁNDEZ, Julia y MÉNDEZ-MORÁN, Lucila. Distribución estomática en maíz a diferentes dosis de humus. Revista de Invención Técnica 2019. 3-11:23-26

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: kena.casarrubias@academicos.udg.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

El maíz (*Zea mays* L.) es una planta perteneciente a la familia de las poáceas (Poaceae) o gramíneas, originaria y domesticada por los pueblos indígenas en el centro de México (Acosta I.2 009), siendo la base de la alimentación en México y América, junto con el frijol, calabaza y chile.

El maíz necesita para su desarrollo ciertas cantidades de elementos minerales como Potasio (K) y Fósforo (P) y nitrógeno (N) y por lo general los primeros estadios de desarrollo del maíz son muy sensibles a la falta de agua y nutrientes. Por otra parte, los suelos donde se cultiva por lo general no tienen la capacidad para proporcionar los nutrientes necesarios para el crecimiento eficiente de las plantas, por cual el desarrollo se ve comprometido y no llegan a un rendimiento adecuado, para ello se debe recurrir al empleo de fertilizantes químicos o inorgánicos (OECD 2003; Mariscal-Nava 2019).

La lombricultura es un método para generar materia orgánica, y que permite combatir la degradación de los suelos y aumentar la producción de los cultivos sin contaminar el medioambiente.

Se ha evaluado el efecto de la aplicación de humus de lombriz sobre la productividad del cultivo y se han observado cambios en las características del suelo (Méndez-Moreno et al., 2012; Flores-Chávez 2014).

La familia a la que pertenece el maíz, posee estomas que tienen forma de mancuerna y están alineados en filas a lo largo de la lámina de la hoja de la planta, estudios siguieren que la regulación del desarrollo de los estomas en las gramíneas podría ser utilizada para mejorar la eficacia de la planta y el rendimiento agrícola (Raissig et al., 2016).

En este trabajo se propone la aplicación de humus en suelos a diferentes dosis y observar el efecto sobre la distribución y longitud de los estomas de plantas de maíz.

Materiales y Métodos

Material vegetal: Se utilizaron semillas de maíz Asgrow 7573.

Sustrato utilizado. El sustrato utilizado consiste en un suelo Franco-Arcillo-Arenoso, con una mezcla de humus de lombriz a razón de ton/ha sin aplicación adicional de insumos agrícolas (fertilizantes o pesticidas) ya sea al sustrato o al cultivo.

Establecimiento del experimento y tratamientos. Los experimentos se llevaron a cabo en condiciones de invernadero en el módulo de biorreciclados y sistema de producción del CUCBA. Se establecieron tres experimento para evaluar la efectividad biológica del humus de lombriz: Se utilizó un diseño experimental en bloques completos al azar con cuatro tratamientos: Tratamiento 1: 0 ton/ha de humus, Tratamiento 2: 10 ton/ha de humus, Tratamiento 3: 20 ton/ha de humus y Tratamiento 4: 30 ton/ha de humus.

Observación de estomas: Se utilizó un microscopio marca OPTIKA ITALY, las observaciones se realizaron con el objetivo 10X. Se contó el número de estomas de las superficies adaxial y abaxial de las hojas de maíz. Las fotografías se tomaron con una cámara (Optika visión life) y a partir de ellas se midió la longitud de los estomas en cada uno de los tratamientos. *Estadística:* Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk” y la prueba Kruskal-Wallis a ($P < 0.05$) se aplicó utilizando el Programa R versión 3.5.

Resultados y Discusión

Numero de estomas no cambia respecto a los tratamientos

El maíz se caracteriza por poseer hojas anfistomatosas, es decir, tiene estomas en ambos lados de la hoja, ocupan entre 0.5% y 5% de la epidermis de la hoja y son más abundantes en la superficie abaxial (cita). Se observa en la figura 1 que el número de estomas es mayor en la superficie abaxial que adaxial por la naturaleza de las hojas de maíz, sin embargo, no se observan diferencias significativas en los distintos tratamientos.

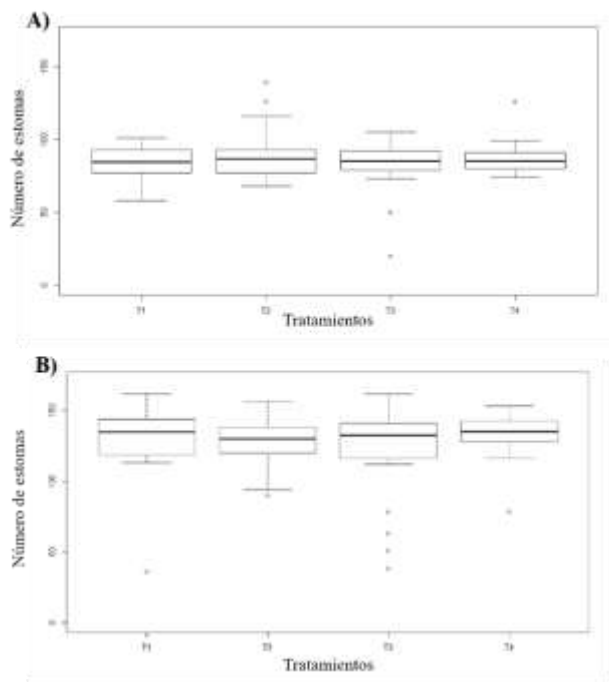


Figura 1 Número de estomas a diferentes dosis de humus. A) Superficie adaxial B) superficie abaxial.

Longitud estomática a distintas dosis de humus.

Los estomas son un tipo de células que forman una estructura tipo poro en la epidermis de las hojas, su principal función es el intercambio de gases con el medioambiente. En la figura 2 se presenta la longitud estomática de ambas superficies de las hojas de maíz, se observa que la longitud tiene una tendencia a incrementar en el tratamiento 4, sin embargo, el análisis estadístico indica que no hay diferencias entre los tratamientos.

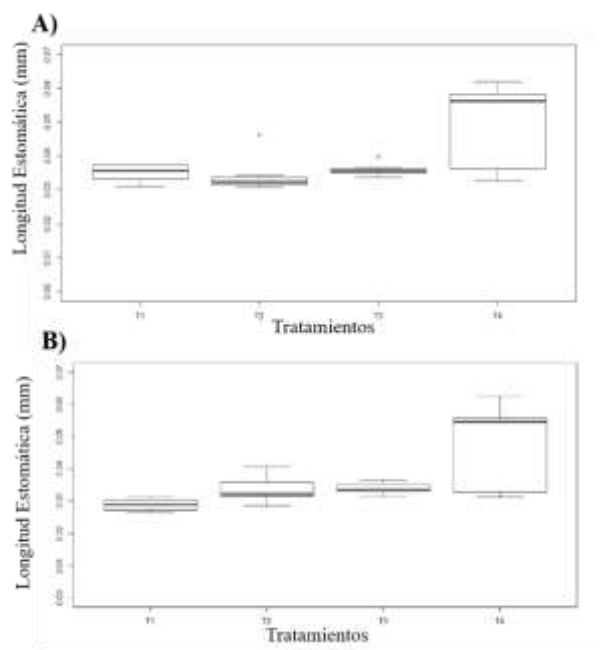


Figura 2 Longitud de estomas a diferentes dosis de humus. A) Superficie adaxial B) superficie abaxial.

Interesantemente se observó que la distribución de los estomas cambia a distintas dosis de humus, en la figura 3 se observa en el tratamiento 1 una distribución lineal y en el tratamiento 3 una distribución en zigzag de los estomas en algunas zonas.

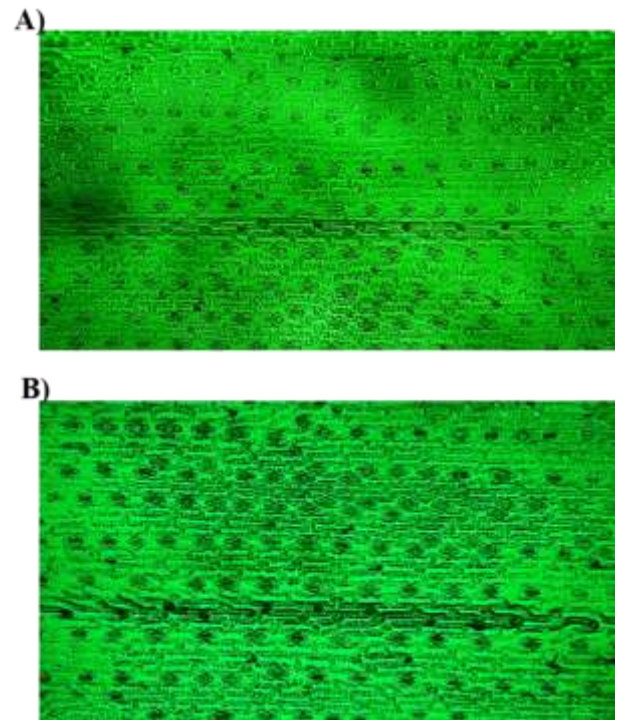


Figura 3 Distribución de estomas de hojas de maíz a diferentes dosis de humus. A) Tratamiento de 0 ton/h, B) Tratamiento de 20 ton/h.

Conclusiones

Los estomas se encuentran en la interfaz planta-atmósfera, regulan la fotosíntesis y la eficiencia del uso del agua, lo cual se traduce a que estas células pueden ser factores determinantes para aumentar la productividad de las plantas.

La prueba estadística indica que no hay diferencias en el número de estomas en las superficies abaxial y adaxial a distintas dosis de humus. Se observa una tendencia a aumentar la longitud de estomas en el tratamiento 4 con respecto al tratamiento 1, sin embargo, no hay diferencias mínimas significativas. Este trabajo deja el panorama abierto a investigar con detenimiento, ampliar el muestreo y analizar si la aplicación de humus en suelos contribuye a cambiar las características de los estomas.

Referencias

Acosta, Rosa. (2009). El cultivo del maíz, SU origen y clasificación. EL MAIZ en Cuba. Cultivos Tropicales, 30(2), 00. Recuperado en 18 de septiembre de 2019, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362009000200016&lng=es&tlng=es.

Flores-Chavez, Anabel. (2012). Efectividad biológica del humus de lombriz en el cultivo de Maíz y Chile en el estado de Aguascalientes. (Tesis de maestría). Universidad de Aguascalientes, México.

Mariscal-Nava Carlos R. (2019). Caracterización bioquímica de una variedad de maíz sometida a estrés abiótico. (Tesis pregrado) Universidad de Guadalajara, México.

Méndez-Moreno, O., Samuel León-Martínez, N., Antonio Gutiérrez-Miceli, F., Rincón-Rosales, R., José, & Alvarez-Solís, D. (n.d.). *Efecto de la aplicación de humus de lombriz en el crecimiento y rendimiento de grano del cultivo de maíz* *Effect of earthworm humus application in the maize growth and grain yield*. OECD (2003). Consensus document on the biology of *Zea mays* subsp. *mays* (Maize). Report No. 27, Environment Directorate; Organisation for Economic Co-operation and Development Paris, France.

Raissig, M. T., Abrash, E., Bettadapur, A., Vogel, J. P., & Bergmann, D. C. (2016). Grasses use an alternatively wired bHLH transcription factor network to establish stomatal identity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113(29), 8326–8331. <http://doi.org/10.1073/pnas.1606728113>

Instrucciones para la Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación

[Título en Times New Roman y Negritas No. 14 en Español e Inglés]

Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1^{er} Autor†*, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1^{er} Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2^{do} Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3^{er} Coautor

Institución de Afiliación del Autor incluyendo dependencia (en Times New Roman No.10 y Cursiva)

International Identification of Science - Technology and Innovation

ID 1^{er} Autor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1^{er} Autor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 1^{er} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1^{er} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 2^{do} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 2^{do} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 3^{er} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 3^{er} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

(Indicar Fecha de Envío: Mes, Día, Año); Aceptado (Indicar Fecha de Aceptación: Uso Exclusivo de ECORFAN)

Resumen (En Español, 150-200 palabras)

Objetivos
Metodología
Contribución

Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Español)

Resumen (En Inglés, 150-200 palabras)

Objetivos
Metodología
Contribución

Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Inglés)

Citación: Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Autor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2do Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3er Coautor. Título del Artículo. Revista de Invención Técnica. Año 1-1: 1-11 (Times New Roman No. 10)

* Correspondencia del Autor (ejemplo@ejemplo.org)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Texto redactado en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Explicación del tema en general y explicar porque es importante.

¿Cuál es su valor agregado respecto de las demás técnicas?

Enfocar claramente cada una de sus características

Explicar con claridad el problema a solucionar y la hipótesis central.

Explicación de las secciones del Artículo

Desarrollo de Secciones y Apartados del Artículo con numeración subsecuente

[Título en Times New Roman No.12, espacio sencillo y Negrita]

Desarrollo de Artículos en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Inclusión de Gráficos, Figuras y Tablas-Editables

En el *contenido del Artículo* todo gráfico, tabla y figura debe ser editable en formatos que permitan modificar tamaño, tipo y número de letra, a efectos de edición, estas deberán estar en alta calidad, no pixeladas y deben ser notables aun reduciendo la imagen a escala.

[Indicando el título en la parte inferior con Times New Roman No. 10 y Negrita]

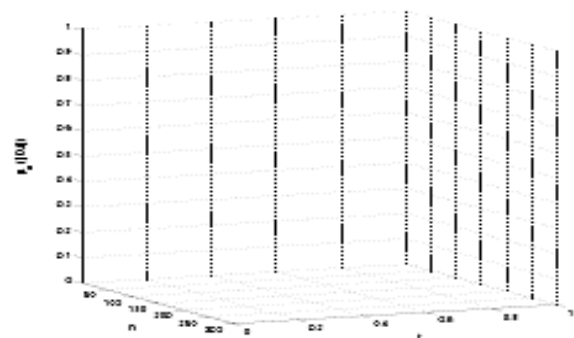


Gráfico 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.



Figura 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

Tabla 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

Cada Artículo deberá presentar de manera separada en **3 Carpetas**: a) Figuras, b) Gráficos y c) Tablas en formato .JPG, indicando el número en Negrita y el Título secuencial.

Para el uso de Ecuaciones, señalar de la siguiente forma:

$$Y_{ij} = \alpha + \sum_{h=1}^r \beta_h X_{hij} + u_j + e_{ij}$$

(1)

Deberán ser editables y con numeración alineada en el extremo derecho.

Metodología a desarrollar

Dar el significado de las variables en redacción lineal y es importante la comparación de los criterios usados

Resultados

Los resultados deberán ser por sección del Artículo.

Anexos

Tablas y fuentes adecuadas.

Agradecimiento

Indicar si fueron financiados por alguna Institución, Universidad o Empresa.

Conclusiones

Explicar con claridad los resultados obtenidos y las posibilidades de mejora.

Referencias

Utilizar sistema APA. No deben estar numerados, tampoco con viñetas, sin embargo en caso necesario de numerar será porque se hace referencia o mención en alguna parte del Artículo.

Utilizar Alfabeto Romano, todas las referencias que ha utilizado deben estar en el Alfabeto romano, incluso si usted ha citado un Artículo, libro en cualquiera de los idiomas oficiales de la Organización de las Naciones Unidas (Inglés, Francés, Alemán, Chino, Ruso, Portugués, Italiano, Español, Árabe), debe escribir la referencia en escritura romana y no en cualquiera de los idiomas oficiales.

Ficha Técnica

Cada Artículo deberá presentar un documento Word (.docx):

Nombre de la Revista

Título del Artículo

Abstract

Keywords

Secciones del Artículo, por ejemplo:

1. *Introducción*
2. *Descripción del método*
3. *Análisis a partir de la regresión por curva de demanda*
4. *Resultados*
5. *Agradecimiento*
6. *Conclusiones*
7. *Referencias*

Nombre de Autor (es)

Correo Electrónico de Correspondencia al Autor

Referencias

Requerimientos de Propiedad Intelectual para su edición:

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Originalidad del Autor y Coautores

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Aceptación del Autor y Coautores

Reserva a la Política Editorial

Revista de Invención Técnica se reserva el derecho de hacer los cambios editoriales requeridos para adecuar los Artículos a la Política Editorial del Research Journal. Una vez aceptado el Artículo en su versión final, el Research Journal enviará al autor las pruebas para su revisión. ECORFAN® únicamente aceptará la corrección de erratas y errores u omisiones provenientes del proceso de edición de la revista reservándose en su totalidad los derechos de autor y difusión de contenido. No se aceptarán supresiones, sustituciones o añadidos que alteren la formación del Artículo.

Código de Ética – Buenas Prácticas y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

Declaración de Originalidad y carácter inédito del Artículo, de Autoría, sobre la obtención de datos e interpretación de resultados, Agradecimientos, Conflicto de intereses, Cesión de derechos y distribución

La Dirección de ECORFAN-México, S.C reivindica a los Autores de Artículos que su contenido debe ser original, inédito y de contenido Científico, Tecnológico y de Innovación para someterlo a evaluación.

Los Autores firmantes del Artículo deben ser los mismos que han contribuido a su concepción, realización y desarrollo, así como a la obtención de los datos, la interpretación de los resultados, su redacción y revisión. El Autor de correspondencia del Artículo propuesto requisitara el formulario que sigue a continuación.

Título del Artículo:

- El envío de un Artículo a Revista de Invención Técnica emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo, salvo que sea rechazado por el Comité de Arbitraje, podrá ser retirado.
- Ninguno de los datos presentados en este Artículo ha sido plagiado ó inventado. Los datos originales se distinguen claramente de los ya publicados. Y se tiene conocimiento del testeo en PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se procederá a arbitrar.
- Se citan las referencias en las que se basa la información contenida en el Artículo, así como las teorías y los datos procedentes de otros Artículos previamente publicados.
- Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Taiwan considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra.
- Se ha obtenido el consentimiento de quienes han aportado datos no publicados obtenidos mediante comunicación verbal o escrita, y se identifican adecuadamente dicha comunicación y autoría.
- El Autor y Co-Autores que firman este trabajo han participado en su planificación, diseño y ejecución, así como en la interpretación de los resultados. Asimismo, revisaron críticamente el trabajo, aprobaron su versión final y están de acuerdo con su publicación.
- No se ha omitido ninguna firma responsable del trabajo y se satisfacen los criterios de Autoría Científica.
- Los resultados de este Artículo se han interpretado objetivamente. Cualquier resultado contrario al punto de vista de quienes firman se expone y discute en el Artículo.

Copyright y Acceso

La publicación de este Artículo supone la cesión del copyright a ECORFAN-México, S.C en su Holding Taiwan para su Revista de Invención Técnica, que se reserva el derecho a distribuir en la Web la versión publicada del Artículo y la puesta a disposición del Artículo en este formato supone para sus Autores el cumplimiento de lo establecido en la Ley de Ciencia y Tecnología de los Estados Unidos Mexicanos, en lo relativo a la obligatoriedad de permitir el acceso a los resultados de Investigaciones Científicas.

Título del Artículo:

Nombre y apellidos del Autor de contacto y de los Coautores	Firma
1.	
2.	
3.	
4.	

Principios de Ética y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

Responsabilidades del Editor

El Editor se compromete a garantizar la confidencialidad del proceso de evaluación, no podrá revelar a los Árbitros la identidad de los Autores, tampoco podrá revelar la identidad de los Árbitros en ningún momento.

El Editor asume la responsabilidad de informar debidamente al Autor la fase del proceso editorial en que se encuentra el texto enviado, así como de las resoluciones del arbitraje a Doble Ciego.

El Editor debe evaluar los manuscritos y su contenido intelectual sin distinción de raza, género, orientación sexual, creencias religiosas, origen étnico, nacionalidad, o la filosofía política de los Autores.

El Editor y su equipo de edición de los Holdings de ECORFAN® no divulgarán ninguna información sobre Artículos enviado a cualquier persona que no sea el Autor correspondiente.

El Editor debe tomar decisiones justas e imparciales y garantizar un proceso de arbitraje por pares justa.

Responsabilidades del Consejo Editorial

La descripción de los procesos de revisión por pares es dado a conocer por el Consejo Editorial con el fin de que los Autores conozcan cuáles son los criterios de evaluación y estará siempre dispuesto a justificar cualquier controversia en el proceso de evaluación. En caso de Detección de Plagio al Artículo el Comité notifica a los Autores por Violación al Derecho de Autoría Científica, Tecnológica y de Innovación.

Responsabilidades del Comité Arbitral

Los Árbitros se comprometen a notificar sobre cualquier conducta no ética por parte de los Autores y señalar toda la información que pueda ser motivo para rechazar la publicación de los Artículos. Además, deben comprometerse a mantener de manera confidencial la información relacionada con los Artículos que evalúan.

Cualquier manuscrito recibido para su arbitraje debe ser tratado como documento confidencial, no se debe mostrar o discutir con otros expertos, excepto con autorización del Editor.

Los Árbitros se deben conducir de manera objetiva, toda crítica personal al Autor es inapropiada.

Los Árbitros deben expresar sus puntos de vista con claridad y con argumentos válidos que contribuyan al que hacer Científico, Tecnológica y de Innovación del Autor.

Los Árbitros no deben evaluar los manuscritos en los que tienen conflictos de intereses y que se hayan notificado al Editor antes de someter el Artículo a evaluación.

Responsabilidades de los Autores

Los Autores deben garantizar que sus Artículos son producto de su trabajo original y que los datos han sido obtenidos de manera ética.

Los Autores deben garantizar no han sido previamente publicados o que no estén siendo considerados en otra publicación seriada.

Los Autores deben seguir estrictamente las normas para la publicación de Artículos definidas por el Consejo Editorial.

Los Autores deben considerar que el plagio en todas sus formas constituye una conducta no ética editorial y es inaceptable, en consecuencia, cualquier manuscrito que incurra en plagio será eliminado y no considerado para su publicación.

Los Autores deben citar las publicaciones que han sido influyentes en la naturaleza del Artículo presentado a arbitraje.

Servicios de Información

Indización - Bases y Repositorios

RESEARCH GATE (Alemania)

GOOGLE SCHOLAR (Índices de citas-Google)

MENDELEY (Gestor de Referencias bibliográficas)

REDIB (Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico- CSIC)

HISPANA (Información y Orientación Bibliográfica-España)

Servicios Editoriales:

Identificación de Citación e Índice H

Administración del Formato de Originalidad y Autorización

Testeo de Artículo con PLAGSCAN

Evaluación de Artículo

Emisión de Certificado de Arbitraje

Edición de Artículo

Maquetación Web

Indización y Repositorio

Traducción

Publicación de Obra

Certificado de Obra

Facturación por Servicio de Edición

Política Editorial y Administración

69 Calle Distrito YongHe, Zhongxin. Taipei-Taiwán. Tel: +52 1 55 6159 2296, +52 1 55 1260 0355, +52 1 55 6034 9181; Correo electrónico: contact@ecorfan.org www.ecorfan.org

ECORFAN®

Editor en Jefe

GUZMÁN - HURTADO, Juan Luis. PhD

Directora Ejecutiva

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Diseñador Web

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

Diagramador Web

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Asistente Editorial

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

Traductor

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

Filóloga

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

Publicidad y Patrocinio

(ECORFAN® Taiwan), sponsorships@ecorfan.org

Licencias del Sitio

03-2010-032610094200-01-Para material impreso, 03-2010-031613323600-01-Para material electrónico, 03-2010-032610105200-01-Para material fotográfico, 03-2010-032610115700-14-Para Compilación de Datos, 04 -2010-031613323600-01-Para su página Web, 19502-Para la Indización Iberoamericana y del Caribe, 20-281 HB9-Para la Indización en América Latina en Ciencias Sociales y Humanidades, 671-Para la Indización en Revistas Científicas Electrónicas España y América Latina, 7045008-Para su divulgación y edición en el Ministerio de Educación y Cultura-España, 25409-Para su repositorio en la Biblioteca Universitaria-Madrid, 16258-Para su indexación en Dialnet, 20589-Para Indización en el Directorio en los países de Iberoamérica y el Caribe, 15048-Para el registro internacional de Congresos y Coloquios. financingprograms@ecorfan.org

Oficinas de Gestión

69 Calle Distrito YongHe, Zhongxin. Taipei-Taiwán.

Revista de la Invención Técnica

“Efecto del acondicionamiento osmótico con soluciones de KNO_3 en la germinación de semillas de *Amaranthus hypochondriacus* L.”

PICHARDO-GONZÁLEZ, Juan Manuel, QUINTANA-CAMARGO, Martín, NARVÁEZ-ESPARZA, María Andrea y BARRERA-GODÍNEZ, Edgar David

*Centro Nacional de Recursos Genéticos-INIFAP
Universidad de Guadalajara*

“Optimización de la resistencia del cuero automotriz en operaciones de ensamble empleando un diseño experimental 3^k”

RUELAS-SANTOYO, Edgar Augusto, SÁNCHEZ-MÁRQUEZ, Juan Antonio, SÁNCHEZ-LUNA, Antonio, CHACÓN-OLIVARES, María del Carmen

*Instituto Tecnológico superior de Irapuato
Universidad de Guanajuato, Guanajuato*

“Efecto de la aplicación de pre-tratamientos físicos y químicos en la digestión anaerobia de pulpa de café”

NAVA-VALENTE, Noemi, LÓPEZ-ESCOBAR, Luis Antonio, DEL ÁNGEL-CORONEL, Oscar Andrés y ATENODORO-ALONSO, Jesús

*Instituto Tecnológico Superior de Huatusco
Universidad Politécnica de Huatusco*

“Distribución estomática en maíz a diferentes dosis de humus”

CASARRUBIAS-CASTILLO, Kena, LOZA-LLAMAS, Juana América, ZAÑUDO-HERNÁNDEZ, Julia y MÉNDEZ-MORÁN, Lucila

Universidad de Guadalajara

