

Proceedings II

Ciencias Agropecuarias y Biotecnología

ZAPATA-MONTES, Nery Javier

Coordinador



ECORFAN®

Editor en Jefe

VARGAS-DELGADO, Oscar. 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

REYES-VILLO, Angélica. BsC

Traductor

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

Filóloga

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

ISBN: 978-607-8534-97-5

Sello Editorial ECORFAN: 607-8534

Número de Control PCAB: 2019-08

Clasificación PCAB (2019): 041219-106

©ECORFAN-México, S.C.

Ninguna parte de este escrito amparado por la Ley Federal de Derechos de Autor, podrá ser reproducida, transmitida o utilizada en cualquier forma o medio, ya sea gráfico, electrónico o mecánico, incluyendo, pero sin limitarse a lo siguiente: Citas en artículos y comentarios bibliográficos, de compilación de datos periodísticos radiofónicos o electrónicos. Para los efectos de los artículos 13, 162,163 fracción I, 164 fracción I, 168, 169,209 fracción III y demás relativos de la Ley Federal de Derechos de Autor. Violaciones: Ser obligado al procesamiento bajo ley de copyright mexicana. El uso de nombres descriptivos generales, de nombres registrados, de marcas registradas, en esta publicación no implican, uniformemente en ausencia de una declaración específica, que tales nombres son exentos del protector relevante en leyes y regulaciones de México y por lo tanto libre para el uso general de la comunidad científica internacional. PCAB es parte de los medios de ECORFAN-México, S.C, E: 94-443.F:008-(www.ecorfan.org)

Proceedings

Definición de Proceedings

Objetivos Científicos

Apoyar a la Comunidad Científica Internacional en su producción escrita de Ciencia, Tecnología en Innovación en las Áreas de investigación CONACYT y PRODEP respectivamente, en las Subdisciplinas: Administración de Empresas Turísticas-Administración de Instituciones de la Salud-Administración y Evaluación de Proyectos-Agricultura Sustentable y Protegida-Agroalimentos-Agrobiotecnología-Agroforestal-Agroindustrial-Agronomía-Agrotecnología-Antropología-Arqueología-Arquitectura-Arte y Diseño-Biología-Biología Marina y Manejo de Cuencas-Biomédica-Biotecnología-Botánica-Cardiología-Ciencias de la Comunicación -Ciencias de la Tierra-Ciencias Empresariales-Ciencias y Tecnología de Alimentos-Cirujano Dentista-Contaduría-Criminalística y Ciencias Periciales-Derecho Civil-Derecho Fiscal-Derechos Humanos-Desarrollo de Negocios-Diabetes-Diseño gráfico-Diseño y Moda Industrial-Econometría-Educación Física y Ciencia del Deporte-Educación y Docencia Electrónica y Telecomunicaciones-Energías Renovables-Enfermería-Farmacobiología-Finanzas-Genómica Alimentaria-Geociencias-Gerontología-Gestión de PyMES-Gestión Urbana-Humanidades-Industrias Alimentarias-Informática-Informática Administrativa-Ingeniería Aeronáutica-Ingeniería Bioquímica-Ingeniería de Petróleos-Ingeniería en Agronegocios-Ingeniería Forestal-Ingeniería Industrial-Ingeniería Química-Innovación Sustentable Agrícola-Lengua y Cultura-Logística y Transporte-Mantenimiento Industrial-Mantenimiento Petrolero-Manufactura Aeronáutica-Matemáticas Aplicadas-Mecánica Automotriz-Mecatrónica-Medicina-Mercadotecnia-Metrología Industrial-Minería-Nanotecnología-Nefrología-Negocios Internacionales-Nutrición-Pediatría-Procesos Industriales-Química Industrial-Quiropráctica -Recursos Naturales-Robótica-Seguridad Industrial y Ecología-Seguridad Pública y Ciencias Forenses-Seguridad y Automatización Industrial-Sistemas Automotrices-Sistemas Computacionales-Sistemas de Calidad-Sistemas de Producción Agropecuarios-Sociología-Tecnología Ambiental-Tecnología Farmacéutica-Tecnologías Bioalimentarias-Tecnologías de la Información-Tecnologías de la información y comunicación-Tecnologías de Manufactura-Telemática-Terapia Física-Topografía e Hidrología-Turismo y Zootecnia.

ECORFAN-Mexico 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

Proceedings es un Producto editado por ECORFAN-Mexico S.C en su Holding con repositorio en México, es una publicación científica arbitrada e indizada. 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 las Área de investigación CONACYT y PRODEP respectivamente 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. El horizonte editorial de ECORFAN-Mexico® 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

FLORES - PACHECO, Juan Asdrúbal. PhD
Universidad de Valladolid

HERNÁNDEZ - CASTRO, Rigoberto. PhD
Universidad de Cantabria

CAUICH - KUMUL, Roger Gaspar. PhD
University of Kentucky

ORTIZ - LAUREL, Hipólito. PhD
University of California

SANDOVAL – SALAS, Fabiola. PhD
Universidad de Castilla

ESCOBEDO - BONILLA, Cesar Marcial. PhD
Universidad de Gante

GONZALEZ - TORRIVILLA, Cesar Castor. PhD
Universidad Central de Venezuela

GONZALEZ, ALVARADO, Juan Manuel. PhD
Universidad Politécnica de Madrid

MEDAL, Julio C. PhD
University of Arkansas

HERNÁNDEZ - MARTINEZ, Rufina. PhD
University of California

ARAUJO - BURGOS, Tania. PhD
Universita Degli Studi di Napoli Federico II

GARCÍA - DE SOTERO, Dora Enith. PhD
Universidad de Sao Paulo

TAPIA - VARGAS, Luis Mario. PhD
Consejo Superior de Investigaciones Científicas

ROMERO - PÉREZ, Diego. PhD
University of California

LIZARDI - MENDOZA, Jaime. PhD
Queen's University of Belfast

BARRIENTOS - PRIEGO, Alejandro F. PhD
Colegio de Postgraduados

PÉREZ - PÉREZ, Jefferson Uvaldo. PhD
Universidad Autónoma Chapingo

LUNA - PALOMERA, Carlos. PhD
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

PARTIDA - RUVALCABA, Leopoldo. PhD
Colegio de Postgraduados

REYES - MONTES, María del Rocío. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

LEYVA - MIR, Santos Gerardo. PhD
Colegio de Postgraduados

Comité Arbitral

CORTES - SANCHEZ, Alejandro de Jesús. PhD
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

ÁNGEL - CUAPIO, Rafael Alejandro. PhD
Universidad Autónoma Metropolitana

SÁNCHEZ - OROZCO, Raymundo. PhD
Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán

DEL ÁNGEL - CORONEL, Oscar Andrés. PhD
Instituto Tecnológico de Veracruz

MEDINA - SAAVEDRA, Tarsicio. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

MORALES - VALENZUELA, Guadalupe. PhD
Colegio de Postgraduados

AVENDAÑO - ARRAZATE, Carlos Hugo. PhD
Colegio de Postgraduados

BELTRAN - MIRANDA, Claudia Patricia. PhD
Universidad de Guadalajara

RUIZ - AGUILAR, Graciela M.L. PhD
Instituto Politécnico Nacional

MENA - VIOLANTE, Hortencia Gabriela. PhD
Instituto Politécnico Nacional

SAHAZA - CARDONA, Jorge Humberto. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

JOVEL, Juan. PhD
University of Alberta

LIÑAN - CABELLO, Marco Agustín. PhD
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

ROVIROSA - HERNANDEZ, Ma. de Jesús. PhD
Universidad Autónoma de Tamaulipas

ACOSTA - NAVARRETE, María Susana. PhD
Instituto Tecnológico de Celaya

MÉNDEZ - MEDINA, Rubén Danilo. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

MORÁN - SILVA, Ángel. PhD
Universidad Veracruzana

GALINDO - CORTES, Gabriela. PhD
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste

TERREROS - MECALCO, Jesús. PhD
Instituto Tecnológico de Toluca

MARTINEZ - SCOTT, Marcia Maribel. PhD
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

CHAVEZ - SANTOSCOY, Rocío Alejandra. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

GUZMÁN - SILOS, Tania Lizzeth. PhD
Universidad Politécnica de Gómez Palacio

CARRASCO - CARBALLIDO, Patricia Valentina. PhD
Universidad Autónoma del Estado de Morelos

LUCIO - DOMINGUEZ, Rodolfo. PhD
Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo

VALLADARES - CARRANZA, Benjamín. PhD
Universidad Autónoma del Estado de México

ROSAS - ACEVEDO, José Luis. PhD
Universidad Autónoma de Guerrero

NÚÑEZ - NALDA, José Víctor. PhD
Universidad Politécnica de Sinaloa

RAMIREZ, Eustacio. PhD
Universidad del Mar

XANAT, Antonio. PhD
Universidad Autónoma de Estado de México

Cesión de Derechos

El envío de una Obra Científica a ECORFAN Proceedings emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones científicas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Obra Científica.

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

Declaración de Autoría

Indicar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en la participación de la Obra Científica 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 de la Obra Científica.

Detección de Plagio

Todas las Obras Científicas serán testeadas 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 de la Obra Científica notificando a los Autores responsables. , reivindicando que el plagio académico está tipificado como delito en el Código Penal.

Proceso de Arbitraje

Todas las Obras Científicas 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 homologo de CONACYT para los capítulos de America-Europa-Asia-Africa y Oceania. 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 ECORFAN Proceedings 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 la Obra Científica Modificado para Edición-Publicación.

Ciencias Agropecuarias y Biotecnología

Volumen I

El Proceedings ofrecerá los volúmenes de contribuciones seleccionadas de investigadores que contribuyan a la actividad de difusión científica para su área de investigación en la función de la Universidad ante los retos de la Sociedad del Conocimiento. Además de tener una evaluación total, se colabora con calidad y puntualidad en sus capítulos, cada contribución individual fue arbitrada a estándares internacionales (RESEARCH GATE, MENDELEY, GOOGLE SCHOLAR y REDIB), el Proceedings propone así a la comunidad académica, los informes recientes sobre los nuevos progresos en las áreas más interesantes y prometedoras de investigación en la función de la Universidad ante los retos de la Sociedad del Conocimiento.

Zapata Montes, Nery Javier

Coordinador

Ciencias Agropecuarias y Biotecnología

Proceedings T-I

Contenido	Pag.
Aplicación potencial de biosólidos en el cultivo de jitomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> L.) MEJÍA MORÁN, Violeta Getsemaní & ALCALÁ MÁRQUEZ, Luis Jesús	1-10
Diseño, construcción, Síntesis y caracterización de un biodigestor de flujo continuo para la región de Tula- Tepeji del estado de Hidalgo VÁZQUEZ-MONROY, Fortino, ISLAS-CERÓN, Alejandro, HIDALGO-MARTINEZ, Erick and BERNAL-MARTINEZ, Junior Adán	11-16
Análisis y diseño de arado como una nueva alternativa para tractores agrícolas VEGA-NEGRETE, Emmanuel, CÁRDENAS-MAGAÑA, Jorge, RUIZ-IBARRA, Guadalupe, JALOMO-CUEVAS, Jaime y GUDIÑO-LAU, Jorge	17-28
Envase eco sustentable fabricado con hojas de maíz y mucilago de nopal como aditivo MÁRQUEZ-SÁNCHEZ, Daniel Mauricio	29-39
Prototipado de un invernadero Inteligente para productos regionales UH-ZAPATA, Glendi del Rosario & CANUL-GARRIDO, Divino Miguel	40-45
Aprovechamiento de la fracción orgánica de los residuos sólidos en un Campus universitario RODRIGUEZ-PIMENTEL, Reyna Isabel	46-61
Diseño de un reactor biológico para biofertilizantes CANCINO-MENDEZ, Gianni, ROSALES-UC, Elsy, RUBIO-CAMARA, Erika y HERRERA-CHABLE, Francisco	62-69
Germinación de semillas de tomate y pepino con un biofertilizante obtenido de un bioreactor tipo Bokashi HERRERA-CHALÉ, Francisco Gilberto, ROSALES-UC, Elsy María, RUBIO-CÁMARA, Erika Haydee y CANCINO-MÉNDEZ, Gianni Melina	70-75
Innovación en el campo nayarita: De la tradición del <i>pancle</i> a las frutas deshidratadas con calidad de exportación BECERRA-PÉREZ, Ricardo, MONTES-TORRES, María de Lourdes, BECERRA-MONTES, María Abril	76-82

Aplicación potencial de biosólidos en el cultivo de jitomate (*Lycopersicum esculentum* L.)

Potential application of biosolids in the cultivation of tomato (*Lycopersicum esculentum* L.)

MEJÍA MORÁN, Violeta Getsemaní & ALCALÁ MÁRQUEZ, Luis Jesús

Universidad Tecnológica de Bahía de Banderas

ID 1^{er} Autor: *Violeta Getsemaní, Mejía-Morán* / **ORC ID:** 0000-0001-8764-1422, **Researcher ID Thomson:** Y-1810-2019. **CVU CONACYT ID:** 229563

ID 1^{er} Coautor: *Luis Jesús, Alcalá-Márquez* / **ORC ID:** 0000-0002-6834-2408, **Researcher ID Thomson:** Y-2794-2019

V. Mejía, L. Alcalá

vgmejia@utbb.edu.mx

N. Zapata (Dir.). Ciencias Agropecuarias y Biotecnología, Proceedings-©ECORFAN-México, CDMX, 2019.

Resumen

Este estudio tuvo como objetivo el evaluar la aplicación de la mezcla de biosólido (B) y sustrato (arena de río lavada) en un cultivo de jitomate (*Lycopersicon esculentum* L.) variedad Río Grande, a nivel invernadero. Se establecieron cuatro tratamientos basados en el incremento de concentraciones de biosólido (0, 2.5 %, 5.0 % y 7.5 % en peso seco). Se cosechó a los 150 días y los parámetros analizados fueron diámetro de raíz, longitud de raíz, altura de la planta, peso seco en raíz y número de frutos. Los resultados en el diámetro de la raíz y altura de la planta mostraron que no hubo diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos; sin embargo, sí hubo diferencias significativas en la longitud de la raíz entre el tratamiento control (AR). El tratamiento de 5 % (AR + B2) tuvo un mayor número de frutos ($p < 0.05$), superando en un 53 % al tratamiento control. Se observó tolerancia a altas concentraciones de nitrógeno (810 Kg de N ha⁻¹). Los resultados muestran una respuesta positiva a la aplicación de biosólido ya que se promovió la producción de frutos sin hacer uso de fertilizantes minerales, razón por la cual, su aplicación como fertilizante, es una alternativa respetuosa con el medio ambiente.

Biosólido, Métodos de manejo, Reciclaje de desechos orgánicos

Abstract

The aim of this study was the application of a mixture of biosolids (B) and substrate (washed river sand) in a tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) variety Río Grande at greenhouse conditions was evaluated. Four treatments were established, based on the increase of biosolids concentrations (0, 2.5%, 5.0% and 7.5% in dry weight). It was harvested at 150 days and the parameters analyzed were root diameter, root length, plant height, dry weight at root and number of fruits. The results in root diameter and height of the plant showed that no significant differences ($p < 0.05$) between the treatments; however significant differences in the length of the root between the control treatment (RA) were found. The 5%(AR + B2) treatment had a greater number of fruits ($p < 0.05$), surpassing in 53% the control treatment. Tolerance was also observed at high concentrations of nitrogen (810 kg of N ha⁻¹). The results obtained show a positive response to the application of biosolids since the production of fruits was promoted without the use of mineral fertilizers, therefore its application as a fertilizer, is a friendly alternative to the environment.

Biosolid, Handling methods, Organic waste recycling

Introducción

La producción sostenible de alimentos ha resurgido en la agenda política global, derivado de dos retos: i) la producción de suficiente comida para alimentar a la creciente población y ii) el uso eficiente de los recursos naturales (Schulte et al., 2014). El uso de prácticas productivas insustentables dentro del sector agropecuario a nivel mundial, han conducido al deterioro ambiental debido principalmente a la falta de interés en el empleo de técnicas efectivas de conservación (Ávila-Foucat, 2017).

La agricultura intensiva se caracteriza por aumentar los rendimientos de los cultivos, sin embargo estas mejoras en la producción tienen costos ambientales que no pueden ni deben ser ignorados (Tilman, 1999); tales como: riesgos en la salud humana (Kremmen y Miles, 2012), emisiones de gases con efecto invernadero, cambio climático, pérdida de la biodiversidad, contaminación por la aplicación de fertilizantes y pesticidas en aguas subterráneas y superficiales, eutroficación por fósforo y nitrógeno, así como la erosión del suelo (Tilman et al., 2002, Delonge et al., 2016).

En México, se calcula que aproximadamente 44.9% de los suelos presentan algún tipo de erosión (SEMARNAT-CP, 2003). De manera particular, la producción de jitomate en México creció a una tasa promedio anual de 3.3 por ciento entre 2005 y 2015, actualmente México es el principal proveedor de esta hortaliza en el mundo (SAGARPA, 2017); aunque la superficie total destinada a este cultivo a cielo abierto disminuyó, el cultivo en condiciones controladas aumentó pasando de 2.9 por ciento en el 2005 a 59.6% en 2015 (FIRA, 2016).

De ahí que la SAGARPA en su planeación agrícola nacional 2017- 2030, dentro de sus estrategias de sustentabilidad en la producción agrícola propone reducir la utilización de químicos en el cultivo de jitomate con el fin de garantizar inocuidad y disminuir costos. Por consiguiente es necesario emplear procedimientos que permitan migrar de una agricultura convencional a una agricultura sustentable; en donde el principio de sustentabilidad implique el uso de los recursos a tasas que no excedan la capacidad del planeta para reemplazarlas (Godfray et al., 2010), de tal forma que no se comprometa el futuro de las próximas generaciones . En este sentido, la utilización de desechos orgánicos para la nutrición de plantas ha ido en ascenso, la eficiencia y efectividad de su empleo como acondicionadores del suelo y fertilizantes, compone una de las mejores formas de mantener y restaurar la productividad del suelo (Kumar et al., 2014).

Una alternativa de uso de desechos orgánicos lo constituyen los lodos residuales, los cuales son los residuos resultantes de la separación de los sólidos y los líquidos durante el tratamiento de las aguas residuales (Tchobanoglous et al., 2003). Su generación representa el mayor volumen de los contaminantes removidos de las aguas residuales (Fytili y Zabiniotou, 2008), por lo que su manejo y disposición final constituye el principal reto dentro del proceso (Cieslik et al., 2015). El incorrecto manejo de los mismos deriva en serios problemas ambientales tales como la contaminación del agua subterránea, la degradación del suelo entre otros (Bhavisha et al., 2017).

Los métodos principales de disposición de lodos comprenden la incineración, relleno de terrenos al aire libre y como mejorador de suelos (Kominko et al., 2017), para este último, es necesario estabilizar el lodo residual para reducir el contenido de patógenos al igual que la generación de olores, así como la atracción de vectores (Rigby et al., 2016). Una vez estabilizado, se le conoce como biosólido, los cuales se caracterizan por contener una fuente rica de los principales elementos nutritivos de las plantas (Chamber et al., 2003) por lo que pueden ser susceptibles de aprovechamiento agrícola, promoviendo la disminución del uso de fertilizantes minerales (Terry, 2001) y con ello impactar positivamente en el cuidado del ambiente y en la economía de los agricultores.

Los biosólidos proporcionan fuertes ventajas ambientales y económicas (Giannakis et al, 2014), primordialmente a causa de su alto contenido en materia orgánica, nitrógeno, fósforo y micronutrientes (Roca-Pérez et al., 2009; Latare et al., 2014), con los cuales pueden aumentar la fertilidad del suelo (Albiach et al., 2001; Adviento-Borbe, 2007); además de mejorar las propiedades físicas y químicas de los suelos y propiciar una mayor retención de agua (Griffith et al, 2005), así mismo aumenta la actividad microbiológica responsable de los procesos de asimilación de nutrientes de las plantas (García, 2004). Fytili y Zabaniotou en 2008, estiman que aproximadamente el 37% de los lodos residuales se destinan al uso en agricultura.

No obstante, los biosólidos pueden contener patógenos (bacterias, hongos, virus) y sustancias tóxicas como pesticidas, insecticidas, medicamentos, detergentes, hormonas, antibióticos (Luo et al., 2014), igualmente es posible que contengan elementos trazas con los que existe el riesgo de acumulación en el tejido de los seres humanos y la bioacumulación en la cadena alimentaria (Hsiau y Lo, 1998, Mohaparatra et al., 2016). El presente estudio tiene como objetivo analizar la factibilidad del uso de biosólidos obtenidos durante el tratamiento de aguas residuales domésticas aplicados en diferentes concentraciones sobre el cultivo de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en condiciones de invernadero, con la intención de presentar una alternativa de mitigación ambiental y nutrición vegetal.

Metodología a desarrollar

Sitio experimental

El experimento se realizó bajo condiciones de invernadero en Bahía de Banderas, Nayarit el cual está ubicado en el occidente de la República Mexicana (20°42'33.7''N. Latitud y 105°17'05.2''W Longitud), a una altitud de 2 metros sobre el nivel del mar, el clima es cálido-subhúmedo con una temperatura media anual de 26°C y precipitación media anual de 1,152 mm (generalmente de junio a septiembre).

Preparación del Biosólido

Los biosólidos fueron obtenidos de SEAPAL- Norte II (Sistema de los Servicios de Agua Potable, Drenaje y Alcantarillado de Puerto Vallarta), en el estado de Jalisco, México el cual trata principalmente agua proveniente de fuentes domésticas y de la industria hotelera.

Las aguas entran en un proceso de digestión aerobia en un reactor donde se producen los lodos residuales, estos a su vez son bombeados a un reactor anaerobio para ser compostados y generar biosólidos; estos son re-bombeados para su posterior adición de floculante comercial, así como su filtración a través de un filtro prensa para reducir su contenido de humedad. La producción de biosólidos es de 90 ton día⁻¹. Las aguas residuales son descargadas al río y los biosólidos se destinan en su mayoría para regeneración de suelo agrícola. Para evitar la atracción de vectores y patógenos, el biosólido fue puesto bajo la acción térmica de los rayos del sol en una cama cubierta por una membrana plástica de polietileno por un periodo de diez días a 45°C. La concentración de metales traza, contaminantes orgánicos y contenido de patógenos fue baja, por lo que fueron clasificados como clase “A”, tipo excelente de acuerdo la normatividad mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002 (SEMARNAT, 2002).

Preparación de Tratamientos

Se establecieron cuatro tratamientos basados en la concentración de biosólidos (B) aplicados en un sustrato de arena de río lavada (AR), se aplicaron concentraciones de 0, 2.5, 5 y 7.5 % en peso seco. En el tratamiento de 2.5 % se agregó 25 g de biosólido por kg⁻¹ de sustrato (considerado como AR + B1). En el tratamiento de 5 % se agregó 50 g de biosólido por kg⁻¹ de sustrato (considerado como AR + B2). En el tratamiento de 7.5 % se agregó 75 g de biosólido por kg⁻¹ de sustrato (considerado como AR + B3). El cuarto tratamiento fue sustrato sin biosólido el cual fungió como control (considerado como AR). Los tratamientos y las dosis aplicadas se muestran en la tabla 1. Cada tratamiento tuvo un peso total 4 kg y fue llevado a cabo en bolsas de poliuretano.

Tabla 1 Dosis de Biosólidos en los tratamientos

Tratamiento	Concentración de biosólido por Kg de Suelo (g Kg ⁻¹)	Concentración de biosólido (t ha ⁻¹)	Concentración de Nitrógeno (Kg N ha ⁻¹)
AR	0	0	0
AR + B1	25	9	270
AR + B2	50	18	540
AR + B3	75	27	810

Semillas de jitomate *Lycopersicon esculentum* L. variedad “Río grande” fueron germinadas bajo condiciones de invernadero en semilleros tipo charolas con una profundidad de 5 cm usando estopa de coco como sustrato. Se mantuvieron bajo características normales de luz, y temperaturas 33°C / 26 °C (día/noche). Después de 22 días, 48 plántulas fueron trasplantadas a bolsas de polietileno considerando una plántula por bolsa. Se estableció un diseño completamente al azar, con 12 réplicas por tratamiento. El experimento se llevó a cabo en la zona central del invernadero utilizando un área total de 28 m².

Con el propósito de disminuir el efecto orilla, se agregaron dos tratamientos extras al inicio y al final del surco. Las plantas fueron irrigadas diariamente con agua de pozo bajo un sistema por goteo. No se agregó fertilización adicional. A los 40 días de iniciado el experimento se procedió a podar la zona de las ramas inferiores al primer fruto, con el fin de estimular a la planta a utilizar los nutrientes en la producción de frutos. El experimento finalizó a los 150 días con la cosecha de los frutos. Las variables analizadas fueron longitud del tallo, diámetro radial, producción de frutos, peso seco en raíces y altura de la planta; para el peso seco de las raíces se requirió un lavado con agua corriente y después secado en horno durante a 60°C durante 72 horas.

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados a través de el análisis de varianza de un solo factor (ANOVA), para probar las diferencias significativas entre las medias de los tratamientos se empleó la prueba de Tukey con un nivel de confianza del 95%.

Resultados

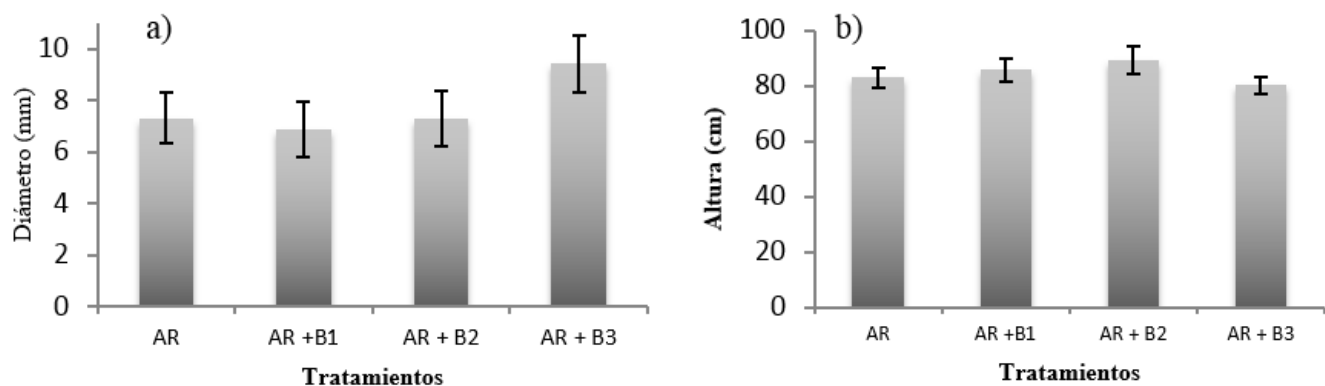
Los resultados obtenidos para determinar la viabilidad de la aplicación de biosólidos sobre el vigor de las plantas se muestran en la Gráfica 1. El diámetro del tallo tiene relación a la respuesta con el consumo de nutrientes, sin embargo se determinó que no existe diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los tratamientos (Gráfica 1a), comportamiento que ha sido reportado por otros autores (Giannakis et al., 2014), en cambio Negrin et al., 2015 tuvo un incremento de 0.19 cm en un cultivo de jitomate usando biosólido derivado de un tratamiento anaerobio aplicándolo con una concentración de 6.8 t ha⁻¹.

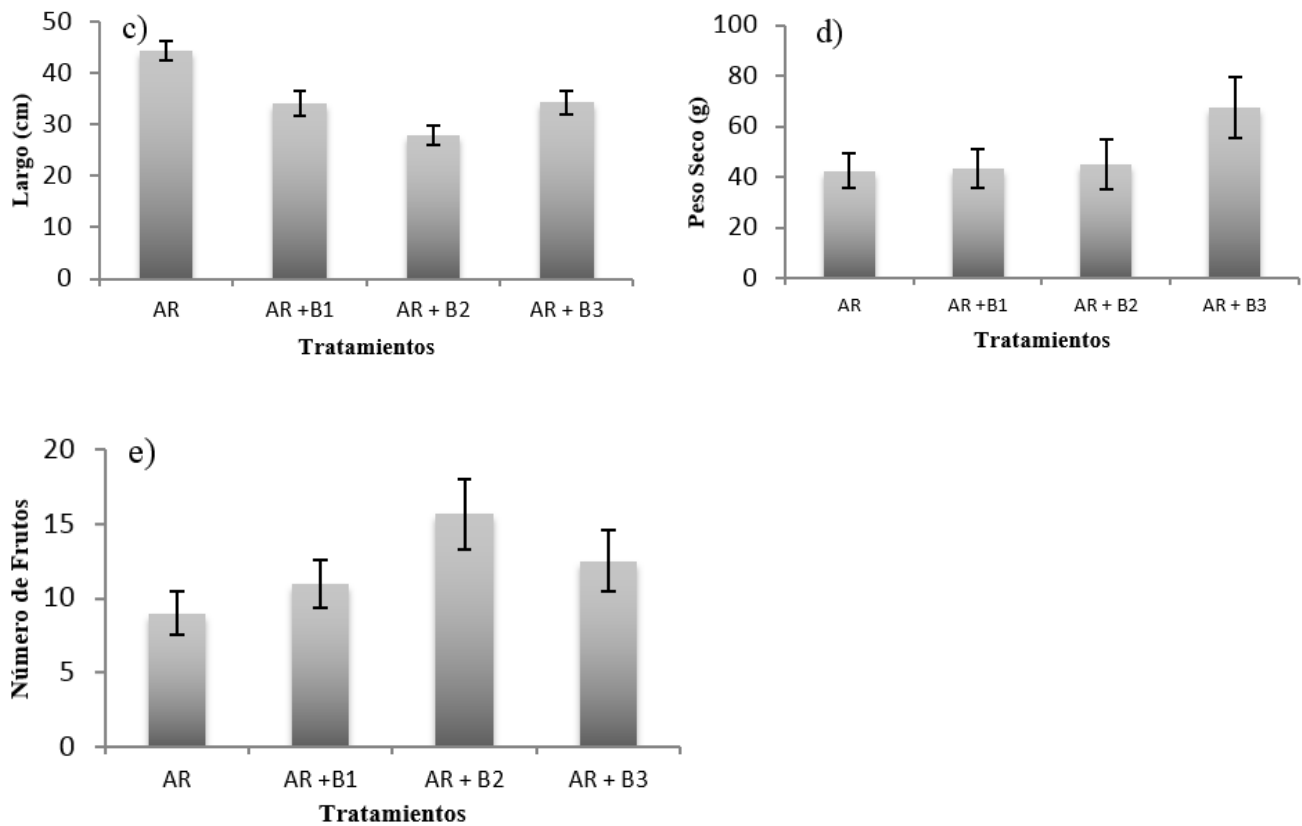
De igual manera no se observó diferencia significativa en la altura de las plantas por el aumento en la concentración de biosólido (Gráfica 1b), el promedio de altura entre los tratamientos fue de 83 ± 4 cm; resultados similares han sido encontrados en la literatura (Teri et al., 2001; He et al., 2016), por lo que conviene subrayar que la adición de biosólido rico en nutrientes no interfiere con el desarrollo morfológico de la planta (Singh y Agrawal, 2009; Wang et al., 2008).

Las raíces de las plantas presentan un papel de vital importancia en la nutrición de la misma, ya que a través de ella se dan los procesos de transporte de agua y de nutrientes, así como también funciona como soporte de la vida microbiana rizosférica. El peso seco en raíces (Gráfica 1d) no presentó diferencia significativa entre tratamientos, no obstante la longitud radicular (Gráfica 1c) sí presentó diferencia significativas. El tratamiento testigo (AR) desarrolló raíces con mayor longitud en relación a los tratamientos AR + B1, AR + B2 y AR + B3, superándolos con un 34.7 %, 56.8 % y 33.24 % respectivamente.

Las raíces desarrolladas por el tratamiento testigo fueron del tipo pivotante derivado de la carencia de nutrientes en el medio, sin embargo las raíces de los tratamientos enriquecidos con biosólidos desarrollaron raíces fasciculantes, ya que disponían de nutrientes distribuidos en el sustrato, lo que provocó un ambiente propicio para la actividad de microorganismos en el suelo (Suárez-Estrella et al., 2013; Torri et al., 2014; Mondal et al., 2015).

Gráfico 1 Efecto de la aplicación de biosólido en diferentes concentraciones: 0% AR (Control); 2.5 % (25 g de biosólido por kg⁻¹ de sustrato) AR + B1; 5 % (50 g de biosólido por kg⁻¹ de sustrato) AR + B2; 7.5 % (75 g de biosólido por kg⁻¹ de sustrato) AR + B3;). a) diámetro del tallo, b) altura de la planta, c) longitud radial, d) peso seco en raíces y e) número de frutos. Las barras de error están representadas como error estándar





Algunos autores reportan una inhibición en el rendimiento de los cultivos, derivado del aumento de concentración de biosólido (Wei du et al., 2012; Giannakis et al., 2014, Hernández et al., 2014). En este estudio, el efecto en la producción de frutos mostró diferencias significativas positivas entre el tratamiento AR + B2 (18 t ha⁻¹) y el testigo, superándolo con un porcentaje de 46.1 %. En este tratamiento la concentración de nitrógeno corresponde a 540 Kg de N ha⁻¹ (Tabla 1); en contraste, Upendra et al., (2006) reportó disminución en la producción de jitomate en concentraciones por arriba de 200 Kg de N ha⁻¹. A pesar de ello, la literatura menciona incrementos en la producción de jitomate a concentraciones elevadas de desechos orgánicos: Atiyeh et al., (2001) emplearon estiércol de cerdo vermicompostado en concentraciones de 0-100% (v/v) sus resultados mostraron una tolerancia del cultivo a altas dosis de desecho orgánico, al igual que He et al., (2016) utilizó hasta 800 Kg de N ha⁻¹ de estiércol de cerdo compostado, de donde resultó un incremento en el crecimiento y producción de jitomates.

Así, por ejemplo, en la literatura podemos encontrar estudios diversos en los que se evalúa la aplicación de desechos orgánicos en cultivos, en el Tabla 2 se resumen algunas evaluaciones que se han hecho en diferentes cultivos y dosis de biosólido. Miralles de Imperial en el 2003 empleó lodo compostados, lodos compostados de poda y lodos deshidratados en un cultivo de Olivo (*Olea europaea* L.) en diferentes concentraciones de biosólido (0, 10, 20, 40, 80 y 120 t ha⁻¹) resultando en incremento en la materia orgánica del sistema y mejora de la disponibilidad de nutrientes; así mismo Waqas et al., (2014) llevaron a cabo un estudio a nivel invernadero con pepino (*Cucumis sativa* L.) utilizando lodo residual y biochar de lodo residual en las concentraciones de 2, 5 y 10 % en peso seco obteniendo una mayor biomasa con respecto al control. Latare et al. (2014) empleó lodo residual en un cultivo de arroz y trigo en donde hubo un incremento en el rendimiento de los cultivos, así también Pérez-Murcia et al., (2006) demostró que al agregar lodo residual en concentraciones de 0 %, 15 %, 30 % y 50 % v/v la concentración de nutrientes del medio.

Tabla 2 Efecto de la aplicación de biosólidos y lodos residuales en la producción agrícola de distintas especies vegetales

Espece Vegetal	Tipo de Desecho Orgánico	Concentración	Observaciones	Referencia
Cebada (<i>Hordeum vulgare</i> L.var. Sunrise)	Biosólido	15 t ha ⁻¹	Incrementó el rendimiento	Antolín et al., 2005
Arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) y Trigo (<i>Triticum aestivum</i> L. cv. Malviya 234)	Lodo residual	0, 10, 20, 30 y 40 t ha ⁻¹	Incrementó el rendimiento en ambos cultivos	Latare et al., 2014
Brocolí (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>Botryti</i> cv. Marathon)	Lodo residual	0 %, 15 %, 30 % y 50 % v/v	Incrementó la cantidad de nutrientes y contenido de elementos traza. No aumentó el índice de germinación	Pérez-Murcia et al., 2006
Maíz (<i>Zea mays</i> L.)	Lodo residual Composta de lodo residual	18 Mg ha ⁻¹	Incrementó el rendimiento en los tratamientos con lodo y composta de lodo residual.	Vaca et al., 2011
Olivo (<i>Olea europaea</i> L.)	1) Lodo Compostado Residuos poda 2) Lodo compostado 3) Lodo deshidratado	0, 10, 20, 40, 80 y 120 t ha ⁻¹	Incrementaron los contenidos de materia orgánica	Miralles de Imperial, 2003
Pepino (<i>Cucumis sativa</i> L.)	Lodo residual y biochar de lodo residual	2 %, 5 % y 10 % en peso seco	Mayor biomasa en frutos	Waqas et al., 2014
Frijol Chino (<i>Vigna unguiculata</i>) Trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.)	Lodo Residual	5, 10 y 15 t ha ⁻¹	Disminuyó la densidad aparente en 21%, incrementó la porosidad del suelo, actividad de hidrogenasa y la biomasa microbiana.	Mondal et al., 2015
Abelmosco (<i>Abelmoschus esculentus</i> L. var Varsha uphar)	Biosólido	20 % y 40 % (w/w)	Incrementó la producción en ambos casos	Singh y Agrawal, 2009

Por otro lado, la introducción de biosólidos como fertilizantes se ubica en el primer nivel conforme a la taxonomía de Gliessman (2014), debido a que se reduce la producción de desechos; a su vez conlleva beneficios económicos al reducir los costos de operación en los suministros, además de minimizar la emisión de gases con efecto invernadero, aunque su uso está sujeto a varios desafíos entre los que destacan la propaganda entre la población, el transporte de los biosólidos y los problemas que derivan de la producción masiva de los mismos.

Agradecimiento

A PROMEP por el financiamiento NPTC y a la Universidad Tecnológica de Bahía de Banderas, así como a los alumnos de la carrera de Agricultura Sustentable y Protegida quienes estuvieron apoyando en el proyecto.

Conclusiones

La mayor producción de frutos fue en presencia con una concentración de 18 t ha⁻¹ de biosólido (AR + B2). Se demostró tolerancia a altas concentraciones de nitrógeno de hasta 810 Kg de N ha⁻¹. La falta de nutrientes provocó formación de raíces tipo pivotantes en el tratamiento testigo. No hubo efecto en la longitud radical, así como en la altura de la planta y peso seco. De manera que el empleo de biosólidos tiene potencial agrícola por ser una alternativa amigable y de bajo costo; sin embargo es necesaria una propaganda efectiva a la población y a las empresas del ramo alimenticio para su aceptación

Sugerencias

Es importante determinar el efecto de la adición de biosólido en el sustrato y cultivo de jitomate, sobre las características físicas y químicas del suelo, para relacionarlas con la productividad del cultivo.

Referencias

Adviento-Borbe, M.A.A., Haddix M.L., Binder D.L., Walters D.T. and Dobermann A., (2007). Soil greenhouse gas fluxes and global warming potential in four high-yielding maize systems. *Global Change Biology*, 13, 1972–1988.

Albiach R., Canet R., Pomares F. y Ingelmo F. (2001). Organic matter components, aggregate stability and biological activity in a horticultural soil fertilized with different rates of two sewage sludges during ten years. *Bioresource Technology*, 77 (2), 109–114.

Antolín M.C, Pascual I., García C., Polo A. y Sánchez-Díaz M. (2005). Growth, yield and solute content of barley in soils treated with sewage sludge under semiarid Mediterranean conditions. *Field Crops Research*, 94 (2-3), 224-237.

Ávila-Foucat V.S. (2017). Desafíos del sector primario y políticas públicas sustentables. *Economía Informa*, 402, 29-39

Bhavisha S., Sarkar A., Singh P. y Singh R.P. (2017). Agricultural utilization of biosolids: A review on potential effects on soil and plant grown. *Waste Management*, 64, 117-132.

Cieslik B.M., Namiesnik J. y Konieczka P. (2015). Review of sewage sludge management: standards, regulations and analytical methods. *Journal of Cleaner Production*, 90,1-15.

Chambers B.J., Nicholson F.A., Aitken M., Cartmell E. y Rowland C. (2003). Benefits of bio- solids to soil quality and fertility. *Water and Environment Journal Promoting Sustainable Solutions*, 17 (3), 162–167.

DeLonge M.S., Miles A. y Carlisle L. (2016). Investing in the transition to sustainable agriculture. *Environmental Science & Policy*, 55 (1), 266-273.

FIRA (2016). Panorama Agroalimentario. Tomate Rojo 2016. Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial. [en línea]. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200635/Panorama_Agroalimentario_Tomate_Rojo_2016.pdf. (14/08/2017)

Fytli D. y Zabaniotou A. (2008). Utilization of sewage sludge in EU application of old and new methods—A review. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 12 (1), 116-140.

García-Gil J.C., Plaza C., Senesi N., Brunetti G. y Polo A., (2004). Effects of sewage sludge amendment on humic acids and microbiological properties of a semiarid Mediterranean soil. *Biology and Fertility of Soils*, 39, 320–328.

Giannakis G.V., Kourgialas N.N., Paranychianakis N.V., Nikolaidis N.P. y Kalogerakis N. (2014). Effects of Municipal Solid Waste Compost on Soil Properties and Vegetables Growth. *Compost Science & Utilization*, 22(3), 116-131.

Godfray H.C.J., Beddington J.R., Crute I.R., Haddad L., Lawrence D., Muir J.F., Pretty J., Robinson S., Thomas S.M. y Toulmin C. (2010). Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People. *Science*, 327 (5967), 812-818.

Griffiths B.S., Hallett P.D., Kuan H.L., Pitkin Y. y Aitken M.N. (2005). Biological and physical resilience of soil amended with heavy-metal contaminated sewage sludge. *European Journal of Soil Science*, 56 (2), 197–205.

- Hernández T., Chocano C., Moreno JL. y García C. (2014). Towards a more sustainable fertilization: Combined use of compost and inorganic fertilization for tomato cultivation. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 196, 178-184.
- Hsiau P. y Lo S. (1998). Extractabilities of heavy metals in chemically-fixed sewage sludges. *Journal of Hazardous Materials*, 58 (1-3),73–82.
- Kominko H., Gorazda K. y Wzorek Z. (2017). The possibility of organo-mineral fertilizer production from sewage sludge. *Waste Biomass Valorization*, 8(5) 1781-1791.
- Kumar R., Sharma S. y Prasad R. (2014). Yield Nutrient Uptake, and Quality of Stevia as Affected by Organic Sources of Nutrient. *Communications in Soil Science and Plant Nutrition*, 44 (21), 3137–3149.
- Latore A.M., Kumar O., Singh S.K. y Gupta A. (2014). Direct and residual effect of sewage sludge on yield, heavy metals content and soil fertility under rice– wheat system. *Ecological Engineering*, 69, 17–24.
- Miralles de Imperial R., Beltrán E.M., Porcel M.A., Beringola M.L, Valero-Martín J., Calvo R. y Delgado M.M. (2003). Disponibilidad de nutrientes por el aporte de tres tipos de lodo de estaciones depuradoras. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 19 (3), 127-136.
- Mohapatra D.P., Cledón M., Brar S.K. y Surampalli, R.Y. (2016). Application of wastewater and biosolids in soil: occurrence and fate of emerging contaminants. *Water, Air, & Soil Pollution*, 227 (3), 1-14.
- Mondal S., Singh R.D., Patra A.K. y Dwivedi B.S. (2015). Changes in soil quality in response to short-term application of municipal sewage sludge in a typic haplustept under cowpea-wheat cropping system. *Environmental Nanotechnology, Monitoring and Management*, 4, 37-41.
- Negrin-Brito A., Jiménez-Peña Y. y de la Vega-Baéz D. (2015). Efecto agronómico sobre el tomate del biosólido resultante de una planta de tratamiento anaeróbico de residuales pecuario. *Centro Agrícola*, 42 (4), 53-60
- Perez-Murcia M.D., Moral R., Moreno-Caselles J., Perez-Espinosa A. y Paredes C. (2006). Use of composted sewage sludge in growth media for broccoli. *Bioresource Technology*, 97 (1), 123-130.
- Rigby H., Clarke B.O., Pritchard D.L., Meehan B., Beshah F., Smith S.R. y Porter N.A. (2016). A critical review of nitrogen mineralization in biosolids-amended soil, the associated fertilizer value for crop production and potential for emissions to the environment. *Science of Total Environment*, 541, 1310-1338.
- Roca-Pérez L., Martínez C., Marcilla P. y Boluda R. (2009). Composting rice Straw with sewage sludge and compost effects on the soil-plant system. *Chemosphere*, 75(6), 781-787.
- SAGARPA (2017). Jitomate Mexicano. Planeación Agrícola Nacional 2017-2030. [en línea]. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257077/Potencial-Jitomate.pdf>. (04/11/2017)
- Schulte R.P.O., Creamer R.E. , Donnellan T. , Farrelly N. , Fealy R., O'Donoghue C. y O'hUallachain D. (2014). Functional land management: A framework for managing soil-based ecosystem services for the sustainable intensification of agriculture. *Environmental Science & Policy*, 38, 45-58.
- SEMARNAT (2004). 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. 24 de septiembre 2002.
- SEMARNAT y CP. (2003). Evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre en la República Mexicana, escala 1:250:000. Memoria Nacional 2001-2002.

- Singh R.P. y Agrawal M. (2009). Use of sewage sludge as fertiliser supplement for *Abelmoschus esculentus* plants: physiological, biochemical and growth responses. *International Journal of Environment and Waste Management*, 3 (1/2), 91-106.
- Suarez-Estrella F., Jurado M.M., Vargas-Garcia M.C, Lopez M.J. y Moreno J. (2013). Isolation of bio-protective microbial agents from eco-compost. *Biological Control*, 67(1), 66-74.
- Tchobanoglous, G. and Burton F.L. (1991). *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse*. Irwin/McGraw-Hill.
- Terry E., Núñez M., Pino M.A. y Medina N. (2001). Efectividad de la combinación Biofertilizantes-análogo de brasinoesteroides en la nutrición del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Cultivos Tropicales* 22(2), 59-65.
- Tilman D. (1999). Global environmental impacts of agricultural expansion: The need for sustainable and efficient practices. Memorias. National Academy of Sciences colloquium ‘‘Plants and Population: Is There Time?’’. Irving, California. 5-6 de Diciembre de 1998. 5595-6000. En papel.
- Tilman D., Cassman K.G., Matson P.A, Naylor R. y Polasky S. (2002). Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, 418 (6288), 671-677.
- Torri S.I., Corrêa R.S y Renella G. (2014). Soil carbón sequestration resulting from biosolids application. *Applied and Environmental Soil Science*, Vol 2014,
- Upendra M.S., Bharat P. S. y Syed R. (2009). Tillage, Cover Cropping, and Nitrogen Fertilization Influence Tomato Yield and Nitrogen Uptake. *HortScience*, 35 (2), 217-221.
- Vaca R., Lugo J., Martínez R., Esteller M.V. y Zavaleta H. (2011). Effects of sewage sludge and sewage sludge compost amendment on soil properties and *Zea mays* L. Plants (heavy metals, quality and productivity). *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 27 (4), 303-311.
- Wang X., Chen T., Ge Y. y Jia Y. (2008). Studies on land application of sewage sludge and its limiting factors. *Journal of Hazardous Materials*, 160, 554-558.
- Waqas M., Khan S., Qing H., Reid B.J. y Chao C. (2014). The effects of sewage sludge and sewage sludge biochar on PAHs and potentially toxic element bioaccumulation in *Cucumis sativa* L. *Chemosphere*, 105, 53-61

Diseño, construcción, Síntesis y caracterización de un biodigestor de flujo continuo para la región de Tula- Tepeji del estado de Hidalgo

Design, construction, synthesis and characterization of a continuous flow biodigester for the Tula-Tepeji region of the state of Hidalgo

VÁZQUEZ-MONROY, Fortino, ISLAS-CERÓN, Alejandro, HIDALGO-MARTINEZ, Erick and BERNAL-MARTINEZ, Junior Adán

Universidad Tecnológica de Tula- Tepeji

ID 1^{er} Autor: *Fortino, Vázquez-Monroy* / **ORC ID:** 0000-0001-8517-2052, **Researcher ID Thomson:** F-9524-2019, **CVU CONACYT ID:** 307841

ID 1^{er} Coautor: *Alejandro, Islas-Cerón* / **ORC ID:** 0000-0003-4170-6926, **CVU CONACYT ID:** 984547

ID 2^{do} Coautor: *Erick, Hidalgo-Martinez* / **ORC ID:** 0000-0001-6147-6852, **Researcher ID Thomson:** G-1265-2019, **CVU CONACYT ID:** 412053

ID 3^{er} Coautor: *Junior Adán, Bernal-Martinez* / **ORC ID:** 0000-0003-1198-5653, **Researcher ID Thomson:** V-2710-2019, **CVU CONACYT ID:** 415699

Resumen

Diseñar, construir, síntesis y caracterización de un biodigestor de flujo continuo, para la región de Tula-Tepeji del estado de Hidalgo. El presente proyecto de investigación, está dividido en cuatro etapas: la primera etapa, se tiene como objetivo principal el diseño y construcción del biodigestor tipo bolsa de flujo continuo, calcular la cantidad de agua y excreta que este necesita. La segunda etapa, consiste en realizar la caracterización del biodigestor desde el momento en que se empieza a alimentar por primera vez hasta que empieza a producir gas metano, cuanto tiempo es el que pasa y cómo se comporta. La tercera etapa, se tiene como objetivo realizar la caracterización del biodigestor una vez que este empieza a producir gas metano, para empezar a alimentarlo diariamente. La cuarta etapa, es que una vez obtenidos los resultados se analizaran y se sacara una conclusión de los resultados obtenidos, para ser implementado en las zonas rurales.

Síntesis, Caracterización, Biodigestor

Abstract

Design, build, synthesis and characterization of a continuous flow biodigester for the Tula-Tepeji region of the state of Hidalgo. The present research project is divided into four stages: the first one has as main objective the design and construction of the biodigester bag type continuous flow and calculate the amount of water and excreta that it needs. The second stage consists of carrying out the characterization of the biodigester from the moment in which it begins to feed for the first time until it begins to produce methane gas as long as it passes and how it behaves. The third stage aims to perform the characterization of the biodigester once it begins to produce methane gas to start feeding it daily. The fourth stage is that once obtained the results will be analyzed and a conclusion will be drawn from the results obtained, to be implemented in rural areas.

Synthesis, Characterization, Biodigester

1. Introducción

Derivado de que día con día el precio de los combustibles fósiles suben su precio para este caso el gas LP y que en un futuro no muy lejano se agotaran, surge la necesidad de realizar el proyecto de un estudio de la investigación en la implementación de un biodigestor de flujo continuo tipo bolsa de polietileno para la región Tula –Tepeji, cómo se comporta a esta altura y como afectan los cambios bruscos de temperatura a las bacterias que se encargan de descomponer la excreta para producir gas metano y bioabono, cabe mencionar que la región Tula-Tepeji se encuentra a una altura de 2140 msnm, con una latitud norte de 20°01' y una longitud este de 99°13' (INEGI 2010) es una zona semiárida.

Se reporta que en 1976 se instalaron en república Dominicana biodigestores de cúpula flotante del modelo hindú tuvieron un alto costo y fueron inflexibles no funcionaron.

En 1977 se instalaron biodigestores del modelo chino en concreto tuvieron escape de gas y fue imposible repararlos.

En 1978 se instalaron biodigestores del modelo Taiwán de PVC de flujo continuo fueron exitosos y flexibles pero la alta presión de 60 cm de columna de agua lo puso en estrés el sistema se quebró y fue imposible repararlo.

Posteriormente en 1982 en Australia se instaló una versión simplificada del modelo Taiwán, se soldaron láminas de PVC pero tuvieron poca aplicabilidad en países en vías de desarrollo.

En 1984 en Etiopia se instaló el primer biodigestor construido con lamina tubular de polietileno, en 1985 se adoptó este mismo biodigestor en Fincas de Colombia, en 1989 se le implemento el reservorio de gas de uso, en 1992 Vietnam adopto este tipo de biodigestor y en 1993 Camboya, Tanzania, Laos y Filipinas adoptaron esta tecnología antes mencionada. El biodigestor de flujo continuo es viable implementarlo y económico para la zona rural de nuestro País. (L. Rodríguez, T. Preston, 2003)

La temperatura y el PH influyen mucho en la reproducción de las bacterias recomendándose el PH entre 6.5 y 7.5 las idóneas para el buen funcionamiento del biodigestor. (SAGARPA, SEMARNAT, FIRCO, 2010)

El rango óptimo de temperatura es entre 30 y 35 °C, a una temperatura de 5°C las bacterias quedan dormidas o sea no producen nada de biogás. (Jaime Martí Herrero, 2008).
Se reporta la composición química del biogás: CH₄ 40 a 70 %, CO₂, 30 a 60 %, H₂ 0.1 %, N₂ 0.5 %, CO 0.1 %, O₂ 0.1 %, H₂S 0.1 % (L. Cepero, etl, 2012)

2. Metodología a desarrollar

Objetivo

Diseñar y construir un biodigestor de bolsa de polietileno de flujo continuo, para ser utilizado en la zona rural de la región de Tula-Tepeji.

Primero se hizo el cálculo del volumen del biodigestor tipo bolsa, para nada mas utilizar de este volumen el 80% para llenarlo con agua y excreta de ganado bovino que es el que tenemos más al alcance en esta región el 20 % restante es para que al momento reaccionar se llene de gas metano que también se le conoce como biogás, una vez obtenido el 80 % del volumen se procedió a realizar el cálculo de que cantidad de litros de agua se le debería agregar y cuantos kilogramos de excremento de ganado bovino se le debía poner al biodigestor para alimentarlo diariamente. Posteriormente se procedió a hacer el cálculo de la zanja donde se va a poner el biodigestor, para que este quede perfectamente estático como se observa en la figura 1.

Figura 1 Excavación de la zanja donde se va a instalar el biodigestor



Una vez hecha la zanja se procedió a construir el biodigestor como se observa en la siguiente figura 2, que fue medir la bolsa poner sus tubos de pvc de 4 pulgadas y de 3/4 pulgada amarrarlos bien a los plásticos y meter el agitador al biodigestor.

Figura 2 Pasos para construcción del biodigestor



En las siguiente figura 3, se muestran los pasos para la instalación del biodigestor en la zanja y el llenado de este de agua y excremento de ganado bovino, este se mezcló con agua y se coló para hacer su primera recarga y esperar entre 30 y 40 días que fue el tiempo que tardó en generar gas metano y coincide con lo que nos dice la literatura.

Figura 3 Instalación de biodigestor en la zanja



El tubo de media que sale del biodigestor se le pone una T y se pone otro tubo y se sumerge 2 cm en la botella de agua por cada cm que se sumerge nos da un PSI de presión como está sumergido 2 cm nos da dos PSI de presión, rebasando esta presión el agua en la botella actúa como válvula de seguridad liberando el gas metano restante a la atmósfera para que no se estrese el biodigestor.

Figura 4 Preparación del excremento y alimentación del biodigestor



El biodigestor trabajando al aire libre nos dio un bajo rendimiento en la generación de gas metano por los cambios bruscos de temperatura que predominan en esta región, ya que en las mañanas hace mucho frío y en el día mucho calor esto no les favorece nada a las bacterias que descomponen el excremento ya que ellas necesitan una temperatura constante para trabajar y entonces se optó por ponerle un invernadero al biodigestor como se muestra en la figura 5, para que las corrientes de aire no se lleven el calor del biodigestor y ya con el invernadero el aire encerrado es más caliente que a temperatura ambiente dando mejores resultados que como estaba anteriormente ya que la temperatura en el líquido del biodigestor permaneció constante reproduciéndose mejor las bacterias.

Figura 5 Se pone un invernadero al biodigestor para que la temperatura se mantenga constante en el biodigestor



Producción de gas metano del biodigestor, se obtuvieron buenos resultados en la producción de gas metano del biodigestor como se observa en la siguiente figura 6. Ya que semanalmente nos produce 155.5 litros de gas metano a una presión de 2 PSI.

Figura 6 Recipiente donde se almaceno el gas metano producido por el biodigestor

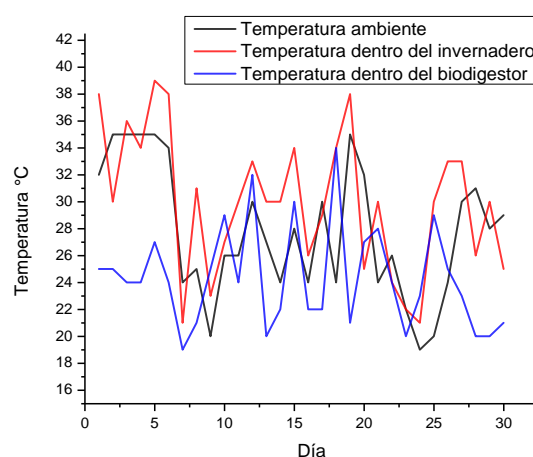


La producción de biogás fue exitosa ya que la bolsa que se utilizó como reservorio se inflo de más al grado de casi reventarse, pero la prueba final fue haber encendido directamente del tubo de salida y en efecto se realizó la combustión con esa característica flama con un tono más azul y tardo 1 hora el biogás almacenado en la bolsa en quemarse.

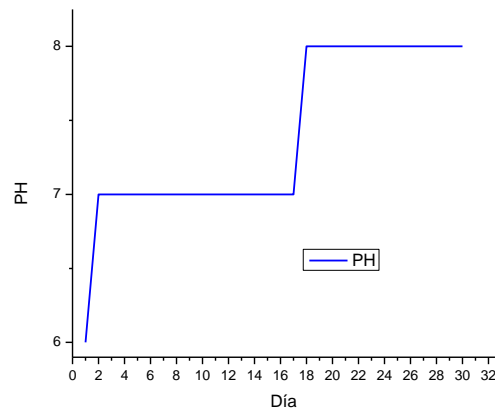
3. Resultados

En los resultados se observa que el biodigestor puesto al medio ambiente, los resultados en la producción de gas metano son pobres ya que en la zona que estamos ubicados por los cambios bruscos de temperatura, en la mañana y a medio día hace que las bacterias involucradas en el proceso mueran la mayoría y es por esto que produce poco gas metano, pero implementando el invernadero al biodigestor en este ya no se dan los cambios bruscos de temperatura como al aire libre ya que el invernadero incrementa la temperatura y esto ayuda a que el biodigestor por las noches a que no disminuya bruscamente la temperatura, teniendo una temperatura mínima de 20 °C que es muy buena ya que a esta temperatura las bacterias no mueren y esto favorece a que se incremente la producción de gas metano, cabe mencionar que la excreta que se utilizo fue de ganado bovino.

Grafica 1 Comportamiento de la temperatura ambiente, dentro del invernadero y dentro del biodigestor



En la gráfica 1, se observa que la temperatura del medio ambiente varia demasiado, pero la temperatura dentro del invernadero se incrementa, es mayor que la del medio ambiente y esto ayuda a que la temperatura dentro del biodigestor por la noche no disminuya demasiado, la mínima temperatura que se registra es de 20 °C y esto propicia a que las bacterias se reproduzcan más, generándonos una mayor producción de biogás. Por otra parte al construir el biodigestor con el invernadero este empezó a producir biogás a los 40 días y a partir de este momento se empezó a alimentar el biodigestor diariamente, lleva un año trabajando normal.

Grafica 2 Comportamiento del PH en el biodigestor

Observamos en la gráfica 2 que al momento de poner en marcha el biodigestor, el PH de la excreta con agua fue de 6 y al siguiente día ya su PH fue de siete y permaneció constante hasta los 16 días, después de estos días el PH cambio a 8 y se ha mantenido constante hasta la fecha. Por los resultados antes mencionados el biodigestor es viable construirlo en esta región haciendo la implementación antes mencionada.

4. Conclusiones

La producción de biogás en la región de tula-tepeji, es viable ya que la producción de biogás fue de 155 lt por semana y esto se debe a que con la implementación del invernadero donde se puso el biodigestor dentro de este la temperatura mínima que alcanzo este durante la noche fue de 20 °C, aunque en el exterior hubo cambios de temperatura, la temperatura del invernadero que fue mayor que la exterior le ayudo a tener la temperatura mínima antes mencionada, el PH de la excreta y agua vario desde 6 hasta 8 manteniéndose constante este último y se observó que a los 40 días empezó a producir gas metano, a partir de esta fecha se empezó a alimentar diariamente y lleva un año produciendo biogás sin haber tenido ningún problema, implementarlo en la zona rural, sería muy económico construirlo, las personas se ahorrarían la compra de gas L.P y aparte obtendrían un bioabono rico en nitrógeno orgánico para sus cultivos.

Referencias

INEGI 2010

Jaime Martí Herrero, Guia de diseño y manual de instalación de biodigestores familiares (2008)

L. Cepero, V. Savran, D. Blanco, M. R. Diaz Piñon, J. Suarez, y A. Palacios, Producción de biogás y bioabonos a partir de efluentes de biodigestores, Pastos y forrajes, 219- 236, (2012).

Lylian Rodríguez y Thomas Preston, <http://www.utafoundation.org>, 2003

SAGARPA, SEMARNAT, FIRCO Especificaciones técnicas para el diseño y construcción de biodigestores en México. (2010)

Análisis y diseño de arado como una nueva alternativa para tractores agrícolas

Analysis and design of plow as a new alternative for agricultural tractors

VEGA-NEGRETE, Emmanuel, CÁRDENAS-MAGAÑA, Jorge, RUIZ-IBARRA, Guadalupe, JALOMO-CUEVAS, Jaime y GUDIÑO-LAU, Jorge

*Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez. Campus Tamazula
Instituto Tecnológico de Cd. Guzmán
Universidad de Colima*

ID 1^{er} Autor: *Emmanuel, Vega-Negrete* / **ORC ID:** 0000-0002-0073-5184, **CVU CONACYT ID:** 631161

ID 1^{er} Coautor: *Jorge, Cardenas-Magaña* / **ORC ID:** 0000-0001-9114-8550, **CVU CONACYT ID:** 200551

ID 2^{do} Coautor: *Guadalupe, Ruiz-Ibarra* / **ORC ID:** 0000-0001-8662-1892, **CVU CONACYT ID:** 903035

ID 3^{er} Coautor: *Jaime, Jalomo-Cuevas* / **ORC ID:** 0000-0003-0246-299X, **CVU CONACYT ID:** 36269

ID 4^{to} Coautor: *Jorge, Gudiño-Lau* / **ORC ID:** 0000-0002-0585-908X, **Researcher ID Thomson:** Q-6844-2018, **CVU CONACYT ID:** 122644

E. Vega, J. Cárdenas, G. Ruiz, J. Jalomo y J. Gudiño

emmanuel.vega@tamazula.tecmm.edu.mx

N. Zapata (Dr.). Ciencias agropecuarias y biotecnología. Proceedings-©ECORFAN-Mexico, 2019.

Resumen

En este artículo se muestra una problemática en la zona de Tamazula de Gordiano, en la que ha disminuido cultivo de caña para la elaboración de azúcar por motivo que los agricultores han emigrado a la siembra de otros cultivos en sus terrenos. Se pretende realizar un nuevo implemento para tractores agrícola con el fin de mejorar el proceso de producción de siembra de caña que nos permita elevar la materia prima para Ingenio Azucarero de Tamazula mediante la implementación de un nuevo tipo de surcado. Se propone el diseño y estudio de esfuerzo - deformación de la estructura mediante el software Autodesk Inventor, que nos permitirá realizar un prototipo para poder hacer la comparación con surcados existentes la viabilidad de esta propuesta.

Diseño, Esfuerzo - Deformación, Surcado, Implemento Agrícola, Autodesk Inventor

Abstract

This article shows a problem in the area of Tamazula de Gordiano, in which sugarcane cultivation has decreased due to the fact that workers have migrated to plant other crops on their land. It is intended to make a new agricultural implement for tractors in order to improve the production process of sowing cane that allows us to raise the raw material of the sugar mill of Tamazula through the implementation of a new type of furrow. The design and study of the software Autodesk Inventor, which allows us to make a prototype to be able to make the comparison with the current results.

Design, effort – deformation, Furrow, Agricultural Implement, Autodesk Inventor

Introducción

En los últimos años se ha anotada el cambio de cultivo por los agricultores en el área cañera de Tamazula de Gordiano Jalisco y alrededores, que comprende alrededor de 16 mil hectáreas de zona de abasto para la empresa, teniendo rendimientos promedios del orden de 135 a 140 toneladas por hectárea, lo que ha sido resultados de buenos incentivos para sus productores de esta zona de los municipios de Tamazula, Cd. Guzmán, Mazamitla, Sayula, Tecalitlán, Tuxpan, Gómez Farías y Zapotiltic.¹

Es por eso que se requieren métodos para el aumento de abasto de caña en la zona para obtener más beneficio en la industria aumentando la producción de azúcar y de los productores obteniendo más incentivos

En la actualidad existen dos tipos de surco para la plantación, el surco sencillo donde consiste en un solo hilo de planta en el surco, este ya está haciendo reemplazado por el sistema tipo piña o doble surco el cual ha dado mejores resultados para aumentar la población de plantas por metro lineal.

Para la elaboración de estos tipos de surcos de la siembra de caña se utilizan maquinaria de tractores agrícolas con implementos que cuentan con accesorios con una forma característica que durante el avance se va realizando el surcado.

La característica que tienen los surcados existentes son: para surco simple es un solo hilo de caña con una cintilla de riego al costado, para el surco piña o doble surco cuenta con dos hilos de caña con una cintilla de riego que pasa por el centro.

En este proyecto se busca la elaboración de un implemento para tractor agrícola que permita la realización de la forma de surcos en una parcela para la siembra de caña, de tal forma se pueda obtener una siembra de 4 hilos de caña que nos permita obtener una mayor población de plantas por metro lineal que los tipos de surcados que existen.

El funcionamiento de estos implementos es la formación del surco y la loma de tierra en un terreno con accesorios de un surcador con aletas. Este accesorio con el avance va abriendo el surco y las aletas desplazan la tierra a ambos lados

En la cultivación de caña para la elaboración de azúcar se siembran o plantan entre los surcos y una elevación continua de tierra bien triturada, que contribuye a facilitar el drenaje del riego. Su construcción puede ser manual con azadón, con arados o surcadores de tracción animal o con un implemento con surcadores conectado a un tractor.

Estado del arte

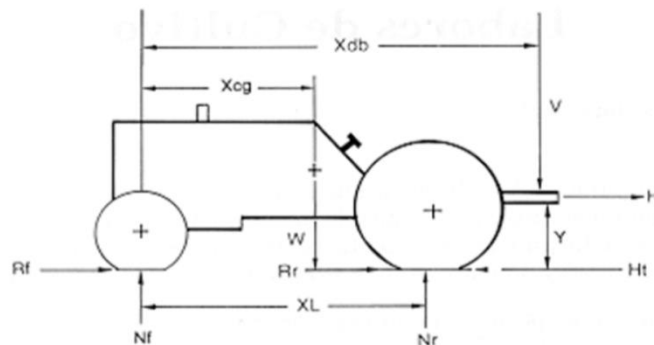
El ser humano interviene en el desarrollo natural del crecimiento vegetal y animal, entre otras cosas con máquinas e implementos agrícolas. Estos medios auxiliares mecánicos pueden diferenciarse, según las formas de accionamiento (fuentes de energía) en:

- Implementos manuales.
- Implementos tirados por animales.
- Implementos y equipos motorizados (motores de combustión interna y más raramente, eléctricos).

Por ello, el concepto de mecanización en su acepción más amplia, consiste en la utilización regular de máquinas y equipos en las actividades agrícolas, incluyendo las agroindustrias. (Revista CES 2009)

En la siguiente imagen se describen las características y dimensiones y fuerzas de un tractor. (CENICAÑA, 1985).

Figura 3.1 Metodología para diseño de prototipo



Donde:

- N_r Fuerza de reacción del suelo debido a la carga de las llantas traseras.
- N_f Fuerza de reacción del suelo debido a la carga de las llantas delanteras.
- R_f, R_r Fuerzas de resistencia al rodamiento debidas al suelo y a la deformación de las llantas.
- W Peso de la maquina sin incluir el peso del implemento de trabajo.
- H_t Fuerzas de tracción de las llantas sobre el suelo.
- H Fuerza de trabajo necesaria para mover el implemento del trabajo.
- V Fuerza vertical transferida por el implemento al tractor
- X_L Distancia entre llantas delanteras y traseras.
- X_{cg} Distancia entre el centro de gravedad y el eje delantero.
- X_{db} Distancia entre el eje delantero y el punto de acople del implemento.
- Y Altura efectiva del punto de acople del implemento.

Este proyecto se desarrolló en el software Autodesk Inventor Professional 2019 ya que nos permitió utilizar el método de análisis finito (FEA), que es un método computarizado para predecir cómo reaccionará un producto ante las fuerzas, vibración, el calor, el flujo de fluidos y otros efectos físicos del mundo real.

El método descompone un objeto real en un gran número (entre miles y ciento de miles) elementos finitos, como pequeños cubos, las ecuaciones matemáticas permiten predecir el comportamiento de cada elemento, y posteriormente una computadora suma todos los comportamientos individuales para predecir el comportamiento real del objeto. (Budynas & Nisbett, 2018).

El análisis de estrés por Von Mises nos permite determinar conocer los concentradores de tensiones, y se calcula de la siguiente manera:

$$K_s = \frac{\textit{Tensión máxima puntual}}{\textit{Tensión promedio puntual}} \quad (1)$$

Los factores concentradores de tensión, muy útiles para poder emplear metodologías de cálculo tradicionales sin incurrir en graves errores de representatividad del estado tensional. De manera que el estado tensional en un punto viene dado por la siguiente expresión:

$$\sigma_{Max} = K_C \sigma_{Nom} \quad (2)$$

Donde:

σ_{Max} Tensión normal tangencial que se pretende valorar en la zona concentradora.

K_C Coeficiente de concentración de tensiones.

σ_{Nom} Tensión nominal obtenida por el cálculo de resistencia de materiales.

Otro dato importante para la determinación de las características para el implemente fue estudiar el “coeficiente de seguridad” o “factor de seguridad” que es el valor resultante de la capacidad máxima de un sistema entre el valor de requerimiento esperado real al que se verá sometido.

Este facto es un índice de seguridad utilizado en la resistencia de los materiales y mecánica de estructuras, que indica la capacidad de exceso que tiene un sistema sobre sus requerimientos y que no debe ser mayor que 1. (Budynas & Nisbett, 2018).

Software Autodesk Inventor

Es un software para creación de piezas y conjuntos mecánicos, entre otros, así como la realización de los planos de despiece y de conjunto, además de la simulación de movimiento y montaje de los mismos.

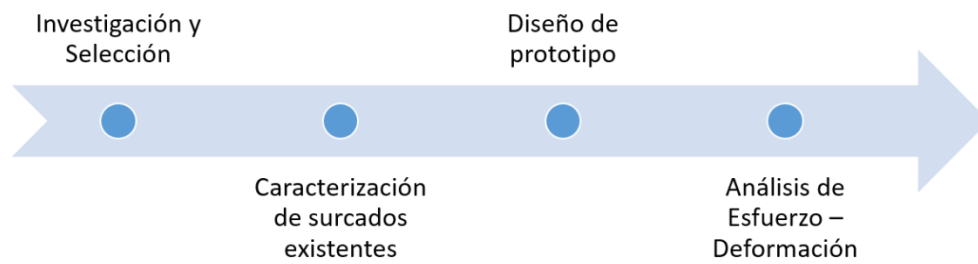
Una vez diseñadas estas piezas el programa te permite realizar conjunto de todo tipo, pudiendo acceder a bibliotecas de piezas normalizadas, por ejemplo: rodamientos, tornillería de todo tipo, perfiles de acero estructural, etc.,

Una de las cosas importante que se eligió este software fue las herramientas que tiene para realizar el análisis de fuerzas en las diferentes partes de nuestro ensamble, pudiendo determinar el coeficiente de seguridad y diferentes parámetros de las piezas analizadas, que nos permite mostrar puntos débiles y de posible fractura.

Estas opciones nos permiten redimensionar las piezas y cambiar el material para que el ensamblaje y todos sus componentes tengan un coeficiente de seguridad suficiente. (Senabre & Valero, 2009).

Metodología

La metodología para esta investigación se ilustra en la Figura 3.2.

Figura 3.2 Metodología para diseño de prototipo

a. Conocimiento del área

Este proyecto tiene mucha relación con el área agrícola por lo que se requirió una investigación de documenta para ejecución del proyecto, que a continuación se ilustran:

- Investigación de tipos de surcados en cuanto dimensiones y tipo, que son, surco simple y doble.
- Los diferentes implementos de tractores para generar los surcados antes mencionados.
- Dimensionamiento de maquinaria de labranza para cultivo de caña.

El acero implementado en el software para el análisis de esfuerzo se utilizó el material **ASTM A588** por los requerimientos que son sometidos, que cuenta con características de alta resistencia y baja aleación para construcción electrosoldada, remachados o atornillados, que es una parte fundamental para la realización de un prototipo.

En los tipos de surcado nos encontramos para el surco simple las dimensiones de 1.40 mts de ancho y cuenta con un solo hilo de planta, que nos permite que la cosecha se realice mecánicamente sin dañar la plantación por el paso de la maquinaria. (Ambriz & Campos, 2006).

Figura 3.3 Cultivo de caña en surco simple

El surcado doble o como se le conoce surco piña, consiste en hacer dos hileras de plantas espaciadas entre ellas a 70 cm, por lo tanto, cada surco tendrá un ancho de 2.10 mts. Este tipo de surcado es de reciente incorporación a la zona cañera por la facilidad de manejo y beneficio.

Una de las principales ventajas es que los rendimientos de este surcado se elevan un 20% en comparación con el surcado tradicional (surdado simple).

Figura 3.4 Surcado tipo piña o doble

b. Parámetros de surcados

Los parámetros investigados para poder observar el comportamiento de los surcos tradicionales antes mencionados, se acudió a Ingenio Azucarero para realizar la consulta al inspector de campo Ing. Octavio Mata Cárdenas, donde nos dio conocer la cantidad aproximada de caña producida en un metro lineal del de los tipos de surcado.

Cabe mencionar que estas cantidades varían con respecto a factores externos, tales como: Daño de maquinaria cosechadoras, nutrición implementada, entre otros. A continuación, se ilustran los datos obtenidos:

Tabla 3.1 Parámetros de surcados tradicionales

Tipo de Surcado	Cantidad de caña/metro lineal	Toneladas por hectárea
Surcado Simple	12 – 15	100 – 130
Surcado Doble o Piña	20 - 22	120 - 180

c. Características de implementos para surcado

Los implementos agrícolas son utilizados para realizar labores de labranza para cultivos, en este caso el implemento utilizado para elaborar los surcos, se tomó como referencia un “Arado Mayor” como anteriormente se le conocía, en la actualidad se les conoce como “Arado de Vertedera”. A continuación, se describe tomando como referencia la forma que lo caracteriza. (Barba, 1896)

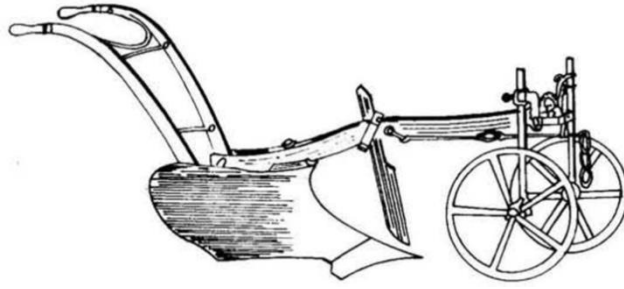
Están formados por una o más cuerpos, con la finalidad de realizar el corte y el volteo de una banda de suelo, cada cuerpo está constituido por:

- Una **reja**, que se encarga de realizar el corte horizontal,
- La **vertedera**, que realiza el volteo de la banda de suelo cortado.
- La **cuchilla**, que ayuda al corte vertical de la banda de suelo

Estos implementos utilizan en el área de trabajo una profundidad de intervención con el suelo y sobre todo una parte de las características que se deben tomar en cuenta seleccionar el tipo de vertedera, que son: helicoidal, universal y cilíndrica. Que determina el Angulo medio de la vertedera junto con la velocidad de avance, y esto dos parámetros nos dan el grado de pulverización del suelo (forma de surcado).

En la siguiente figura se muestra un tipo de arado con los que se inició a realizar este tipo de labranza.

Figura 3.5 Arado tipo vertedera



Experimentos y Resultados

a. Análisis de piezas del implemento

En esta sección se ilustra algunas de las piezas más importantes de toda la estructura que compone al implemento de surcado, donde se realizó el análisis de tensión Von Mises y el coeficiente de seguridad. En la siguiente figura se describe la pieza llamada “Mariposa” que es la que penetra el suelo a una distancia de 20 - 30 cm considerando una fuerza aproximada de 10 Toneladas - fuerza.

Figura 3.6 Parámetros para análisis de pieza mariposa

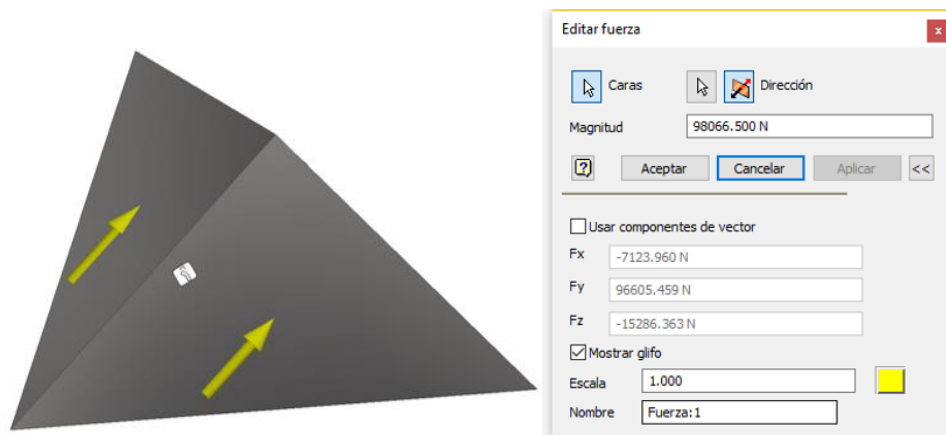
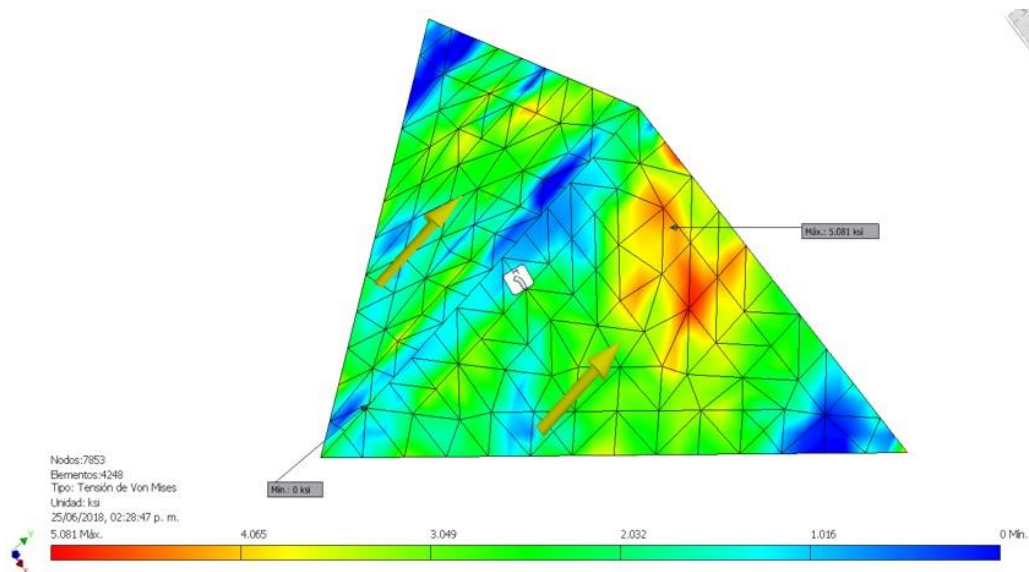


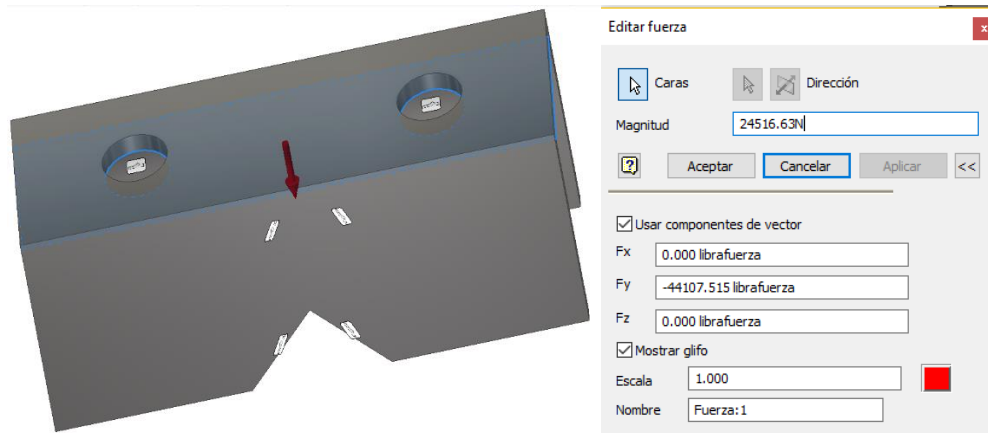
Figura 3.7 Análisis de Von Mises para mariposa



En la figura anterior se ilustra el comportamiento sobre el desgaste al que se estará sometida, teniendo como resultado con el análisis de Von Mises un punto mínimo de fluencia de hasta 50 ksi (345 MPa). Teniendo la zona naranja con más desgaste.

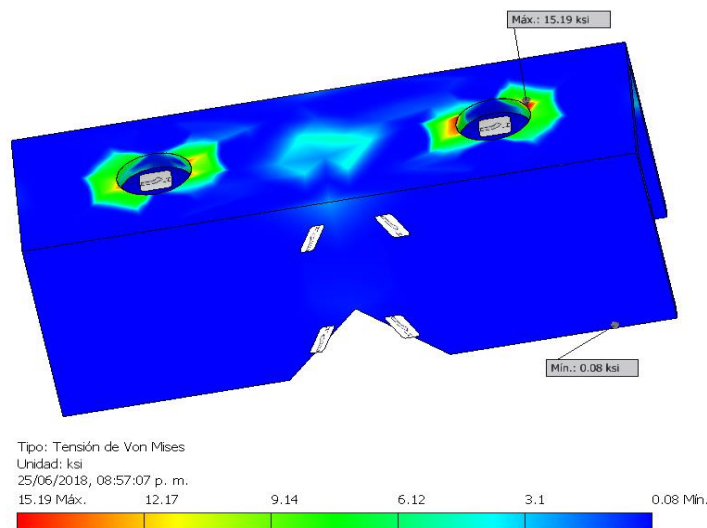
Para el análisis de la abrazadera se utilizaron los siguientes parámetros que se muestran en la siguiente figura:

Figura 3.8 Parámetros para abrazadera de sujeción



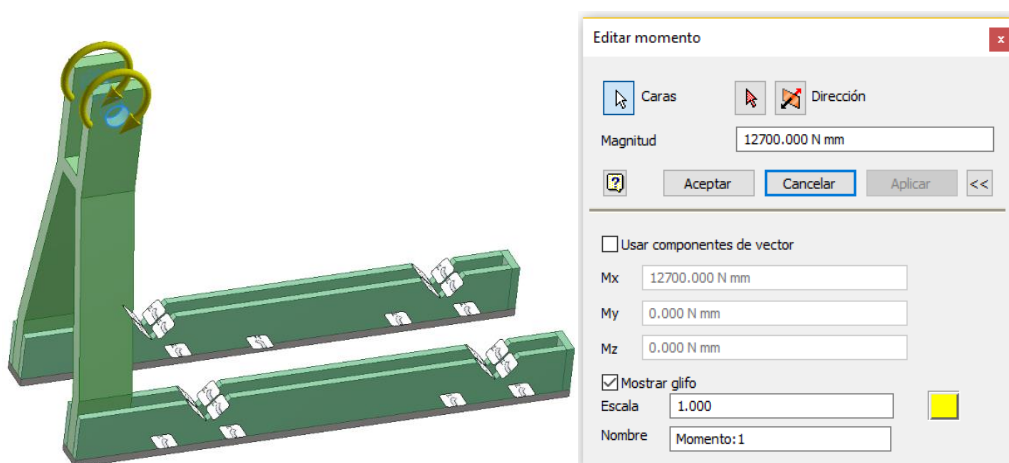
Para la figura 3.9, se muestra la zona de trabajo de la pieza “Abrazadera”, cuenta con dos orificios para dos tornillos de sujeción, teniendo una fuerza aplicada de 2.5 toneladas - fuerza. El análisis de Von Mises arrojó una tensión máxima de 15.19 ksi (104 MPa).

Figura 3.9 Análisis de Von Mises para abrazadera



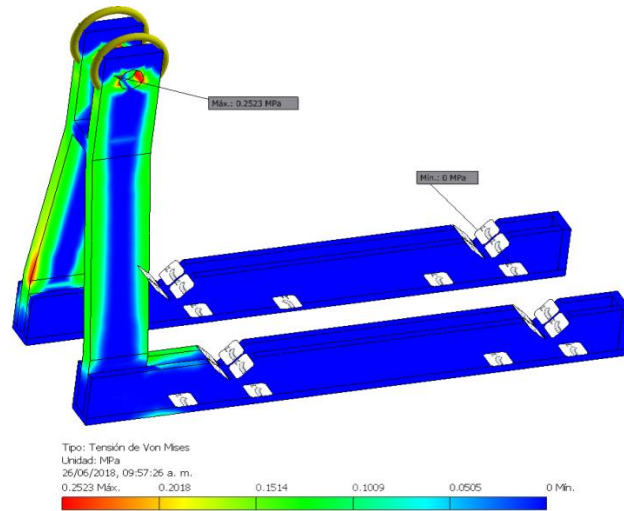
Para el análisis de la pieza Caballete, que una de las piezas fundamentales del sistema donde interactúan las fuerzas de tracción y de oposición de los componentes del arado, donde se utilizaron los siguientes parámetros que se muestran en la siguiente figura:

Figura 3.10 Caballete para soporte de estructura



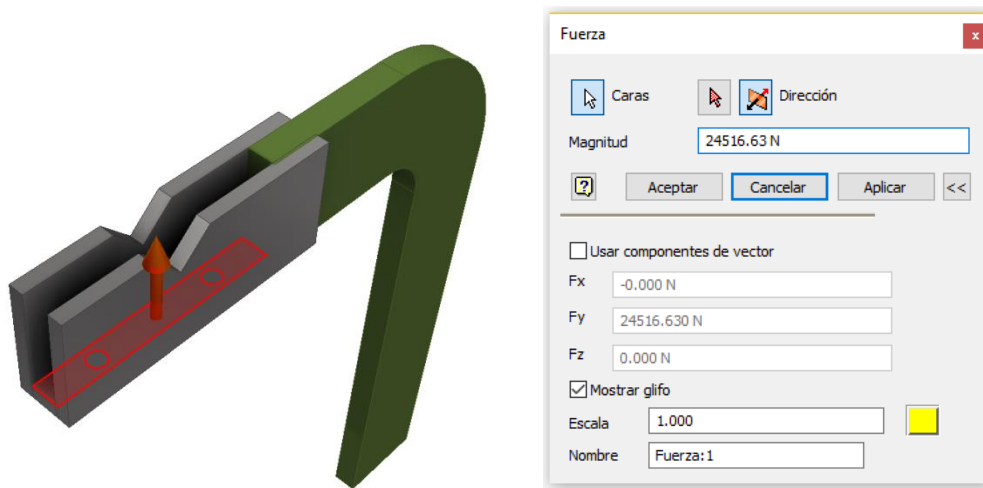
Considerando la figura 3.8, se muestra la pieza llamada “Caballete” que es una de las más importantes ya que es la que soporta la estructura y tiene un punto de unión por medio de un perno. La fuerza aplicada a este sistema individual fue aproximadamente de 2.5 toneladas – fuerza. Como resultado del análisis de Von Mises tenemos una tensión máxima de 252.3 KPa.

Figura 3.11 Análisis de Von Mises para abrazadera



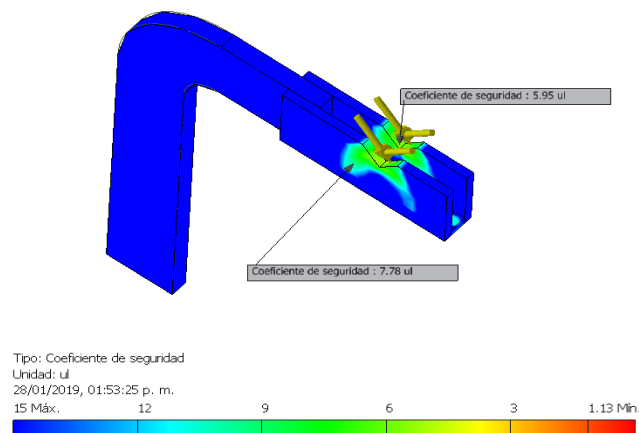
La siguiente pieza analizada fue el “Soporte para gancho”, teniendo una fuerza aplicada de 24.516 KN, en este gancho cuenta con la carga de las plumas, que es la que le da forma al surcado que se propone con este estudio.

Figura 3.12 Gancho para soporte de plumas



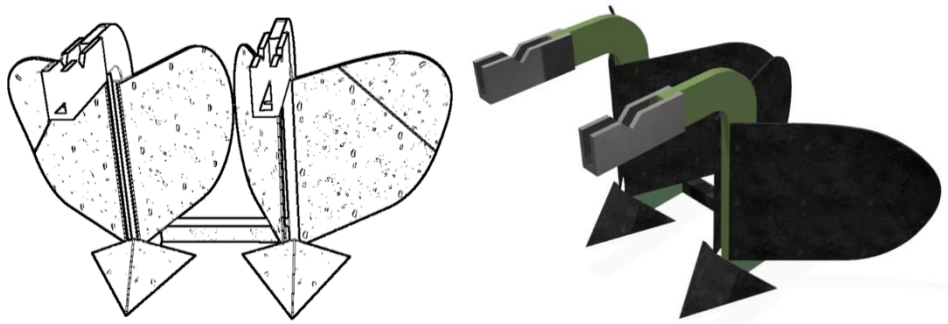
En el análisis y simulación del comportamiento de desgaste con el análisis de Von Mises tiene un valor máximo de 29.84 MPa, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 3.13 Análisis de Von Mises para soporte de plumas



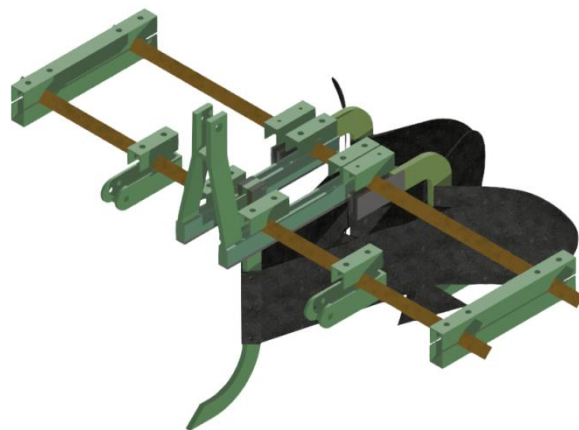
La principal investigación sobre el diseño, fue la realización de la pluma, que está, es la que da la forma del surcado requerido, que consta de placa con un medio círculo y que cuenta con la parte superior inclinada con un ángulo que nos permite dar la media sección del surcado.

Figura 3.14 Plumas para forma de surcado



La siguiente imagen muestra el conjunto de implemento con todas las piezas ensambladas.

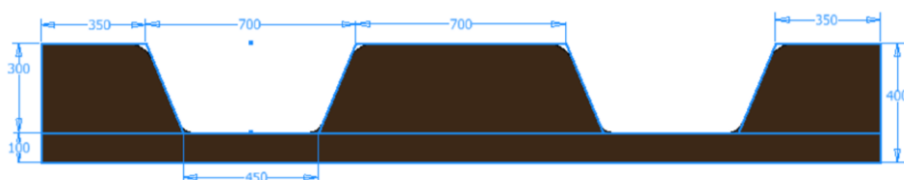
Figura 3.15 Implemento de surcado propuesto



b. Análisis de resultados

En la siguiente figura se puede observar la forma en una vista frontal del surco propuesto además de sus dimensiones en milímetros. Las referencias de estas medidas se consideraron en base al dimensionamiento de las maquinas que se utilizan para las labores agrícolas de la caña; sembradoras, cosechadoras y tractores.

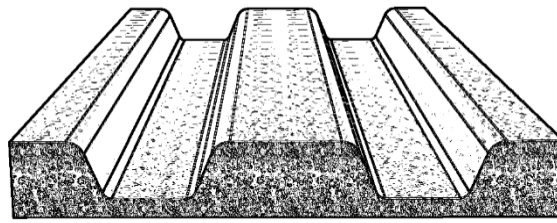
Figura 3.16 Dimensionamiento de surcado propuesto



Existen ciertas características que se diferencian con respecto a los surcados tradicionales, a continuación, se muestra una vista en perspectiva mostrando:

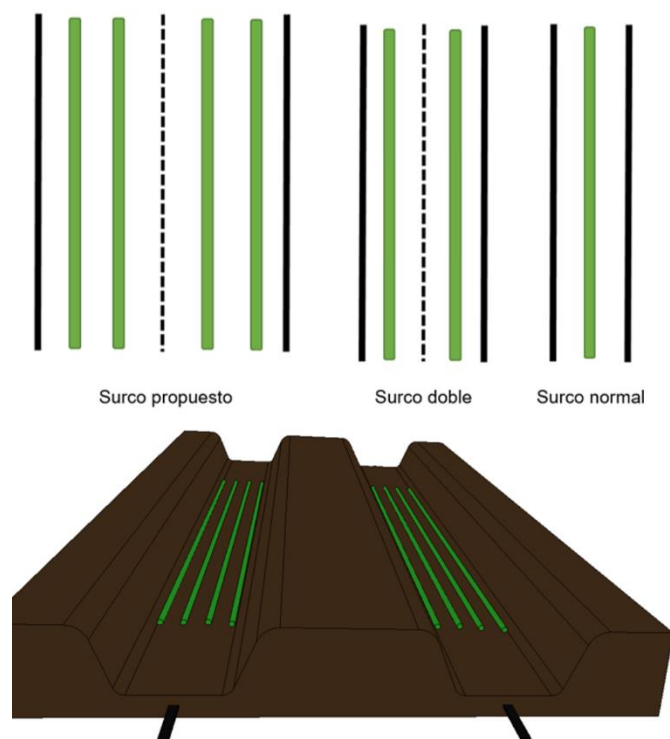
- La cama de la parte inferior, donde se debe colocar la siembra o los hilos de caña.
- La parte intermedia que se va formando por la trayectoria del tractor comúnmente llamada “loma”, que se utiliza para tapar la siembra de caña.

Figura 3.17 Forma de surcado propuesto vista en perspectiva



Por último, se muestra la forma de siembra y posición de la semilla de caña, en la cama de los diferentes surcados, representando las líneas verdes como semillas, la línea punteada como cintilla de riego, las líneas paralelas color negro la dimensión de la cama, además se muestra en una vista en perspectiva del surcado propuesto.

Figura 3.18 Forma de siembra de surcado propuesto



Conclusiones y trabajos futuros

Este trabajo se realiza con la finalidad de proponer un sistema nuevo aplicado a la siembra de caña, se mostró el análisis de esfuerzo con el método de Von Mises y el análisis del coeficiente de seguridad, teniéndolo este mismo por debajo del índice permitido. El objetivo de este estudio es aumentar la población de planta en una siembra de caña.

El diseño de cada pieza y el análisis de esfuerzo con el software Autodesk Inventor nos permitió conocer el comportamiento del material, obteniendo las propiedades físicas de los materiales con la normalización requerida, que nos permitirán tener las bases para la construcción de un prototipo.

Como trabajo futuro se tiene la construcción de un prototipo, para realizar pruebas de funcionamiento y posibles ajustes. A continuación, se ilustran algunos trabajos relacionados:

- Construcción de prototipo.
- Implementación de forma de surcado y siembra de caña.
- Implementación de manejo agronómico de siembra propuesta y comparación con surcados existentes.

Con estos estudios relacionados nos permitirán tener la viabilidad del proyecto e implementación del implemento para la siembra de caña a nivel nacional.

Referencias

Altos Hornos de Mexico (AHMSA). (2003). Manual de Diseño para la Construcción con Acero. Obtenido de ahmsa: www.ahmsa.com

Ambriz C. Rafael; Campos H. Artemio. Agrícolas (2006). Tipos de Surcado para Caña de Azúcar en el Estado de Morelos. INIFAP. Zacatepec. Morelos. No. 9.

B. J. Hamrock, B. Jacobson, & S. R. Schmid. (2000). Elementos de Maquinas. México, D.F.: McGraw-Hill.

Budynas, R. G. & Nisbett, J. K. (2008). Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley. México, D.F.: McGraw-Hill.

Cortés M. Elkin; Álvarez M., Fernando; González S. Hugo. (2009). LA MECANIZACIÓN AGRÍCOLA: Selección y Administración de la Maquinaria para las Operaciones de Campo. Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia. Vol. 4, pp. 151-160. Medellín, Colombia.

Porras Gutiérrez, V. J. Labores de Cultivo. En CENICANA. El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia, Cali, CENICANA, 1985. p. 179-189.

Senabre B. Carolina; Valero V. Sergio; Velasco Emilio; Cuadrado Oscar. (2009) Diseño Mecánico con: Autodesk Inventor Paso a Paso. Editorial Club Universitario

Envase eco sustentable fabricado con hojas de maíz y mucilago de nopal como aditivo

Eco-sustainable packaging made with cornhusks and nopal mucilage as an additive

MÁRQUEZ-SÁNCHEZ, Daniel Mauricio

Universidad Tecnológica Fidel Velázquez

ID 1^{er} Autor: *Daniel Mauricio, Márquez-Sánchez*

D. Márquez

danielmarkez2012@gmail.com

N. Zapata (Dr.). Ciencias agropecuarias y biotecnología. Proceedings-©ECORFAN-Mexico, 2019.

Abstract

It is important to manage natural resources adequately and avoid polluting waste. The Organic waste can be used to manufacture products with alternative materials. Gradually we can prevent large amounts of waste contaminating aquifers. A packaging made of organic waste is an ecological and sustainable alternative to reduce the use of forest materials. Forest have been exploited without measure since the beginning of the industrial revolution, and large areas of forest have been allowed to disappear. The packaging made of cornhusks and nopal mucilage requires common manufacturing processes and the materials are easily accessible in Mexico. The physical and chemical structure of the cornhusks is adequate to manufacture boxes for products replacing the use of cardboard as raw material. The cornhusks and cactus mucilage can be combined with common additives used in paper industry, improving their physical and chemical characteristics. The cornhusks and cactus mucilage can be used to improve the packaging manufacturing industry, adapting it for the environmental care.

Hoja de Maíz, Mucilago de nopal, Eco envase

Introducción

México es un generador de residuos muy importante y las cifras aumentan año con año. Las razones son multifactoriales entre ellos es el crecimiento demográfico y el aumento del consumo, por lo cual se necesitan más recursos naturales, que repercuten en deforestación y detrimento de los ecosistemas Mexicanos. Semarnat informe 15. , forestcarbonpartnership.org (julio 2012)

La deforestación a causa de abastecer a las diferentes industrias; de la construcción, del empaque y del papel principalmente, Conafor. Inventario Nacional Forestal y de Suelos. Informe 2004-2009. México. 2011. Es un problema que necesita ser atendido a corto plazo si se quiere preservar los la biodiversidad en México.

Es importante considerar materiales alternativos para la fabricación de envases y que a su vez sean amigables con el ambiente, eco-sustentables, reutilizables y biodegradables. Y disminuir la huella ecológica. “Entendemos la ecología como el equilibrio del ser humano con su entorno, por tanto con el medio ambiente y su prójimo”. Directorio de Empresas Ecológicas, Sustentables y de Bien Social (2017). ”La Sustentabilidad no es sólo una opción, si no que el camino a seguir para mantener el equilibrio entre las personas y su entorno”. Directorio de Empresas Ecológicas, Sustentables y de Bien Social (2017). Considerar materiales fáciles de obtener en nuestro entorno que tengan una oportunidad de una segunda o tercera vida útil más allá de los fines puramente económicos.

El envase que se propone es resistente y está fabricado con materiales orgánicos de fácil acceso que se degradan con facilidad. Un envase eco sustentable es posible al utilizar recursos de fácil acceso, utilizando bajos recursos, J.G. Filippone, N. Candela, A. López y R. Orihuela (2019) y que cumpla con varias funciones más allá de las programadas, de almacenamiento y protección, prolongando su destino a otros usos reintegrándolos a un nuevo ciclo de vida y finalmente se biodegraden evitando problemas de acumulación. López (2012)

Metodología

Definir envase y explicar los usos de los materiales propuestos (Hojas de Maíz y Mucilago de Nopal) enfatizando su importancia.

Realizar una muestra del envase de Maíz utilizando mucilago de nopal como aditivo. Realizar varias pruebas para encontrar la muestra con mejores características. Diseñar una prueba piloto de envase fabricado con hoja de maíz y mucilago de nopal.

En las recomendaciones proponer vínculos con la empresa para obtener equipo para realizar las pruebas de resistencia para el envase. Rehacer el proceso para elaborar la pasta con la que se fabricara el envase, realizar pruebas con base a las normas con el propósito de mejora las características físicas y químicas.

La hoja de Maíz

¿Por qué usar hojas de maíz? México está muy lejos de ser el mayor productor de maíz. agricultureros.com (2017). Panorama Agroalimentario (2016). Sin embargo si es uno de los que mayormente consume maíz como alimento. Panorama Agroalimentario (2016). Y está muy arraigado la cultura del maíz y se utiliza para preparar diversos platillos que incluyen tanto el grano como la hoja. Si se utiliza este material para fabricar envases se podría evitar deforestaciones innecesarias. Prado-Martínez, Maribel, Anzaldo-Hernández, José, Becerra-Aguilar, Bruno, Palacios-Juárez, Hilda, Vargas-Radillo, José de Jesús, & Rentería-Urquiza, Maite. (2012).

En México se desperdician 10 toneladas de hoja de maíz que son utilizan principalmente para preparar alimentos en especial para hacer tamales. Viridiana Mendoza (2012). Las hojas simplemente se van a la basura mezcladas con toda clase de residuos orgánicos e inorgánicos, y solo el 1% se recupera para hacer artesanías. Viridiana Mendoza (2012)

Composición de las hojas de maíz

Las características físicas de las fibras de la hoja de maíz permiten la fabricación de papel, así lo señalan en el estudio de química y morfología del maíz. Prado-Martínez, Maribel, Anzaldo-Hernández, José, Becerra-Aguilar, Bruno, Palacios-Juárez, Hilda, Vargas-Radillo, José de Jesús, & Rentería-Urquiza, Maite. (2012). El estudio señala que el contenido de holocelulosa contenido en las hojas del maíz es adecuado para fabricar papel, y adecuado para fabricar una caja. Prado-Martínez, Maribel, Anzaldo-Hernández, José, Becerra-Aguilar, Bruno, Palacios-Juárez, Hilda, Vargas-Radillo, José de Jesús, & Rentería-Urquiza, Maite. (2012).

Tabla 4.1 Composición química de la hoja de mazorca de maíz

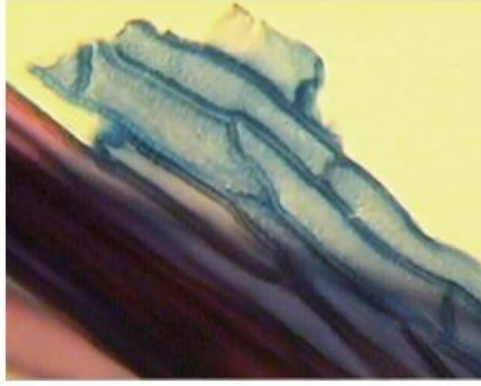
Composición química de la hoja de mazorca de maíz	
Compuesto	Hoja de mazorca porcentaje (%) base seca.
Holocelulosa	78,86
a-Celulosa	43,14
Lignina	23,00
Cenizas	0,761

Fuente: (Prado-Martínez, M., J. Anzaldo-Hernández, B. Becerra-Aguilar, H. Palacios-Juárez, J.J. Vargas-Radillo y Maite Rentería Urquiza. 2012.)

Datos tomados. Prado-Martínez, Maribel, Anzaldo-Hernández, José, Becerra-Aguilar, Bruno, Palacios-Juárez, Hilda, Vargas-Radillo, José de Jesús, & Rentería-Urquiza, Maite. (2012). Datos originales. Hurter, Robert. (2001). La hoja de mazorca de maíz tienen 78, 86 %. Los porcentajes de Holocelulosa se encuentran entre (67%-70%) que se usan comúnmente para hacer pulpa para papel. Hurter, Robert. (2001).

Descripción de los elementos que conforman a la hoja de mazorca de maíz

La planta de maíz está clasificada dentro del grupo de las monocotiledóneas, las cuales transportan las sales disueltas y los fotosintatos, desde las raíces hacia las hojas, y viceversa, a través de los vasos de xilema y floema (Figura 4.1). Estos vasos, están reforzados por fibras, conformando, junto con tejido parenquimático, los haces fibrovasculares que se ordenan en nervaduras paralelinervas en toda la lámina. De estos haces fibrovasculares se obtienen las fibras que son materia prima para producir papel.” Prado-Martinez, Maribel et al. (2012, vol.18, n.3)

Figura 4.1 Estructura de la hoja de maíz

Fuente: (Anzaldo-Hernández, B. Becerra-Aguilar, 2012)

Figura 4.2 Hojas de maíz

Fuente: Daniel Márquez 2018

Descripción de la planta de Nopal

El nopal es una planta de origen mesoamericano que se utiliza como verdura y su consumo en México es ancestral. (Reyes – Agüero et al 2005). Pertenece al género *Opuntia*, es también llamado arbusto rastrero. Actualmente se distribuye por gran parte del continente Americano, algunas partes de Europa introducidas muy probablemente por Cristóbal Colon, y Asia. (Pimienta, 1990; Barbera 1999). Existen 190 especies de las cuales 83 están en México. (Callejas-Juárez et al., 2009; Blanco Macías et al., 2008; SE, 2006). El nopal tiene una gran adaptabilidad a los cambios de clima. Otros componentes importantes del nopal son la vitamina B6, clorofila, fósforo, sodio, potasio, calcio y componentes nitrogenados. Maki-Díaz, Griselda, Peña-Valdivia, Cecilia B., García-Nava, Rodolfo, Arévalo-Galarza, M. Lourdes, Calderón-Zavala, Guillermo, & Anaya-Rosales, Socorro. (2015).

Figura 4.3 Nopales

Fuente: Daniel Márquez 2018

Figura 4.4 Mucilago de Nopal. (Baba de Nopal)

Fuente: Daniel Márquez 2018

Mucilago de Nopal

La baba de nopal o mucilago de nopal es un polisacárido de apariencia viscosa y pegajosa y ha sido sujeta a vario estudios. Cárdenas et al. (1997), Rodríguez Yurley, (2017). El Mucilago de nopal sirve como agente aglutinante al mezclarse con la pasta mecánica echa de hojas de maíz, mejorando las características mecánicas de la pasta para fabricar el papel, haciéndolo resistente y flexible.

El envase

El objetivo básico de un envase es la de proteger al producto del exterior conservando la totalidad del producto. “Es un envoltorio que tiene contacto directo con el contenido de un producto, tiene la función de ofrecer una adecuada presentación, facilitando su manejo, transporte, almacenaje, manipulación y distribución”. Carmen Pérez (2012). El envase tiene connotaciones visuales, es estético no solo funcional debe obedecer a las necesidades del producto y los recursos asignados, además de ser amigable con el ambiente; es decir reciclable, reutilizable y biodegradable. Hanna J. (2004) Héctor S. Villada, Harold A. Acosta y Reinado J. Velasco (2007) “Una analogía de esto es, si el medio ambiente fuera uno de nuestros clientes, para diseñar un empaque ambientalmente funcional, seria indispensable preguntarse el uso que se le daría, y como facilitar su adaptación, tomando en cuenta sus características, su forma de vida, ciclos, actividades y recursos”. Héctor S. Villada, Harold A. Acosta y Reinado J. Velasco (2007).

Tabla 4.2 Requerimientos del envase

Producto	Distribución	Ergonomía
<ul style="list-style-type: none"> - Su naturaleza. - Tamaño y forma. - Densidad y peso. - Fragilidad o resistencia. - Su forma de presentación (liquido, solido, polvo, etc.). - Su comportamiento ante los cambios (humedad, temperatura, presión, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> - Impacto horizontal, golpes laterales que puede sufrir el producto en el proceso de transporte y manipulación del mismo. - Impacto vertical, riesgo de la caída del producto. - Perforación. - Compresión, es importante la resistencia que tiene para el apilamiento en almacenes o anaqueles. - Vibración, tanto en el transporte como en la producción y transporte. - Alta temperatura. - Baja temperatura, transporte de frigoríficos o congelados. - Baja presión, puede ser en el transporte aéreo. - Humedad. - Polvo. - Biológicos, procedentes de bacterias, hongos, microorganismos, insectos, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Facilidad del manejo del envase. - Tamaño y peso del producto. - Sistema de distribución, cadena logística, inviolabilidad del empaque y contenido. - Forma de uso del producto, sistema de apertura y cierre, dosificación, válvulas, etc.

Fuente: ECODISPACK (2007) Carmen Krystal Pérez Espinoza (2012)

Ejemplos de Eco-envases

María Carolina Martínez Reyes en su Tesis de maestría, “Medio Ambiente y Desarrollo” enfatiza que es necesario promover “el desarrollo y la funcionalidad del empaque para obtener mejores condiciones de uso, consumo, fin de vida y reducción de la contaminación”. María M. (2017)

Ejemplos de envases con este enfoque:

Figura 4.5 EcoCradle. Envase fabricado con hongos y desechos agrícolas



Fuente: Eco Inventos Green Technology

Figura 4.6 Timberland y Po-Zu, calzado ecológico



Fuente: Cultura decóCultura decó / Las tendencias en arquitectura, diseño, arte. (2010)

Figura 4.7 Packaging para huevos hecho de heno. Happy Eggs, por Maja Szczypek



Fuente: www.behance.net/gallery/9367295/Happy-Eggs (2013)

Procedimiento para realizar eco envase hecho de hoja de maíz y mucilago de nopal como aditivo

1. “Proceso para hacer pulpa de papel con base en la hoja de maíz. Se usan las hojas de maíz que ya han sido usadas previamente en la preparación de los tamales, pues uno de los objetivos es disminuir los residuos y a provechar al máximo los recursos. María M. (2017)
2. Se corta la hoja de maíz en tiras largas de la hoja y se ponen a remojar en agua durante 24 horas.
3. Se machacan las hojas con un martillo hasta que se produzcan pequeñas fibras, se cosen con bicarbonato de sodio (NaHCO_3), para facilitar el proceso de cocción en una olla de presión industrial, y después se deja enfriar, en este caso hemos realizado la cocción en una olla normal por falta de presupuesto. El tiempo de cocción fue de 4 horas en un recipiente común.

4. Al menos unas 5 horas antes se corta 150 g. de nopal en cubos y se ponen a remojar en un litro de agua, el nopal desprende sus jugos en el agua. Esta agua se cuele y solo quedara el agua con la baba de nopal.
5. Se hace la mezcla de las hojas de maíz cocidas y el agua con la baba de nopal (mucilago). Se colocan en una licuadora, se recomienda una licuadora profesional, sin embargo por falta de presupuesto se realizó en una convencional por tiempos cortos para evitar sobrecalentamiento de la misma.
6. La mezcla se esparce sobre un bastidor cuyo marco es de madera y cubierto por una maya plástica que facilita el drenado del agua. Se le aplica presión para facilitar el drenado del agua de la mezcla y se transfiere el material a una tela de algodón del tamaño del marco que funciona como contra molde y así poder despegar la pulpa de maíz y baba de nopal del marco.
7. La pulpa de maíz con baba de nopal es colocada en una prensa para drenar el agua de la mezcla durante una hora para facilitar el secado, más tarde se pone a secar al sol la tela donde está adherida la pulpa de maíz y baba de nopal aún húmeda, dependiendo de la humedad puede tardar de uno o tres días e secarse.
8. Al secarse parcialmente ya podemos desprender el papel de maíz y baba de nopal. Se almacena sobre una superficie plana aplicando peso en la parte superior”. Daniel Márquez, Carlos Quintero, Isrrael González. (2019)
9. Diseño de caja compuesta de dos partes, sin cortes o uniones para múltiples usos, tomando como base un molde de polietileno para su realización. Moldeo en caliente. Pasta de hoja de maíz y mucilago de nopal.

Fabricación de la caja: Se hace una pasta con hoja de maíz, siguiendo los pasos del uno a 7, se aplica la pasta en el interior del molde de polietileno de alta densidad que nos servirá de soporte, para formar la base y las paredes del cubo. Figura #

1. Una vez que se coloca la pasta en el interior del molde, se introduce al horno microondas durante 4 minutos para acelerar el secado y unir las fibras. Una vez frio se procede a desmoldar la pieza.

Figura 4.8 Cajas con tapa echas de hoja de maíz y mucilago de nopal



Fuente: Daniel Márquez 2019

Conclusiones

- a. Se obtuvo un envase, (caja con tapa multiusos, de 4.7 cm x 4.7cm aprox.) fabricado con hoja de maíz y mucilago de nopal (baba de nopal) como aditivo, usando un molde en forma de cubo, de polietileno de alta densidad, se usó un horno de microondas para acelerar el secado y facilitando la cohesión de las fibras.

- b. Se obtuvo un envase, (caja con tapa multiusos, de 7 cm x 7cm aprox.) fabricado con hoja de maíz y mucilago de nopal (baba de nopal) como aditivo, usando un molde en forma de cubo, de polietileno de alta densidad, utilizando un horno de microondas para acelerar el secado y facilitando la cohesión de las fibras.
- c. La pieza que se obtuvo es lo suficientemente resistente para ser manipulada y envasar un objeto. El envase resultante tiene una apariencia cruda y poco refinada consecuencia del método utilizado para obtener la pasta. Fig. #
- d. Se puede mejorar el proceso notablemente y generar un producto con características estandarizadas si se usa equipo adecuado y o aditivos orgánicos de mayor calidad.
- e. Los moldes se puede adecuar a las necesidades de los productos, en cuanto a características y forma.
- f. Se le puede añadir colorantes o decolorarlo con hidrosulfito sódico (Na₂S₂O₄).

Recomendaciones

- a. Buscar patrocinadores para estandarizar el proceso.
- b. Realizar mejora en el proceso de elaboración de la pasta mecánica estandarizando tiempos y movimientos y quipo adecuado.
- c. Utilizar equipo adecuado para moler la hoja de maíz
- d. Utilizar equipo adecuado para la cocción de la hoja de maíz.
- e. Realizar pruebas de resistencia de los materiales.
- f. Proponer otros aditivos amigables con el ambiente, para mejorar la resistencia del material.
- g. Diseñar la apariencia externa del envase.

Referencias

Académica e Institucional, Arquetipo de la UCP, 4: Paginas 71 a 79.

Breiting , Søren. (1997). Hacia un nuevo concepto de educación ambiental. 18 de junio de 2019, 02:43:19 p.m., de Centro Nacional de Educación Ambiental Sitio web: https://www.miteco.gob.es/va/ceneam/articulos-de-opinion/1997soren-breiting_tcm39-163533.pdf

Castiblanco Moreno, Suelen. (2013). Evolución del concepto de innovación y sus implicaciones en el sector hotelero: revisión de la literatura. Suma de negocios. 4. 21 - 38.

Comisión Nacional Forestal. (2011). Juntos por la conservación de la biodiversidad.. 09/07/2019, de CONAFOR Sitio web: <https://www.gob.mx/conafor>

Eben Bayer y Gavin McIntyre, . (2012). EcoCradle. Envase fabricado con hongos y desechos agrícolas.. 04/07/2019, de Eco Inventos Sitio web: <https://ecoinventos.com/ecocradle-envase-fabricado-con-hongos-y-deshechos-agricolas/>

Erika Mishelle Suárez Guarnizo. (2016). Obtención de Pulpa de papel a partir de residuos de la naranja común y limón ponderoso. . 13 de junio de 2019, 11:52:41 a.m., de Universidad Central de Ecuador. Sitio web: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/6856>

Forbes Staff. (2017). ”. Directorio de Empresas Ecológicas, Sustentables y de Bien Social . 09/07/2019, de FORBES Sitio web: <https://www.forbes.com.mx/las-empresas-mas-sustentables-de-mexico/>

- Forestcarbonpartnership. (julio 2012). The Forest Carbon Partnership Facility (FCPF) . 09/07/2019, de The Forest Carbon Partnership Facility (FCPF) Sitio web: <https://www.forestcarbonpartnership.org/>
- G FOLADORI. (1999). Sustentabilidad ambiental y contradicciones sociales. 18 de junio de 2019, 02:43:19 p.m., de Scielo Sitio web: <http://www.scielo.br/pdf/%0D/asoc/n5/n5a03.pdf>
- García Quiñonez, Alma Verónica. García Solano, H., Barajas Sepúlveda, D., & Alarcón Aranguren, L. (2014). Experimentación de materiales, un camino para la sustentabilidad en el diseño. *Revista de investigación, desarrollo e innovación*, 4(2), 87-94. <https://doi.org/10.19053/20278306.2963>
- Granados Aristizábal, Juan Ignacio. (2011). Empaque, publicidad y sellos de productos agropecuarios: hacia una producción y comercialización responsable y ecológicamente sustentable. *Producción + Limpia*, 6(2), 78-91. Retrieved July 04, 2019, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552011000200008&lng=en&tlng=es.
- Juan Ignacio Granados Aristizábal. (Diciembre de 2011). Empaque, publicidad y sellos de productos agropecuarios: hacia una producción y comercialización responsable y ecológicamente sustentable. *Producción + Limpia*, Vol. 6, Núm. 2, 14. 18 de junio de 2019, 02:43:19 p.m., De pository.lasallista.edu.com Base de datos.
- Lawrence A. Wilson. (1999). *Lo que el impresor debe saber acerca del papel*. México: Graphictype México, S.A. de C.V.
- López (2012) “El impacto ambiental del fash fashion pronta moda”. En: *Revista*
- Maja Szczypek . (2013). Happy Eggs - eggs laid by happy hens.. 04/07/2019, de Behance Sitio web: [https://www.behance.net/gallery/9367295/Happy-Eggs%20\(2013\)](https://www.behance.net/gallery/9367295/Happy-Eggs%20(2013))
- María Carolina Martínez Reyes. (2017). La problemática de la cultura del empaque: del diseño centrado en el consumo, al diseño centrado en la función ambiental. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Económicas, Instituto de Estudios Ambientales (IDEA) Bogotá, Colombia, 1, 183. 18 de junio de 2019, 02:43:19 p.m., De <http://bdigital.unal.edu.com> Base de datos.
- María soledad Cruz, Delgado Martha Magdalena Gómez Valdez, Martha Elena Ortiz Pulido, Ana María Etzana Tadeo, Clara Jazmín Suárez Hernández, Veronica Santillan Moctezuma, Cesar Ulises Miramontes, México 1996- 2012. Piña Situación actual y perspectivas del maíz en México. Recopilación, integración, análisis y edición de la información: Director de Indicadores y modelos:
- Martín Medina. (Enero-junio de 1999). Reciclaje de desechos sólidos en América Latina. *FRONTERA norte*, vol. 11, núm. 21, x.
- Méndez Naranjo, K., & Caicedo Palacios, M., & Bedoya Correa, S., & Ríos Mesa, A., & Zuluaga Gallego, R., & Giraldo Ramírez, D. (2014). Tendencias investigativas de la nanotecnología en empaques y envases para alimentos. *Revista Lasallista de Investigación*, 11 (2), 18-28.
- Méndez Naranjo, Katia Cecilia, Caicedo Palacios, María Lorena, Bedoya Correa, Sandra María, Ríos Mesa, Andrés, Zuluaga Gallego, Robín, Giraldo Ramírez, Diana Patricia, Tendencias investigativas de la nanotecnología en empaques y envases para alimentos. *Revista Lasallista de Investigación [en línea]* 2014, 11 (Julio-Diciembre) : [Fecha de consulta: 4 de julio de 2019] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69539788003>> ISSN 1794-4449
- Meneses, Juliana, Corrales, Catalina María, & Valencia, Marco. (2007). SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE UN POLÍMERO BIODEGRADABLE A PARTIR DEL ALMIDÓN DE YUCA. *Revista EIA*, (8), 57-67. Retrieved July 09, 2019, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-12372007000200006&lng=en&tlng=es.

Navia p, diana paola, & villada c, héctor samuel. (2013). Impacto de la investigación en empaques biodegradables Eficiencia, tecnología e innovación. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11(2), 173-180. Retrieved July 03, 2019, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612013000200020&lng=en&tlng=es.

Octavio Fenollar Gimeno. (2015). *Materiales Compuestos Ecológicos*. 18 de junio de 2019, 02:43:19 p.m., de Universitat Politecnica de Valencia Sitio web: media.upv.es/player/?id=c8455cc3-d62b-6a41-b2fc-bd3b88fd0aee

Prado-Martínez, M., J. Anzaldo-Hernández, B. Becerra-Aguilar, H. Palacios-Juárez, J.J. Vargas-Radillo y Maite Rentería Urquiza. 2012. Caracterización de hojas de mazorca de maíz y de bagazo de caña para la elaboración de una pulpa celulósica mixta. *Madera y Bosques* 18(3):37-51. Formato qDocumento Electrónico (ISO). Figura:

R Cruz-Morfin. (2013). *Biopolímeros y su integración con polímeros convencionales como alternativa para alimentos...* 18 de junio de 2019, 02:43:19 p.m., de UDLAP Sitio web: <http://web.udlap.mx/tsia/files/2014/12/TSIA-72-Cruz-Morfin-et-al-2013.pdf>

Reyes-Agüero, J. Antonio, Aguirre-Rivera, J. Rogelio, Hernández, Héctor M., Systematic notes and a Detailed description of *Opuntia ficus-indica* (L) Mill. (CACTACEAE). *Agrociencia* [en línea] 2005, 39 (julio-agosto) : [Fecha de consulta: 18 de junio de 2019] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30239404>> ISSN 1405-3195

Ricardo de León Castillo (2012) *Evaluación del Mucílago de nopal como reductor de retracción en concreto auto – consolidable*. Nuevo León México. Maestría en ciencias con orientación en materiales de construcción. Recuperado: eprints.uanl.mx/3007/1/1080224613.pdf 28 de septiembre 2018, 1:53.

Rodriguez Henao Yurley Crsitina (2017). *Evaluación de mucílago de nopal (opuntia ficus- indica), como agente estabilizante en néctar de maracuyá (pasiflora edulis)*. Bogota Colombia. Universidad de la Salle Facultad de Ingeniería de Alimentos. Recuperado: http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/21264/43052010_2017.pdf? 28 de septiembre de 2018. 2:39 pm.

Rodriguez Henao Yurley Crsitina (2017). *Evaluación de mucílago de nopal (opuntia ficus- indica), como agente estabilizante en néctar de maracuyá (pasiflora edulis)*. Bogota Colombia. Universidad de la Salle Facultad de Ingeniería de Alimentos. Recuperado: http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/21264/43052010_2017.pdf? 28 de septiembre de 2018. 2:39 pm.

Rutiaga-Quinones, j. g.; Pedraza-Bucio, f. e. y Lopez-Albarran, p.. Componentes químicos principales de la madera de *Dalbergia granadillo* Pittier y de *Platymiscium lasiocarpum* Sandw. *Rev. Chapingo ser. cienc. for. ambient* [online]. 2010, vol.16,n.2 [citado 2018-09-25], pp.179-186. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S200740182010000200008&lng=es&nr m=iso>.ISSN2007-4018. <http://dx.doi.org/10.5154/r.rchscfa.2010.04.023>.

Sáenz Carmen. (2006). *Utilización agroindustrial del nopal*. México. Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO 162. ISBN 978-92-5-305518-D

Samuel, Hector & A. Acosta, Harold & Velasco, Reinaldo. (2007). *Biopolímeros naturales usados en empaques biodegradables*. *Temas Agrarios*. 12. 5-13. 10.21897/rta.v12i2.652.

Torres-Acosta, A., & Hernández-Leos, R. (2012). *Steel Corrosion Inhibitors in Cement Based Materials from Nopal Slime*. *MRS Proceedings*, 1488. doi:10.1557/opl.2012.1554

SEMARNAT. (2015). *Informe 15. 09/072019, de Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales* Sitio web: https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/pdf/Informe15_completo.pdf

Timberland y Po-Zu. (2010). Calzado Ecologico. 04/07/2019, de PO ZU Sitio web: https://po-zu.com/pages/collaborations_timberland

Verónica García Quiñonez. - 1ª ed. San Salvador, El Salvador: ITCA Editores,
Villada, H., Acosta, H., & Velasco, R. (2007). Biopolímeros naturales usados en empaques biodegradables. *Temas Agrarios*, 12(2), 5-19. <https://doi.org/10.21897/rta.v12i2.652>

Viridiana Mendoza. (2012). Residuos de la hoja de Maíz. 09/07/2019, de FORBES Sitio web: <https://www.forbes.com.mx/author/viridiana-mendoza/page/109/>

Eco Inventos. (2012). Envase fabricado con desechos agrícolas.. 09/07/2019, de Eco Inventos Green Technology Sitio web: <https://ecoinventos.com/ecocradle-envase-fabricado-con-hongos-y-deshechos-agricolas/>

Yunia Verónica García-Tejeda, Paul Baruk Zamudio Flores, Luis Arturo Bello Pérez, Claudia Andrea Romero Bastida, Javier Solorza-Feria. (Mayo 2011). Oxidación del almidón nativo de plátano para su uso potencial en la fabricación de materiales de empaque biodegradables: caracterización física, química, térmica y morfológica. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, Vol. 12, Número 3, 125-135. 18 de junio de 2019, 02:43:19 p.m., De <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3694923> Base de datos.

Prototipado de un invernadero Inteligente para productos regionales

Prototyping a Smart Greenhouse for Regional Products

UH-ZAPATA, Glendi del Rosario* & CANUL-GARRIDO, Divino Miguel

Universidad Tecnológica del Poniente

ID 1^{er} Autor: *Glendi del Rosario, Uh-Zapata*

ID 1^{er} Coautor: *Divino Miguel, Canul-Garrido*

G. Uh & D. Canul

glendih@gmail.com

N. Zapata (Dr.). Ciencias agropecuarias y biotecnología. Proceedings-©ECORFAN-Mexico, 2019.

Abstract

This book chapter presents a prototype of a smart greenhouse for regional products from the State of Yucatan, formed by the development of a web platform that allows the storage of historical and important data for the control and production of such products; Environmental factors can also be controlled through this platform to improve environmental conditions. Likewise, this prototype consists of hardware such as digital, analog, actuator and circuit sensors that allow the monitoring and reading of environmental data.

Prototype, Greenhouse, Platform, Hardware

Introducción

Para poder entender primero se tiene que entender el concepto de invernadero, tal como describen Barrera, Herrero y Meraz (2014), al decir que “Un invernadero es un espacio con el microclima apropiado para el óptimo desarrollo de una plantación en específico”. (pág. 7)

De acuerdo a la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA, 2017) existe una superficie agrícola de 32, 406, 237 hectáreas, de las cuales las unidades de producción agrícola que realizaron agricultura a cielo abierto, 86.0% utilizó la modalidad de temporal y solo 20.0%, el riego. Y del tipo de irrigación más utilizado fue el riego por gravedad, ya que 70.8% de las unidades de producción lo usaron, el 15.6% goteo, 5.5% aspersion, 5.2% microaspersion, 1.6% riego en tiempo real y otros tipos 6.7%. Como se puede observar a nivel nacional existe gran cantidad de oportunidad para la realización de invernaderos, sin embargo los agricultores optan por lo tradicional, lo cual les genera pérdidas en la producción de sus productos y en la calidad, ya que por cuestiones del ambiente depende la calidad de su producto.

Un invernadero inteligente busca entre diversos aspectos cultivar, mantener y cosechar productos de buena calidad, este proyecto tiene como objetivo recrear las condiciones y factores necesarios para la cosecha de productos regionales del estado de Yucatán como lo es la jícama, naranja dulce y demás, a través de un prototipo que permita la automatización de los procesos de cultivo y mejoramiento ambiental a través de la tecnología con la creación de una aplicación web que almacene los datos ambientales necesarios y automatice estos procesos, al igual la implementación de hardware con sensores y circuitos que permita la medición y el control de dichos factores ambientales.

Metodología a desarrollar

El prototipado de un invernadero inteligente para productos regionales está conformado por dos partes importantes la del software y la del hardware. Por parte del software, fue desarrollada una plataforma web que permite administrar y almacenar datos importantes de los productos regionales; así como el control y monitoreo de los sensores que fueron implementados en el prototipo del invernadero. En cuestión del hardware se realizó un prototipo a escala de un invernadero compuesto por una placa controladora, microprocesadores y sensores, que permiten el control y monitoreo de la humedad, luz, temperatura y permite hacer un riego.

Para el desarrollo de este proyecto se utilizó la metodología ágiles o Scrum, la cual según Lara (2015):

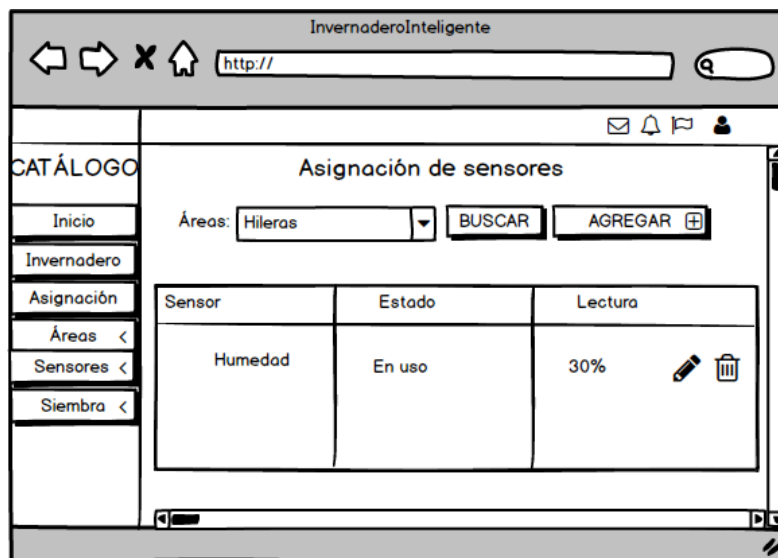
Scrum es un framework que permite trabajar en una serie de interacciones en equipo. Las fases que definen y en las que se divide un proceso de SCRUM son las siguientes:

1. El quién y el qué: identifica los roles de cada uno de los miembros del equipo y define su responsabilidad en el proyecto.
2. El dónde y el cuándo: que representan el Sprint.
3. El por qué y el cómo: representan las herramientas que utilizan los miembros de Scrum.

El desarrollo del proyecto estuvo conformado de diversas etapas de desarrollo que van desde el análisis y diseño de la plataforma y el prototipo, el desarrollo de la plataforma web, la generación del prototipo para IoT, hasta las pruebas de integración del software y hardware. En la cual en cada una se utilizó las metodologías ágiles.

Para poder desarrollar el proyecto se realizó un proceso de investigación de cómo se encuentran estructurados físicamente y cómo trabajan los invernaderos de la región. Una vez recabada toda esta información pasamos al diseño de la plataforma web, es decir todo el diseño del software con el que el usuario va a interactuar. Asimismo, también se creó el diseño definitivo de la Base de datos de la aplicación, al igual que se logró diseñar las vistas de la aplicación web, y sus funciones principales. En la Figura 5.1 se presenta el mockup de la ventana principal del sistema.

Figura 5.1 Mockup principal de la plataforma web



Fuente: Elaboración Propia

Una vez concluido la etapa de diseño, se prosiguió a la creación de la base de datos, lo cual se realizó con todo el diseño mencionado, utilizando el programa de MySQL lo cual facilita la creación del conjunto de datos que se requiere utilizar para el sistema.

Para el desarrollo de software se realizó la parte de Landing Page que es la página principal que describe a grandes rasgos lo que es una plataforma, también se creó la vistas diseñadas, lo cual todo esto se llevó a cabo en el editor de código Sublime Text, utilizando el framework de Laravel que se basa el lenguaje de programación php.

De igual manera para la parte del hardware se realizó el diseño de un intervalo de una escala, colocando sensores de humedad, de luz y temperatura para controlar los factores del ambiente, al igual fue colocado motor que simula una bomba para el riego del suelo, todo conectado a través de una placa computadora (SBC) llamada Rasberry pay 3.

Una vez concluido el desarrollo del hardware y software se prosiguió a las pruebas de interacción entre ambas, controlando los sensores a través de la plataforma web.

Resultados

Los resultados obtenidos del presente trabajo fue el desarrollo de la plataforma web y el prototipo a escala del invernadero.

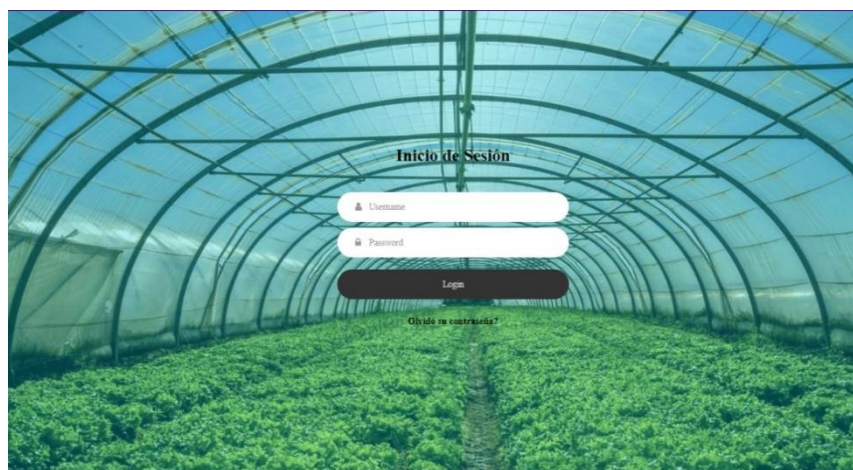
Con respecto a la plataforma web los resultados fue la creación de los siguientes módulos:

- Landing Page. Página principal que te describe a grandes rasgos que es la plataforma, a través de aquí se puede ingresar con el nombre usuario que está guardado en la base de datos y con su contraseña, ver la Figura 5.2.

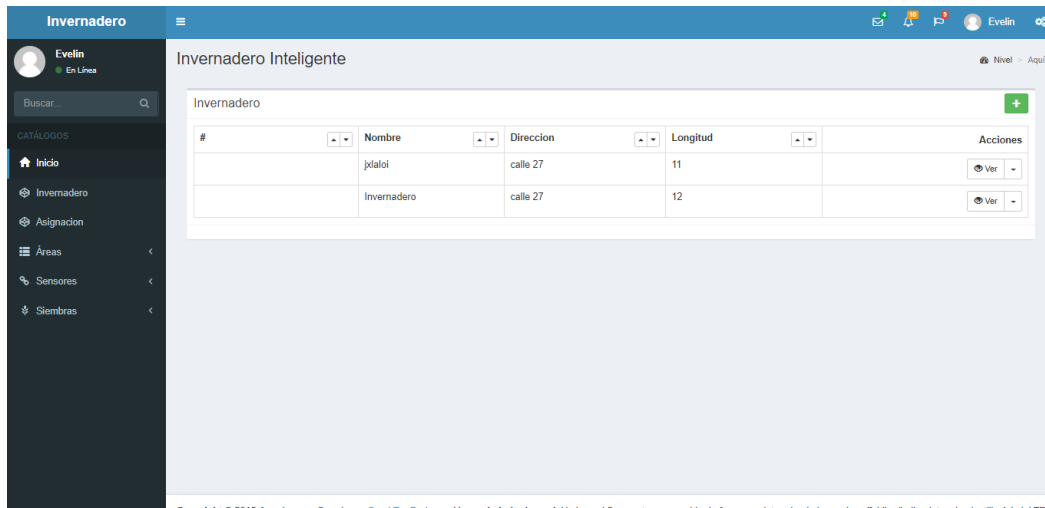
Una vez ingresado a la plataforma está contiene las siguientes secciones, ver Figura 3:

- Inicio: Su función es tener toda la información del sistema, incluyendo el logotipo y la ubicación en la que se encuentra este proyecto.
- Invernadero: En esta sección tiene la función de guardar la información del invernadero, teniendo en cuenta los datos más relevantes que este tiene.
- Asignación: Esta sección es la más importante en el sistema, dado a que su función principal es agregar los sensores adecuados para cada área del invernadero y así tener una lista de cada uno, teniendo en cuenta su estado y la lectura que manda.
- Áreas, está compuesta por diversos submódulos:
 - Área: Se podrán crear y guardar las áreas o secciones que tiene el invernadero recabando toda la información adecuada para cada una.
 - Tipo de área: Creación de los diferentes tipos de áreas que hay en el sistema.
- Sensores, está compuesta de los siguientes submódulos:
 - Sensor: Su función es crear todos los sensores que se utilizarán para la asignación de las áreas, junto con sus respectivos datos.
 - Tipo de sensor: Catálogo de los diferentes tipos de sensores que existen.
 - Estado de sensor: En esta sección se podrá guardar los estados en el que se encuentra cada sensor, es decir si esta en uso, desocupado, o en reparación, con el fin de llevar un mejor control de cada uno.
- Siembras, se encuentra conformado por los siguientes submódulos:
 - Siembra: Su función es crear una lista de todas las siembras que se utilizará para cada área junto con su respectiva información
 - Tipo de siembra: Catálogo con los diferentes tipos de siembra que hay.
 - Método de siembra: Información de cual va se la manera en que se lograra hacer el sembrado para cada tipo de plantas.
 - Estado de siembra: En esta sección se podrá guardar los estados en el que se encuentra cada siembra, es decir si ha sido sembrado o no, con el fin de llevar un mejor control de cada uno.

Figura 5.2 Landing Page de la plataforma web



Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.3 Inicio de la plataforma web

Fuente: Elaboración Propia

De igual manera por parte del hardware se obtuvo como resultado el prototipo físico a escala del invernadero donde se le implementaron microcontroladores, sensores de humedad, luz, temperatura, un motor a escala para el riego automatizado, el cual es controlado a través de la plataforma web, como se puede observar en la Figura 4.

Figura 5.4 Prototipo a escala del invernadero inteligente

Fuente: Elaboración Propia

Agradecimiento

Se hace un cordial agradecimiento a la Universidad Tecnológica del Poniente, por el apoyo recibido para la creación y desarrollo de este proyecto.

Conclusiones y Recomendaciones

Los resultados obtenidos del proyecto en el desarrollo de la plataforma web, es que se logró crear satisfactoriamente la programación de cada uno de los módulos, así el correcto funcionamiento de cada uno. Con respecto al prototipado del invernadero inteligente se logró la creación del mismo a escala, en el cual se le implementaron sensores de humedad, sensores de luz, sensores de temperatura y un sistema de riego a escala, a través de un microprocesador, todos estos sensores se contralan a través de la plataforma web. Además de que con base al prototipo del invernadero se obtuvo un gran análisis de lo que se va a necesitar para el invernadero a escala real, como lo son los posibles sensores, actuadores y microprocesadores que se puede utilizar.

Este proyecto está para más etapas de desarrollo e implementación por lo cual para sus siguientes etapas se prevé la elaboración de su aplicación móvil y la implementación en un invernadero a escala real.

Referencias

Herrero y Meraz (2014) Invernadero Inteligente, México. Tesis de Ingeniería, Instituto Politécnico Nacional. Disponible en:
<https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/14050/INVERNADERO%20INTELIGENTE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Lara, W. (2015). Platzi. ¿Cómo Funciona la Metodología Scrum?. Recuperado de <https://platzi.com/blog/metodologia-scrum-fases/>

INEGI, Encuesta Nacional Agropecuaria , 2017.

Aprovechamiento de la fracción orgánica de los residuos sólidos en un Campus universitario

Use of the organic fraction of solid waste in a University Campus

RODRIGUEZ-PIMENTEL, Reyna Isabel†*

Universidad Tecnológica de Nezahualcóyotl

ID 1^{er} Autor: *Reyna Isabel, Rodriguez-Pimentel* / **ORC ID:** -5456-0842, **Researcher ID Thomson:** I-6643-2018, **CVU CONACYT ID:** 275545

R. Rodriguez

reyna.rodriquezpi@utn.edu.mx

N. Zapata (Dr.). Ciencias agropecuarias y biotecnología. Proceedings-©ECORFAN-Mexico, 2019.

Abstract

An alternative for the use of the organic fraction of urban solid waste (FORSU) is aerobic degradation (compost) and anaerobic digestion. At the Technological University of Nezahualcoyotl, there is a population of approximately 5480 people and a per capita generation of 0.54 Kg / h.d, generating approximately 260 Kg / day of organic waste. The aerobic degradation of the organic fraction of urban solid waste (FORSU) is the degradation of organic matter by microorganisms in the presence of oxygen. Consequently, the type of waste and aeration are important factors in aerobic degradation, so it is necessary to characterize the fractions of the composition of the waste generated in the cafeterias of the university and propose strategies to obtain a quality product and with the adequate nutrients for the soil. In this work several tests were carried out with different inocula to favor the composting process for fruit and vegetable residues, generated from the preparation of food, and gardening, obtaining a compost with the appropriate characteristics to be used in the gardens of the campus. And with the prepared food waste, anaerobic digestion will be carried out in two stages, and due to the large amount of citrus fruit, co-digestion was used with different types of manure: cow, pig and sheep in which CH₄ was obtained 28, 3.3, 2.7 and in OFMSW 6.3 L, during the experimentation time. This will allow the application of the biogas generated as an energy source in some university facility, in this way the organic waste generated in the campus will be used for its application as a soil improver in the gardens and as an energy source.

Co-digestión, Composta, Digestión anaerobia

Introducción

En últimos años el proceso de digestión anaerobia y la degradación aerobia (composteo) de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos (FORSU) y de otros residuos biodegradables ha cobrado especial interés entre los investigadores y los gobiernos de todo el mundo. Esto se debe a la recuperación de energía en forma de biogás rico en metano y de la generación de digestato que puede ser utilizado como fertilizante. El auge de la digestión anaerobia de la FORSU y elaboración de composta se da a partir de los programas gubernamentales que promueven la separación en fuente, debido a que se reducen problemas en el proceso por la disminución de compuestos inertes³ y es posible utilizar el digestato y la composta como fertilizante. De ahí que en algunos Campus Universitarios han realizado estudios, para tratar sus propios residuos. Para alcanzar la sustentabilidad ambiental es de suma importancia considerar la aplicación de métodos biotecnológicos que reduzcan el volumen y favorezcan la reutilización de los residuos. El objetivo de este trabajo es aprovechar la FORSU generada en la Universidad Tecnológica de Nezahualcóyotl para la producción de biofertilizante y energía mediante el proceso de composteo y digestión anaerobia.

El primer tema de este trabajo serán los aspectos relevantes de los tratamientos de composteo y digestión anaerobia, en la segunda parte se desarrollará el trabajo experimental que se llevó a cabo.

Fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos (FORSU)

La definición de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos (FORSU) varía de forma regional y nacional; en Estados Unidos se considera a la FORSU como una mezcla de residuos de comida, jardinería y papel (Palmisano & Barlaz, 1996). En la Unión Europea son los residuos verdes de jardines y parques y residuos de cocina (Al Seadi *et al.*, 2013). Los residuos orgánicos, son biodegradables, se componen naturalmente y tiene la propiedad de poder desintegrarse o degradarse rápidamente, se componen de restos de comida y restos vegetales de origen domiciliario. La producción y composición de la FORSU depende de factores como la zona geográfica, la cantidad de habitantes y su poder adquisitivo, así como el tipo de actividad productiva, las costumbres alimenticias regionales, la temporada del muestreo y el sistema de recolección de los residuos (Hansen *et al.*, 2007).

Características físicas de la FORSU

Existen diferentes criterios para categorizar a los RSU y a la FORSU. En la siguiente figura se presenta una imagen de los diferentes compuestos que constituyen a la FORSU de acuerdo con el criterio de categorización de Greenfinch. Su clasificación consta de 16 fracciones (la fracción semillas y piedras no aparece en la foto): se observa la heterogeneidad de los constituyentes en su concepto de FORSU.

Independientemente de una separación por compuestos similares, en cada fracción se observan características físicas diferentes, en especial referentes al tamaño. En esta categorización no figuran los residuos de poda y jardinería que en otros proyectos son considerados y que en México se incluyen en los residuos que constituyen la FORSU.

Figura 6.1 Categorización de FORSU del proyecto Greenfinch



Fuente: Modificado de VALORGA (2010)

Características químicas de la FORSU

Desde el punto de vista químico la FORSU tiene características tan variadas como los componentes que la constituyen. Existen parámetros que se determinan de forma común en todos los trabajos encaminados a utilizar FORSU como sustrato en digestión anaerobia como son humedad, sólidos totales (ST), sólidos volátiles (SV), relación SV/ST y, de forma menos frecuente, nitrógeno Kjeldahl (NK) y fósforo total (PT). Estas características se usan para determinar de forma preliminar el contenido de materia biodegradable y la relación de nutrientes en el sustrato. Diversos trabajos se han centrado en caracterizar químicamente a la FORSU, como forma de evaluar las diferencias en su composición química debidas a la gestión de los RSU, aspectos medioambientales, regionales, estacionales y socioeconómicos (Alibardi & Cossu, 2015) y cómo estas características influyen la *metanización* y calidad de la composta. La composición elemental de los residuos es la clave para evaluar la recuperación de sus nutrientes como el nitrógeno, fósforo y carbono; además permite estimar valores teóricos de producción de biogás (Buffiere *et al.*, 2006). Aunque se han realizado diversos estudios para conocer esta composición, lamentablemente para el caso de México y en específico del Distrito Federal se cuenta con poca información al respecto.

Degradación aerobia de la FORSU

La degradación aerobia (compostaje) es un proceso de mineralización, mediante el cual los microorganismos degradan la materia orgánica en CO₂, H₂O y el producto final, es el compost. La aireación es uno de los factores más importantes en los sistemas de compostaje. Se requiere una concentración mínima de oxígeno del 5 % en los espacios porosos de la pila de compostaje para mantener condiciones aeróbicas (Kulcu & Yaldiz, 2004).

1. Efecto del pH en la degradación aerobia de la FORSU

El pH es uno de los factores ambientales más importantes en el proceso de compostaje. Se ha observado que la disminución inicial de pH está asociada con la formación de ácidos, el pH bajo puede inhibir severamente el progreso de las reacciones en el proceso de compostaje (Nakasaki *et al.*, 1993). El pH ligeramente ácido de la FORSU se debe a la presencia de ácidos orgánicos de cadena corta, que no solo se producen a partir de materias primas, sino también se generan durante la fase inicial de compostaje (Reinhardt, 2002). El control de pH durante la fase inicial de compostaje se ha llevado a cabo utilizando compuestos alcalinos (por ejemplo, NaOH, cenizas y cal), de esta forma, se evita que el pH baje demasiado durante el período de actividad inicial y se favorece una tasa de degradación de la materia orgánica más rápida.

Sin embargo, los materiales alcalinos pueden tener un efecto adverso sobre las actividades de los microorganismos debido a los posibles efectos inhibidores causados por un incremento en el pH. La formación microbiana y la descomposición de los ácidos orgánicos dependen del nivel de oxígeno y la temperatura. Concentraciones altas de oxígeno dan lugar a concentraciones más bajas de ácidos orgánicos en el compost y una descomposición más rápida de los ácidos, en consecuencia, un rápido aumento en el pH.

2. Efecto de la relación Carbono/Nitrógeno en la degradación aerobia de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos

Durante la actividad de los microorganismos implicados en el compostaje se genera la síntesis de biomasa microbiana que contiene aproximadamente 50 % C, 5 % de N y 0.25 % P con base en peso seco (Sadaka & El-Taweel, 2003). Por lo cual, la relación inicial Carbono / Nitrógeno (C/N) es uno de los factores más importantes que afectan el proceso de compostaje y la calidad del compost. La relación C/N se ha utilizado como una directriz de la calidad del producto final; se propone una relación inicial C/N de 25 a 30 para un proceso en óptimas condiciones. Sin embargo, el establecimiento de la relación C/N para la puesta en marcha del proceso no es una garantía de resultados favorables, ya que esta relación C/N no suele considerar la biodisponibilidad o biodegradabilidad. Los efectos de la relación C/N en el compostaje de residuos sólidos urbanos se ha estudiado por muchos investigadores hasta el momento, observando que una relación C/N alrededor de 25 o 30 es óptima, y que relaciones de C/N mayores a estos valores, la velocidad de descomposición de materia orgánica es más lenta, mientras que relaciones C/N más bajas a 20 se puede tener una pérdida de nitrógeno (Nakasaki *et al.*, 1992).

3. Inoculación

La inoculación puede tener un efecto positivo sobre el compostaje, especialmente en la primera etapa termófila del proceso. Sin embargo, solo un porcentaje de inoculación es por lo general probado (Wei *et al.*, 2007). Los efectos de la inoculación durante el compostaje se pueden encontrar en la literatura (Zeng *et al.*, 2009) y se ha demostrado que la inoculación con microorganismos adecuados pueden activar la biodegradación de la materia orgánica y mejorar la calidad del compost (Tuomela *et al.*, 2000). Cariello *et al.*, (2007) mostraron que pilas inoculadas alcanzaron las características de estabilidad y madurez, cuatro semanas antes que la pila control sin inoculación. Estos resultados indicaron que el inóculo fue útil para acelerar el proceso de compostaje en residuos urbanos.

4. Degradación anaerobia de la FORSU en dos etapas

La digestión anaerobia de los residuos sólidos municipales en una sola etapa se ve afectada por la acumulación de ácidos grasos volátiles, por lo que inhibe la etapa metanogénica (Pavi *et al.*, 2017). El proceso de digestión anaerobia de dos fases se considera que es eficaz cuando se tratan residuos con alta carga orgánica ya que la hidrólisis se considera la etapa limitante (Shin *et al.*, 2001). Se compone de dos reactores separados, uno para la hidrólisis / acidogénesis y otro para la acetogénesis / metanogénesis (Koppar & Pullammanapallil, 2008). Esta separación física hace que sea posible superar el problema de las diferencias en las condiciones óptimas de actividad de los microorganismos y su cinética de crecimiento (Shin *et al.*, 2001) mediante la optimización de las condiciones que son favorables para el crecimiento de cada grupo de microorganismos en cada reactor (Cirne *et al.*, 2007) tales como bajos tiempo de retención hidráulico o de sólidos (TRH o TRS), producción y consumo de ácidos separados físicamente entre sí para mantener los niveles de pH adecuado en cada fase (Mata Alvarez, 2004), . Este tipo de separación de fases aumentaría la estabilidad del proceso, la cual no es posible en un proceso anaeróbico convencional, donde estos dos grupos de microorganismos se mantienen juntos en una sola fase en un delicado equilibrio (Demirel *et al.*, 2003).

Efecto de pH en la degradación anaerobia de la FORSU

El pH depende de la composición de los residuos y las condiciones medioambientales del proceso de digestión anaeróbica. Durante la digestión anaerobia en dos etapas, los dos procesos como acidificación y metanogénesis requieren que el pH este nivelado para obtener un proceso óptimo.

Varios autores sugieren que el pH óptimo para mejorar la actividad de las bacterias en la hidrólisis y acidogénesis está comprendido entre 5 y 6 (Converti *et al.*, 1999) o pH 4-6.5 (Yu *et al.*, 2002), 5.5 y 6.5 (Arshad, 2011); el pH y la temperatura afectan el crecimiento de microorganismos y la hidrólisis de la materia orgánica en partículas a las sustancias solubles (Kim 2003; Mahmud 2004). A bajos pH y alta concentración de lípidos puede también afectar la hidrólisis (Palenzuela Rollon, 1999). En la etapa de acetogénesis se puede llegar a la acumulación de grandes cantidades de ácidos orgánicos que producen pH debajo de 5, predominando más el ácido acético y butírico y a pH de 6 incrementan los AGV totales predominando principalmente butirato (Jian 2013). Por debajo de un pH 4 la actividad microbiana se reduce en menor degradación de sustrato y por lo tanto menos conversión de carbohidratos complejos, proteínas y lípidos. En la segunda etapa es importante amortiguar el pH para asegurar la producción de metano en el sistema por lo que se le adiciona un buffer (carbonato de sodio) (Rodríguez *et al.*, 2015).

5. Co-digestión de residuos ganaderos con residuos de naranja

La utilización de residuos cítricos en la co-digestión anaerobia podría contribuir a solucionar el problema de gestión de estos residuos en las zonas de elevada producción. Sin embargo, la presencia de aceites esenciales en la corteza (mayoritariamente en el flavedo) dificulta el proceso por su efecto inhibitorio. Estudios anteriores a escala de laboratorio (Lane, 1984) muestran que el efecto inhibitorio depende de la concentración de aceites esenciales, ya que se reduce este efecto cuando la concentración en el digestor baja de 0,075 g/L. La concentración de aceites esenciales puede reducirse aplicando pretratamientos al residuo de naranja. Existen datos sobre co-digestión anaerobia de estiércol de vacuno y restos del procesado de la naranja obtenidos en un estudio realizado a escala piloto en 1995 en India (Srilata *et al.*, 1995), en el que se estudiaba el efecto del pretratamiento con diferentes hongos sobre la producción de biogás. La experiencia se realizó en un reactor de mezcla completa de 1500 L (propiedad de Khadi and Village Industries Commission), inicialmente cargado con estiércol de vacuno, siendo progresivamente reemplazado por residuos del procesado de naranja. Se trabajó en rango mesofílico (30°C) y con un TRH de 25 días. Se observó que el pretratamiento realizado aumentó la biodegradabilidad de los compuestos poliméricos presentes y, de esta manera, el contenido en azúcares y proteínas. Una alimentación de residuos del procesado de naranja con un 8% (peso seco) de residuo pretratado, aumentó los niveles de producción de biogás, alcanzándose una producción de 500-600 m³ biogás/T SV (equivalente a 450 - 540 m³ biogás/T residuo de naranja).

Respecto al proceso de co-digestión de mezclas de residuo ganadero y residuos de naranja y en base a la información obtenida se ha detectado la necesidad de una mayor profundización en aspectos como los siguientes:

- El pretratamiento con hongos del residuo de naranja mejora la producción de biogás, pero sería interesante probar otros pretratamientos (térmicos, mecánicos).
- Optimización del proceso en cuanto a producción de biogás y contenido en metano: Influencia de la temperatura, relación DQO/N en la mezcla de residuos, velocidad de carga orgánica, carga de sólidos de la mezcla alimentada, tiempo de residencia hidráulico.
- Tipo de reactor más adecuado para la co-digestión.

6. Digestión Anaerobia de residuos sólidos en dos etapas

Cuando se tratan residuos sólidos con altas cargas orgánicas es recomendable hacer el proceso de la digestión anaerobia en dos fases, (Vavilin *et al.*, 2008). Este proceso se compone de dos reactores separados, uno para la hidrólisis y acidogénesis y otro para la acetogénesis y metanogénesis (Koppar & Pullammanapallil, 2008). Esta separación física hace posible evitar problemas de operación por la inhibición con amonio y AGV que se producen en altas concentraciones, ya que en cada uno se logran mantener las mejores condiciones para la actividad de los microorganismos fermentadores y metanogénicos y su cinética de crecimiento (Cirne *et al.*, 2007). Algunos de los parámetros que se pueden controlar son bajos tiempo de retención hidráulico o de sólidos (TRH o TRS), producción y consumo de ácidos separados físicamente entre sí para mantener los niveles de pH adecuado en cada fase (Mata Álvarez, 2003).

Este tipo de separación de fases aumenta la estabilidad del proceso, la cual no es posible en un proceso anaerobio convencional, donde estos dos grupos de microorganismos cohabitan en una sola fase, en un delicado equilibrio (Demirel *et al.*, 2003).

Antecedentes de los sistemas de digestión anaerobia en dos etapas

La fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos (FORSU) contiene entre un 15 y 20 % de sólidos volátiles fácilmente fermentables, con alrededor de 1 gDQO gSV⁻¹; por lo tanto es un sustrato adecuado para la digestión anaerobia en dos fases (Browne *et al.*, 2014; Ramírez *et al.*, 2014). La alimentación de los residuos sólidos, en cuanto a % ST en el reactor de hidrólisis y acidogénesis, en su variante de tratamiento en "seco" debe ser menor al 80% de humedad y en su variante en "húmedo", entre un 90% o más de agua (Shen *et al.*, 2013; Xu *et al.*, 2011; Tran *et al.*, 2012; Browne *et al.*, 2013, 2014). La tabla 1 resume las variantes de configuraciones de digestión anaerobia en dos fases, utilizada por varios equipos de investigadores. Los porcentajes de remoción de la fracción orgánica en general se describen entre un 30 - 90 %.

Tabla 6.1 Diferentes configuraciones de reactores utilizadas para la digestión anaerobia de la fracción orgánica de los Residuos Sólidos Urbanos (FORSU) en dos fases

Alimentación SV (g L ⁻¹)	1° etapa	2° etapa	VC _{SV} / η _{SV} ⁻¹	Y _{CH₄} SV ⁻¹	Referencia
202	LE	UASB	5.33/84	344	Browne <i>et al.</i> , 2014
140	LE	UASB	4/53	200	Ramírez <i>et al.</i> , 2014
109	LE	UASB	4/61	279	Rodríguez <i>et al.</i> , 2015
80	TA	TA	10/-	600	Shen <i>et al.</i> , 2013
47	TA	TA	10/63	440	Bo & Ping-Jing, 2014

VC_{SV} = Velocidad de carga de SV (g L⁻¹d⁻¹), η_{SV} = eficiencia de remoción SV (%), Y_{CH₄} SV⁻¹ = rendimiento de metano en la alimentación de SV (L kg⁻¹SV⁻¹_{alim}), LE = lecho escurrido, TA = tanque agitado

Las principales configuraciones reflejadas en la literatura de los reactores que tratan FORSU son: de lecho con lixiviación o "lecho escurrido" y reactores de tanque agitado; para la primera fase; y reactores UASB o de tanque agitado, para la metanogénesis. La mayoría de los procesos en seco utilizan reactores de lecho de lixiviación; mientras que en los procesos húmedos, se permiten hacer uso de reactores anaerobios de alto flujo, como los UASB (Browne *et al.*, 2014; Ramírez *et al.*, 2014).

Como se ha evidenciado, las configuraciones de reactores a tener en cuenta en un proceso de digestión anaerobia en dos etapas, son numerosas; las que en conjunto con el manejo de los parámetros operacionales podría ayudar a concebir un proceso eficiente de reducción de la carga orgánica aportada por la FORSU y con aprovechamiento de su capacidad energética; evitándose fallas operacionales durante el tratamiento.

Generalidades de la investigación

Objetivo general

Aprovechar la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos generados en la universidad Tecnológica de Nezahualcóyotl para la producción de biofertilizante y energía mediante el proceso de composteo y digestión anaerobia.

Objetivos específicos

- Realizar el muestreo y selección de la FORSU generadas en las cafeterías del campus para aplicar los diferentes tratamientos de acuerdo a su composición.
- Reducir el tamaño de partícula de los residuos de acuerdo al tratamiento seleccionado, mezclarlos con los estiércoles de vaca, cerdo y borrego, colocarlos en el compostero y biodigestor para la evaluación de los tratamientos.
- Evaluar los tratamientos aplicando la composta en los jardines del campus y el biogás en el laboratorio de química para seleccionar el mejor y aplicarlo a gran escala.

Hipótesis

Se generarán un mejorador de suelos y energía mediante el proceso de composteo y digestión anaerobia aplicándolo en el campus universitario para su aprovechamiento y así reducir la cantidad de estos.

Método Experimental

1. Muestreo de la FORSU

Se muestreo durante una semana la FORSU de las dos cafeterías del campus universitario, se colocaron en el piso y clasificaron las fracciones diariamente.

2. Caracterización de residuos cítricos y FORSU

Se seleccionaron las fracciones, se trituraron a través de un molino manual los de alimento, y con una trituradora de jardín los cítricos, con un tamaño de partícula entre 0.5 mm y 1 cm. La caracterización de cada lote se realizó en base a la determinación de los parámetros: pH, humedad, DQO, ST, SV y SF.

3. Co digestión

La experiencia se realizó en un reactor de 4L mezclando estiércol de vacuno, de cerdo y de borrego con residuos de naranja ya que es el más generado en las fracciones seleccionadas. Se trabajará a temperatura ambiente con un TRH de 25 días de acuerdo al procedimiento señalado en el siguiente punto, para el proceso de digestión anaerobia.

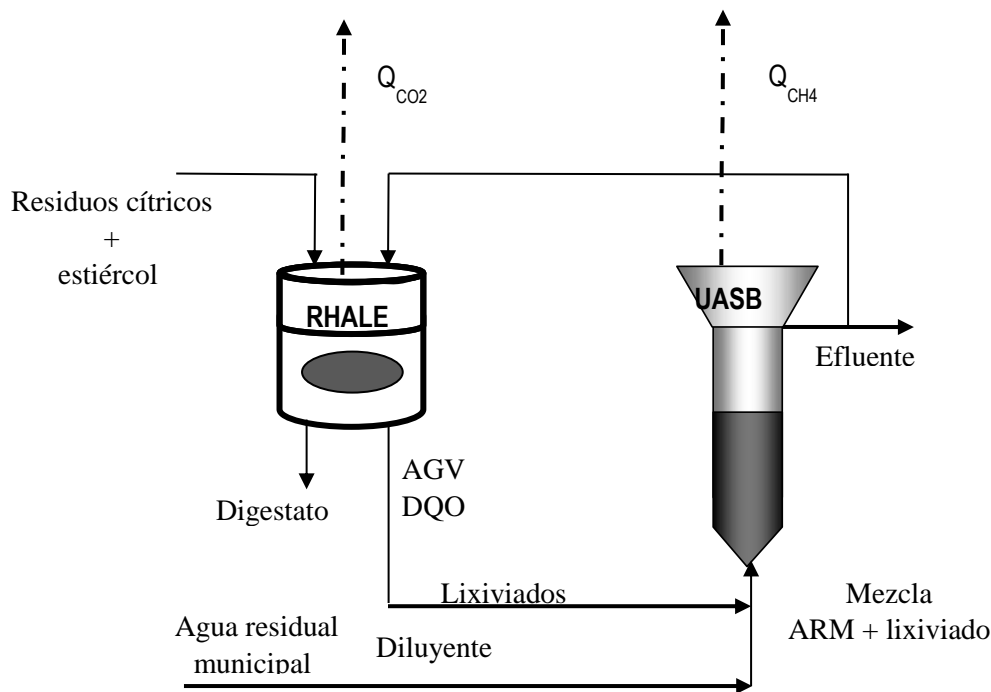
Reactor de lixiviación por lote

Para la primera fase (hidrólisis-acidogénesis) de residuos cítricos se utilizaron 4 reactores de acrílico de con un volumen útil de 4 L, equipado con orificios en la parte superior y una malla para retener los sólidos por la parte inferior. En el arranque del reactor los residuos serán triturados y alimentados al reactor (1 Kg) e inoculados con estiércol de vaca, cerdo y borrego colocando la misma cantidad de SV, además de un control (solamente cítricos).

En el caso de la fracción de alimentos, frutas y verduras se colocaron en otro reactor de 4 L sin inóculo. Diariamente se recolectará el lixiviado y se restablecerá la humedad en el sistema con un flujo de 125 mL/Kg de sólido.día del efluente del reactor metanogénico. El biogás será recolectado en una columna con salmuera ($\text{NaCl } 300 \text{ g L}^{-1}$ a pH 2). El reactor se incubo a temperatura ambiente y diariamente se retiraron los lixiviados producidos por la parte inferior. Este experimento servirá para conocer el comportamiento de la hidrólisis de los residuos de alimentos y los residuos cítricos, y se terminó cuando la concentración de la DQO en los lixiviados no presentan cambios significativos, es decir cuando el biosólido (digestato) se encuentre estabilizado.

El reactor hidrolítico anaerobio de lecho escurrido (RHALE) en continuo (figura 2), se alimentará con 0.5 Kg/d de FORSU e inoculada con 0.4 Kg de digestato proveniente del reactor en lote, descrito anteriormente y que presente los mejores resultados. El lixiviado será retirado diariamente del RHALE y alimentado con agua residual municipal a un reactor UASB con un volumen de 2.2 L a diferentes cargas orgánicas para la producción de metano. Se operará en las mismas condiciones del reactor en lote (pH, Sólidos, DQO, AGV, cantidad de efluente y biogás).

Figura 6.2 Reactor hidrolítico anaerobio de lecho escurrido alimentado en continuo (RHALE) y reactor UASB



4. Composteo

De los residuos de frutas y verduras se seleccionaron y se trituraron con un molino, se realizó la caracterización de los residuos a compostear: residuos de frutas y verduras, además de cítricos debido a que la gran cantidad generada diariamente, se determinaron parámetros como pH, humedad, C/N, y algunos nutrientes P, N, S.

Se colocaron en el suelo diferentes compostas con cítricos y con diferentes tipos de estiércol como son: de vaca, cerdo, y borrego para evaluar la eficiencia de degradación de los residuos y los nutrientes en la composta.

Y otra con los residuos de frutas y verduras sin presencia de estiércol.

El orden y la cantidad de cada uno de los componentes de la composta será la siguiente:

Una capa de tierra de 10 cm de tierra, 6 cm de residuos, 3 cm de estiércol, 5 cm de hojarasca, así sucesivamente hasta terminar en tierra.

Cubrir la composta durante 1 semana y monitorea la humedad y la temperatura durante esa semana, después se destapará y aireará traspaleando la composta para proporcionar oxígeno a la composta durante el tiempo que sea necesario hasta la degradación de la materia orgánica y se evaluarán la humedad, pH y degradación (visual). Al degradarse la materia orgánica se cernirá evaluará su calidad.

5. Métodos analíticos

El pH se determinará con un equipo potenciométrico HANNA HI 8424. La alcalinidad, DQO, ST, SV, serán determinados por métodos estandarizados (APHA, 2005). La DQO, en la FORSU fue determinada tomando un gramo de muestra molida y disuelta en 100 mL de agua destilada.

Para analizar los AGV del lixiviado se tomará una muestra de 1.5 mL y se centrifugará a 1120 G por 15 minutos. El sobrenadante obtenido se filtrará a través de un filtro de nitrocelulosa (millipore 0.45 μm), tomando una alícuota de 1 mL, aforándolo a un volumen de 50 mL con agua destilada. De esta dilución se tomará una alícuota de 950 μL , y se acidificará con 50 μL de HCl 2.2 M. La determinación de AGV se llevará a cabo en un cromatógrafo de gases HP 5890 con detector de ionización de flama (FID) con una columna capilar AT 1000 usando nitrógeno como gas acarreador a 5 mL min^{-1} , temperatura del detector e inyector de 200°C, con una rampa de 25°C min^{-1} .

El volumen generado de biogás en los reactores será determinado en una columna graduada con salmuera (NaCl , 300 g L^{-1}) y su composición será determinada usando un cromatógrafo de gases (GowMAC 580 series) con un detector de conductividad térmica (TCD) operando a las siguientes condiciones: Temperatura de la columna, detector e inyector: 140°C , 190°C , and 170°C , respectivamente con una rampa de $25^\circ\text{C min}^{-1}$. La columna esta empacada con Carbosphere 80/100, usando helio como gas de acarreo a una presión de 40 psi, un flujo de 25 mL.min^{-1} , y polaridad de 120 mA.

Para la determinación de humedad en los sólidos (residuos y estiércol) para la composta se aplicará la norma NMX-AA-16-1984, C/N la NMX-AA-67-1985, pH NMX-AA-25-1984. Para la determinación de los nutrientes se realizarán con técnicas gravimétricas.

Fósforo total por el método APHA 4500-P B 4 Digestión ácida con ácido sulfúrico y ácido nítrico, y APHA 4500-P C Fotometría con azul de molibdeno a 410 nm.

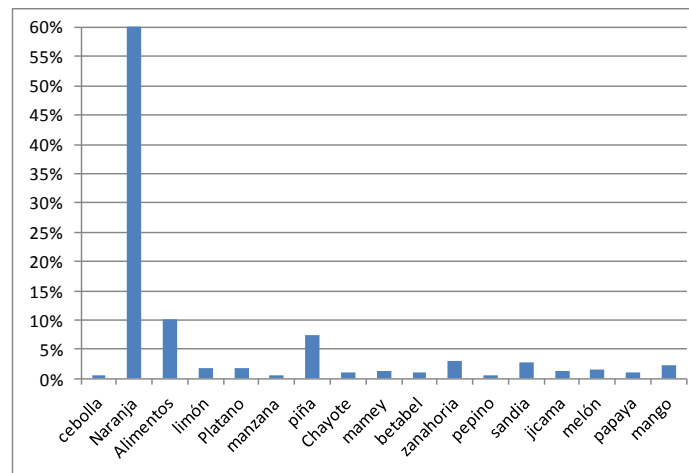
Nitrógeno amoniacal por el método APHA 4500-NH₃ D Destilación y neutralización. Basado en el método 4500N-C de APHA, AWWA y WCPF (1992).
Nitrógeno Kjeldahl Titulación Wieninger Digestión ácida con catalizador de selenio y posterior neutralización y titulación con H_2SO_4 0.02N.

Resultados

6. Muestreo de la FORSU

Se muestreo durante una semana la FORSU en las dos cafeterías del campus generado un promedio de 35 Kg/d, el porcentaje de cada fracción se muestran en la siguiente gráfica:

Figura 6.3 Composición de la FORSU



Como se observa el porcentaje mayor lo ocupan los residuos cítricos con un 69%, seguido por los de alimentos (10%), por lo que se plantearon diversos tratamientos para su aprovechamiento.

Selección y caracterización de las fracciones

Se seleccionaron cada uno de los residuos en diferentes fracciones y se pesaron diariamente como se muestran en la gráfica anterior y en la figura 6.3.

Figura 6.4 Selección de las fracciones

Después se trituraron y se seleccionó cada fracción para cada uno de los diferentes tratamientos.

Caracterización del inóculo (estiércol)

Se determinó la caracterización de los diversos tipos de estiércol para los tratamientos de cítricos por digestión anaerobia como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 6.2 Caracterización de los diferentes inóculos (estiércol)

	Vaca	Cerdo	Borrego
pH	10	7.2	8.5
ST	0.844	0.280	0.868
SV (g/g)	0.698	0.211	0.371
SF	0.144	0.069	0.489
%Humedad	15	72	13

Montaje de reactores

Se colocaron en los reactores (figura 6.4) las cantidades de estiércol y de residuos cítricos en relación a tener la misma aportación de SV en los inóculos, excepto para los residuos de alimentos y frutas y verduras que no se adicionó, ya que se ha comprobado por anteriores experimentos que no hay influencia del inóculo con respecto a la degradación de los residuos, quedando de la siguiente forma:

Tabla 6.3 Formulación de los experimentos

Experimento	FORSU (Kg)	Cítricos (Kg)	Estiércol (Kg)		
			vaca	cerdo	borrego
1		1	0.150		
2		1		0.495	
3		1			0.280
4	1		-	-	-

Con esta cantidad de estiércol se tienen 23.5 g sólidos volátiles en cada reactor con cítricos.

Figura 6.4 Montaje de reactores

Caracterización de las fracciones para cada uno de los tratamientos



En la tabla 4 se presentan las características de cada una de las fracciones de los residuos en cada uno de los reactores. Como se observa la humedad de las mezclas es muy diferente ya que algunos estiércoles como el de borrego estaban muy secos.

Tabla 6.4 Caracterización de las fracciones en los tratamientos

	Cítricos – estiércol de vaca (c-v)	Cítricos- estiércol de cerdo(c-c)	Cítricos-estiércol de borrego (c-b)	Cítricos (c)	Residuos de alimentos y frutas y verduras (F)
pH		5.20	8	4.10	6
ST(g/g)	0.237	0.611	0.868	0.237	0.380
SV (g/g)	0.207	0.597	0.371	0.207	0.360
SF (g/g)	0.030	0.114	0.491	0.030	0.020
%Humedad	76	39	13	76	62
DQO (g/g)	0.095	0.094	0.130	0.090	0.100

En cuanto a la humedad se observa que el contenido de cítricos y cítricos con estiércol de cerdo, está en lo reportado por Hernández *et al.*, (2008) que mencionan que un contenido entre 70% - 80%; es el óptimo para que se lleve a cabo la digestión anaerobia de residuos sólidos urbanos y es un factor muy importante para la degradación de los residuos ya que evita el desarrollo de zonas inactivas, sin embargo la escasez o el exceso de agua en los residuos puede inhibir las transformaciones bioquímicas de los residuos (Filipkowska & Agopsowicz, 2004).

Además, como se mencionó en la metodología se adicionó efluente del UASB para favorecer la hidrólisis y amortiguar el pH de acuerdo a la cantidad de materia orgánica en el reactor, y fue la siguiente: 144, 187, 160, 125, 125 mL/d en c-v, c-c, c-b, c, y F respectivamente. Diariamente se retiraba el lixiviado y se restauraba la humedad adicionando la cantidad antes mencionada, esta cantidad se adiciono debido a los resultados obtenidos en experimentos anteriores (Feria 2016).

Sólidos

En la tabla 6.5 se muestra las eficiencias de degradación en los sólidos de los diferentes tratamientos después de 28 días de operación, en este caso se operaron los reactores en lote, y de acuerdo a los resultados se seleccionará el mejor para realizarlo en continuo y obtener mayor cantidad de metano.

Como se puede observar el mayo de porcentaje de degradación en cuanto a SV esta en los experimentos de c-c, c, y F. Y en cuanto a DQO están c-c, cb, y F.

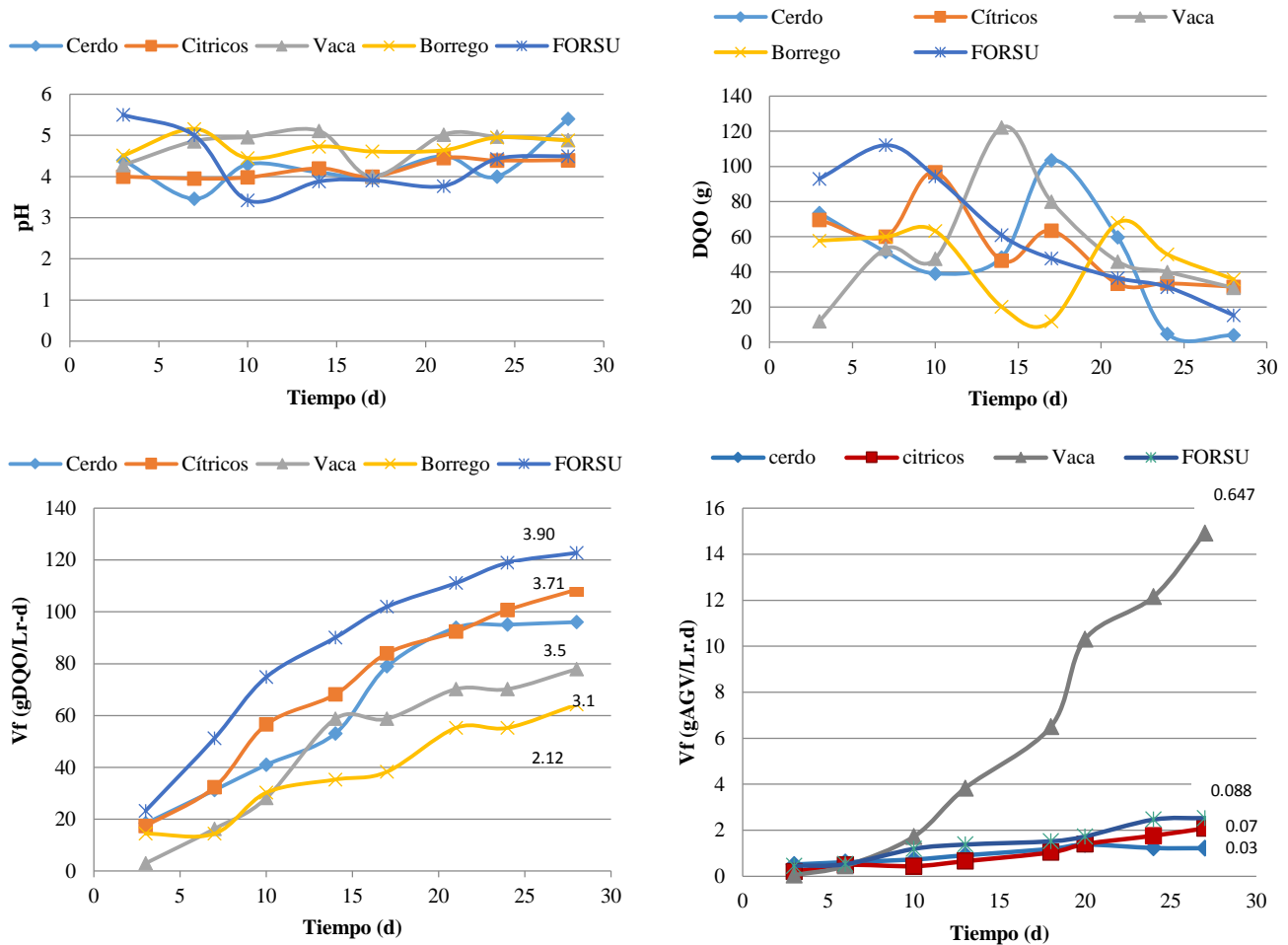
Tabla 6.5 Eficiencias de degradación en los sólidos

	Cítricos –estiércol de vaca (c-v)	Cítricos- estiércol de cerdo (c-c)	Cítricos-estiércol de borrego (c-b)	Cítricos (c)	Residuos de alimentos y frutas y verduras (F)
η_{SV}	25%	71%	31%	87%	74%
η_{DQO}	66%	71%	83%	34%	83%

Lixiviados

Con respecto a los lixiviados en la figura 5 se muestra el comportamiento con respecto a pH, DQO y ácidos grasos volátiles (AGV).

Figura 6.5 Comportamiento de los lixiviados durante el tiempo de experimentación



Se observa que el pH permanece en valores ácidos cercanos a 4, debido a las altas concentraciones de AGV provenientes de la acidogénesis cuyas especies en solución promueven la acidificación del lixiviado y del digestato. Esta tendencia en el pH es similar a lo descrito en otros estudios (Selvam *et al.*, 2010). En cuanto a la velocidad de formación de DQO y AGV la mayor es en la FORSU y en c-v respectivamente.

En cuanto a la composición de AGV se muestran en la tabla 6 en donde se observa que la mayor producción de AGV es en el experimento de c-v, pero es importante también visualizar que el ácido propionico es inhibidor de la metanogénesis lo que es importa evaluar este experimento por que se evaluarán los lixiviados en la segunda fase (producción de metano en el UASB).

Tabla 6.6 Composición de los AGV

	Cítricos (g)	Cítricos-vaca (g)	Cítricos-cerdo (g)	FORSU (g)
Acético	3.906	26.105	4.511	6.308
Propionico	4.427	20.487	3.972	2.756
Butirico	0.198	13.068	0.740	1.052
Isovalerico	-	-	-	0.240
Valerico	-	-	-	0.687
Caproico	0.349	2.714	-	0.124
Totales	8.8	62.37	9.223	11.635

UASB

En el UASB se colocaron 660 mL de lodo granular proveniente de una empresa de alimentos y se alimentó al reactor agua residual del campus para su estabilización después se le agregó el lixiviado del ensayo de estiércol de cerdo y vaca mezclado con agua residual a una velocidad de carga orgánica de 5 gDQO/L.d y a continuación los resultados obtenidos hasta el momento:

Tabla 6.7 Generación de biogás y eficiencia del reactor

	Biogás (L)	CH ₄ %	UASB η (%)
Cítricos	4.08	60	75
Cítricos-vaca	40	70	85
Cítricos-cerdo	5.13	65	89
Cítricos-borrego	4.5	60	80
FORSU	9	70	90

Como se muestra en la tabla anterior la mayor producción metano se da en el tratamiento de c-v, y está determinado por la cantidad de AGV generados.

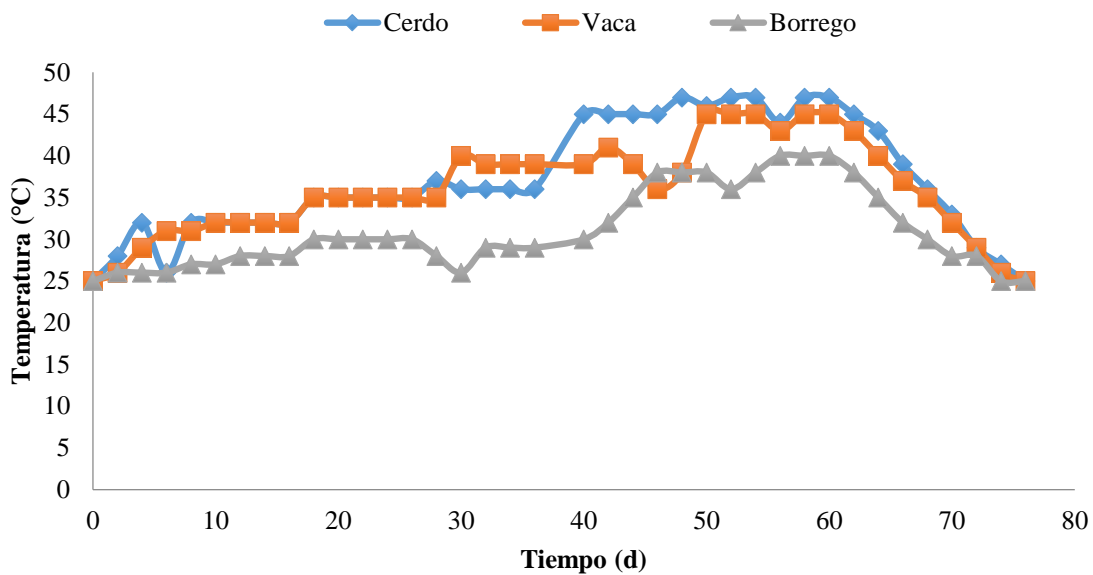
La composición de metano en el biogás obtenido hace posible que sea aprovechado como combustible, puesto que supera el 60 % necesario para que su capacidad energética se aproveche en numerosos usos, tales como: calefacción, cocción, combustión, etcétera.

Composta

Debido a la gran cantidad de cítricos se realizaron compostas con 17 Kg cada una los cítricos fueron triturados a un tamaño de 3 cm, se colocó una capa de tierra de 10 cm de tierra, 6 cm de residuos, 3 cm de estiércol, 10 cm de hojarasca, así sucesivamente hasta terminar en tierra figura 6.6.

Figura 6.6 Proceso de elaboración de composta

La temperatura se muestra en la Figura 6.7 y la humedad en las compostas y parámetros de pH, humedad, P₂O₅, Nitrógeno y Carbono se muestran en la tabla 6.8.

Figura 6.7 Evolución de la temperatura en las compostas**Tabla 6.8** Comparación de compostas

Composta	pH	Cenizas (%)	Humedad (%)	Carbono (%)	P2O5 (%)	Nitrógeno (%)
Cerdo	7.4	61	36	38	1.66	1.1
Vaca	8.33	25	33	75	3.52	2
Borrego	8.02	55	41	45	4.43	1.5

Todas las compostas entran dentro de los rangos óptimas como mejorador de suelos.

Conclusión

De acuerdo a la evaluación realizada de los sistemas se concluye que el mejor tratamiento para los residuos orgánicos generados dentro de la universidad es el composteo ya que se obtuvieron mejores degradaciones de estopor lo cual se decidió seguir con este tratamiento para controlar la generación de residuos dentro de la universidad, debido a que también en la digestión anaerobia se obtuvo como resultado una buena degradación pero una inhibición dentro del proceso por el alto contenido de ácido propiónico por lo cual no es óptima la generación de metano, de igual manera se descarta la digestión debido a que su operación y la purificación de biogás requiere de una alta inversión.

Referencias

- Al Seadi, T.; Owen, N.; Hellström, H.; Kang, H. (2013). Source separation of MSW: An overview of the source separation and separate collection of the digestible fraction of household waste, and other similar wastes from municipalities, aimed to be used as feedstock for anaerobic digestion in biogas plants. *IEA Bioenergy*.
- Alibardi, L.; Cossu, R. (2015). Composition variability of the organic fraction of municipal solid waste and effects on hydrogen and methane production potentials. *Waste management*. 36, 147—155.
- Buffiere, P.; Loisel, D.; Bernet, N.; Delgenes, J.P.; (2006). Towards new indicators for the prediction of solid waste anaerobic digestion properties. *Water science and technology*. 53 (8), 233-241.
- Cayuela M., Sánchez-Monedero M., Roig A. (2006) Evaluation of two different aeration systems for composting two-phase olive mill wastes. *Process Biochemistry* 41: 616-623.
- Cariello, M.; Castañeda, I.; Riobo, I.; González, J. (2007). Inoculante de microorganismos endógenos para acelerar el proceso compostaje de residuos sólidos urbanos. *Ciencia del suelo y nutrición vegetal*, (7), 26-35

- Cirne, D.; Lehtomäki, A.; Björnsson, L.; Blackall, L. (2007). Hydrolysis and microbial community analyses in two-stage anaerobic digestion of energy crops. *Journal. Applied Microbiology* (103) 516–527.
- Dede O., Köseoglu G., Özdemir S., Celebi A. (2006) Effects of organic waste substrates on the growth of *impatiens*. *Turk Journal. Agriculture* (30) 375-381.
- Fernández, E. (2004). Procedimiento para la purificación de biogás. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. *Publicación CU 23003 A1*. Oficina Cubana de la Propiedad Intelectual. Habana, Cuba. 18 p.
- Hansen, T.; Jansen, J.; Spliid, H.; Davidsson, A.; Christensen, T. (2007). Composition of sourcesorted municipal organic waste collected in Danish cities. *Waste management*. 27 (4) 510—518.
- Horikawa, M.; Rossi, F.; Gimenes, M.; Costa C.; Da Silva, M. (2004). Chemical absorption of H₂S for biogas purification. *Brazilian Journal Chemical Engineering* 3 (21), 415 -422
- Kulcu, R.; Yaldiz, O. (2004). Determination of aeration rate and kinetics of composting some agricultural wastes. *Bioresource technology* 93(1), 49-57.
- Maldonado L. (2006) Reducción y reciclaje de residuos sólidos urbanos en centros de educación superior. *Ingeniería* 10(1): 59-68.
- Nakasaki, K., Yaguchi, H., Sasaki, Kubota, H. (1992). Effects of C:N ratio on thermophilic. Composting of garbage. *Journal of fermentation and bioengineering* 73(1), 43-45.
- Nakasaki, K.; Yaguchi, H.; Sasaki, Y.; Kubota, H. (1993). Effects of pH control on composting of garbage. *Waste management & research*, 11(2), 117-125.
- Palmisano, A. C., Barlaz, M. A., (1996). *Microbiology of solid waste*. Edición ilustrada, CRC Press, Inc. EEUU.
- Pavi S., Kramer L. Gómez L., Miranda L. 2017. Biogas production from co-digestion of organic fraction municipal solid waste and fruit and vegetable waste. *Bioresource technology*. 228 363-367.
- Reinhardt, t. 2002. Organic acids as a decisive limitation to process dynamics during composting of organic matter. *Springer*.
- Reyna I. Rodríguez-Pimentel, Suyen Rodríguez-Pérez, Oscar Monroy-Hermosillo and Florina Ramírez-Vives. 2015. “Effect of organic loading rate on the anaerobic digestion of the municipal solid waste (OFMSW) in two-stage”. *Water Science and Technology*. 223, 383-390 doi: 10.2166/wst.2015.223.
- Sadaka, S.; El-Taweel, A. (2003). Effects of aeration and C: N ratio on household waste composting in Egypt. *Compost science & utilization*, 11(1), 36-40.
- Shin, H., (2001). Performance of UASB Reactor treating leachate from acidogenic fermenter in the two-phase anaerobic digestion of food waste. *Water Research*. 35, 14: 3441–3447
- Taherzadeh M y Karimi K (2008), Pretreatment of Lignocellulosic Wastes to Improve Ethanol and Biogas Production: A Review, *International Journal of Molecular Sciences* 9(9), 1621-1651
- Tuomela M.; Vikman, M.; Hatakka, A.; Itävaara M.; (2000) Biodegradation of lignin in a compost environment: a review. *Bioresource technology*, 72(2), 169-183.
- Valorga., (2015). Valorga Internationala. <http://www.valorgainternational.fr/> (última consulta 11-03-2018).

VALORGAS., (2010). Compositional analysis of food waste from study sites in geographically distinct regions of Europe. MTT Agrifood Research Finland (Maa Ja Elintarviketalouden Tutkimuskeskus). VALORGAS Project. Finland.
<http://www.valorgas.soton.ac.uk/deliverables.htm> (última consulta, 11-03-2018)

Viquez, J. (2010). Remoción del sulfuro de hidrógeno (H_2S (g))/ácido sulfhídrico (H_2S (aq)) en el biogás. ECAG N°53, 16-21.

Wei, Z.; Xi, B.; Zhao, Y.; Wang, S.; Liu, H.; Jiang, Y. (2007). Effect of inoculating microbes in municipal solid waste composting on characteristics of humic acid. *Chemosphere*, 68(2), 368-374.

Yu, H.W.; Samani, Z.; Hanson, A.; Smith, G., (2002). Energy recovery from grass using two-phase anaerobic digestion. *Waste Management.*, 22, 1–5.

Zeng, G.; Huang, H.; Huang, D.; Yuan, X.; Jiang, R.; Yu, M.; Yu, H.; Zhang, J.; Wang, R.; Liu, X. (2009). Effect of inoculating white-rot fungus during different phases on the compost maturity of agricultural wastes. *Process biochemistry*, 44(4), 396-400.

Zhang, R.; El Mashad H.; Hartman K.; Wang F.; Liu G.; Choate C. & Gamble P. (2007). Characterization of food waste as feedstock for anaerobic digestion. *Bioresource Technology* 98, 929-935

Diseño de un reactor biológico para biofertilizantes

Design of a biological reactor for biofertilizers

CANCINO-MENDEZ, Gianni†*, ROSALES-UC, Elsy, RUBIO-CAMARA, Erika y HERRERA-CHABLE, Francisco

Instituto Tecnológico Superior Progreso

ID 1^{er} Autor: *Gianny, Cancino-Mendez* / **ORC ID:** 0000-0002-9021-8905

ID 1^{er} Coautor: *Elsy, Rosales-Uc* / **ORC ID:** 0000-0002-0267-1380

ID 2^{do} Coautor: *Erika, Rubio-Camara* / **ORC ID:** 0000-0003-0282-8680

ID 3^{er} Coautor: *Francisco, Herrera-Chable* / **ORC ID:** 0000-0001-5269-1673

G. Cancino, E. Rosales, E. Rubio y F. Herrera

gcancino@itsprogreso.edu.mx

N. Zapata (Dr.). Ciencias agropecuarias y biotecnología. Proceedings-©ECORFAN-Mexico, 2019.

Abstract

The fundamental part of a biochemical process is the bioreactor where microorganisms are used to generate different biotechnological products. In the Technological Institute of Progress, bio-fertilizers have been produced in an artisanal way using containers of various materials and volumes. The foregoing has not allowed to standardize the method of elaboration and neither properly account for the production in this sense the design of a biological reactor for the production of anaerobic fermentation biofertilizers in solid state, using the solidworks software, the reactor was modeled considering different operating variables, said reactor is a cylindrical type with a capacity of 30 liters; Inside there is a tray that allows the solid part of the liquid to be separated. The latter is housed in the conical lower part where there is a drain valve for leachate, said tray is removable, which allows its easy handling and cleaning. The reactor has ports for the installation of sensors in the upper and lower part or for the installation of sight glasses, it is also provided with a cover with snap closure by means of jaws industrial. The material selected for its construction is stainless steel according to the pH of the process.

Bioreactor, Microorganisms, Anaerobic

Introducción

Según Najafpour, 2007 un biorreactor es el corazón de cualquier proceso bioquímico en el que se utilizan enzimas, microorganismos o sistemas de células vegetales para la fabricación de una amplia gama de productos biológicos útiles como son los biofertilizantes muy utilizados en la actualidad para disminuir el uso de los fertilizantes inorgánicos.

Existen diferentes tipos de fertilizantes orgánicos en este trabajo se refieren a los producidos por fermentación anaerobia (sin presencia de oxígeno) estos se producen comúnmente en biorreactores estos equipos biotecnológicos existen básicamente en tres formas de operación que está en función de cómo es alimentado el sustrato modo discontinuo o batch, modo continuo y modo semicontinuo o fed-batch.

La materia orgánica es la principal fuente de alimento de la biomasa en este tipo de procesos algunos factores que afectan su biodegradación para ser convertida en algún producto biotecnológico son: los nutrientes, el pH, factores vinculados a los sustratos, disponibilidad de agua y la temperatura los cuales se deben considerar al momento del diseño del biorreactor, también es importante considerar que todos los biofertilizantes producen gases, como producto de las reacciones que ocurren, pero especialmente los que se producen en condiciones anaerobias ya que generan abundante metano (CH_4) mezclado con otros gases, pero no son razón de estudio en esta investigación.

Es importante el estudio de cada una de las variables involucradas en el diseño del reactor biológico para poder obtener un modelo que permita que se lleve a cabo el proceso de fermentación anaerobia para la producción del producto biotecnológico.

En el Instituto Tecnológico Superior Progreso se han producido biofertilizantes de manera artesanal utilizando recipientes de diversos materiales y volúmenes lo anterior no ha permitido estandarizar el método de elaboración y tampoco contabilizar adecuadamente la producción por lo que se propone el diseño de un reactor biológico para producción de biofertilizantes por fermentación anaerobia para el modelado se utilizará el software solidworks.

En las pruebas anteriores los biofertilizantes obtenidos tienen la característica de utilizar entre otros sustratos las algas marinas, así como también microorganismos efectivos (EM) está comprobado que este tipo de microorganismos al ser aplicado a suelos mejora su fertilidad; lo anterior también resulta relevante para el diseño del reactor biológico.

Marco Teórico

Los tipos de biorreactores más utilizados según la Oficina de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología (OECT) de la organización de los estados Americanos, 2006 en su publicación Microbiología Industrial indica que son el tipo tanque agitado y el “air lift” en el primero la agitación se realiza mecánicamente mediante un eje provisto de turbinas accionado por un motor, tiene sistema de inyección de aire para la distribución del O₂, normalmente cuentan con un sistema de control de temperatura mediante una camisa por donde circula agua y el tanque es de acero inoxidable. Para el caso del tipo “air lift” el mismo aire inyectado permite la agitación.

En las reacciones biológicas los microorganismos actúan como reactores al sintetizar la materia orgánica y las enzimas como catalizadores que aumentan la velocidad de la reacción en comparación con lo que ocurriría en un ambiente natural todo esto con la finalidad de lograr productos de interés biotecnológico (CONICET, 2014).

El diseño del reactor biológico debe ser tal que asegure homogeneidad entre los componentes del sistema y condiciones óptimas para el crecimiento microbiano y la obtención del producto deseado, los criterios más importantes para el diseño de un biorreactor pueden resumirse del siguiente modo dependiendo del tipo de biorreactor y la fermentación a utilizar (Mitchell et al., 1992):

1. El tanque debe diseñarse para que funcione asépticamente durante numerosos días, para evitar la aparición de contaminantes en las operaciones de bioprocesos de larga duración.
2. El consumo de energía debe de ser el mínimo posible.
3. Entradas para la adición de nutrientes y el control de pH.
4. El crecimiento microbiano es generalmente exotérmico, por lo que, el biorreactor debe facilitar la transferencia de calor, del medio hacia las células y viceversa, a medida que se produce el crecimiento celular, además de mantener estable la temperatura deseada.
5. Mantener las células uniformemente distribuidas en todo el volumen de cultivo.
6. El diseño debe ser tal que permita mantener el cultivo puro; una vez que todo el sistema ha sido esterilizado y posteriormente inoculado con el microorganismo deseado.
7. Debe maximizar el rendimiento y la producción
8. Debe minimizar el gasto y los costos de producción
9. Reducir al máximo el tiempo de retención.

Por otro lado es importante considerar factores que son atribuibles al microorganismo tales como crecimiento y tasa de división celular. Por eso, lo primero que se define en el diseño de un biorreactor es el propósito para el cual se va a utilizar.

Los biorreactores comúnmente tienen las siguientes características generales:

- El diseño de los biorreactores es cilíndrico.
- Los biorreactores varían de tamaños de escala laboratorio hasta llegar a dimensionarse en metros cúbicos (industriales).
- La mayoría de los biorreactores son de acero inoxidable.

Los fabricantes de biorreactores a nivel industrial usan sensores, controladores y un sistema de control y almacenamiento de datos para su adecuado monitoreo que permite observar el proceso en forma continua tan frecuente como se desee.

Metodología a desarrollar

Las variables que se consideraron para el adecuado diseño y selección de materiales del reactor biológico son muy variadas pero igual de importantes entre ellas.

El tiempo de retención

La obtención del producto puede variar según la forma de preparación, la estación del año (temperatura) o los materiales utilizados. También es importante mencionar que la distribución de la materia orgánica, la disponibilidad de los nutrientes y el grado de humedad del medio sólido repercuten en el tiempo para la obtención del producto final.

Tipo de fermentación

Existen básicamente dos tipos de fermentación la aerobia y la anaerobia, los biofertilizantes producidos en procesos anaerobios presentan una fase ácida donde se generan ácidos orgánicos con rangos de operación entre 6.7 y 7.5 de pH con límites hasta de 6.5 a 8.0 de pH. (Varnero, 2011).

Tipo de Microorganismos

Los microorganismos pueden clasificarse de acuerdo a su temperatura óptima de crecimiento en hipertermófilos, termófilos, mesófilos y psicrófilos es importante seleccionar a los microorganismos de acuerdo a la temperatura ambiente del lugar donde se va encontrar el reactor o en su caso suministrar de elementos que permitan controlar el ambiente donde se desarrollaran los microorganismos (Ramírez, 2006).

Las bacterias que intervienen en un proceso anaerobio pasan por diferentes reacciones metabólicas complejas como es la hidrólisis en esta etapa las macromoléculas de los nutrientes se degradan en compuestos más sencillos; los carbohidratos a monosacáridos, los lípidos a oligosacáridos y las proteínas a aminoácidos y polipéptidos (Andrade, 2017).

Durante el proceso anaeróbico existe una fase ácida donde se pueden formar el ácido láctico o ácido acético y otros ácidos según el tipo de microorganismo presente el pH puede bajar a valores entre 3.8 a 5.0 (Oude, 2001).

Tipo de sustrato

Las macromoléculas naturales tales como proteínas, carbohidratos, celulosa, etc. son comúnmente utilizados como materias primas para la producción de biofertilizantes.

Tamaño de la presentación del sustrato.

Es muy importante considerar el tamaño en que se agregan los sustratos al reactor ya que se puede presentar una ventaja al aumentar la superficie para la descomposición microbiológica.

Tipo de alimentación al reactor

Existen básicamente tres tipos de reactores según su alimentación discontinuo o batch, modo continuo y modo semicontinuo o fed-batch.

Limpieza y desinfección

Es importante la adecuada elección de los materiales y el adecuado desmontaje de los internos del reactor de tal forma que faciliten su limpieza.

Instrumentación y control

El hardware utilizado en biorreactores son normalmente sensores que permiten almacenar información a través de un sistema de adquisición de datos normalmente a un biorreactor se le miden pH, humedad, temperatura principalmente.

Agitación

La agitación en un reactor es un factor esencial y de acuerdo al tipo de proceso puede ser mecánica o neumática.

Tamaño

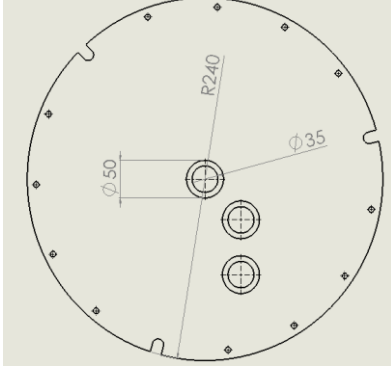
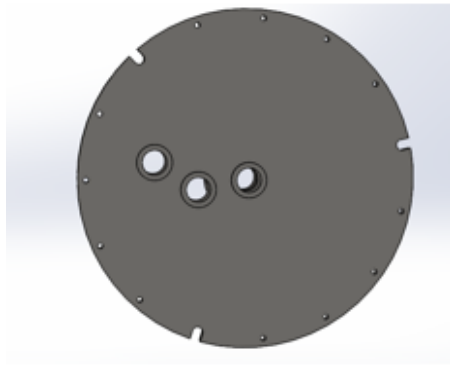
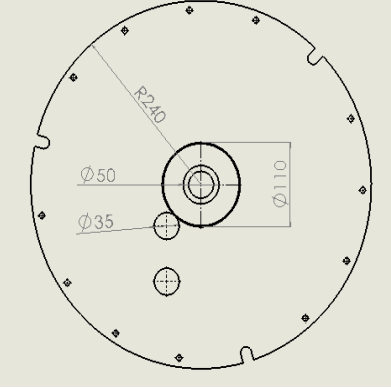
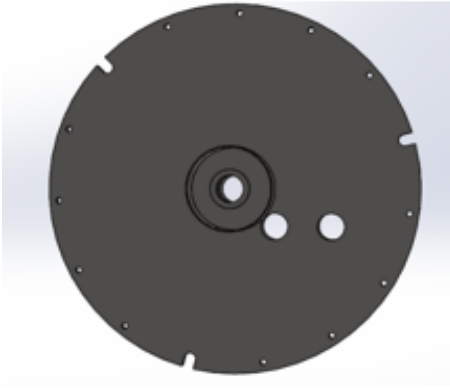
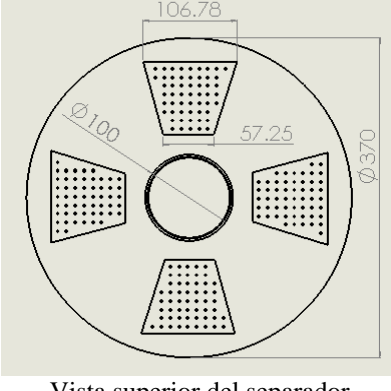
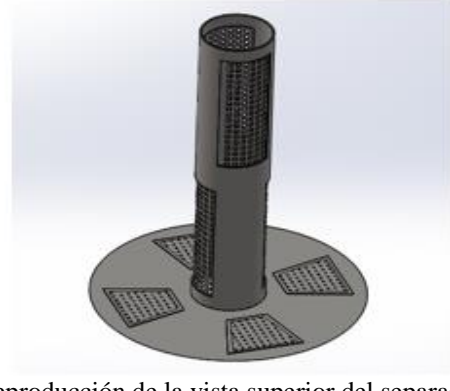
El tamaño de los reactores según su uso o estudio pueden ser nivel laboratorio, planta piloto o tamaño industrial.

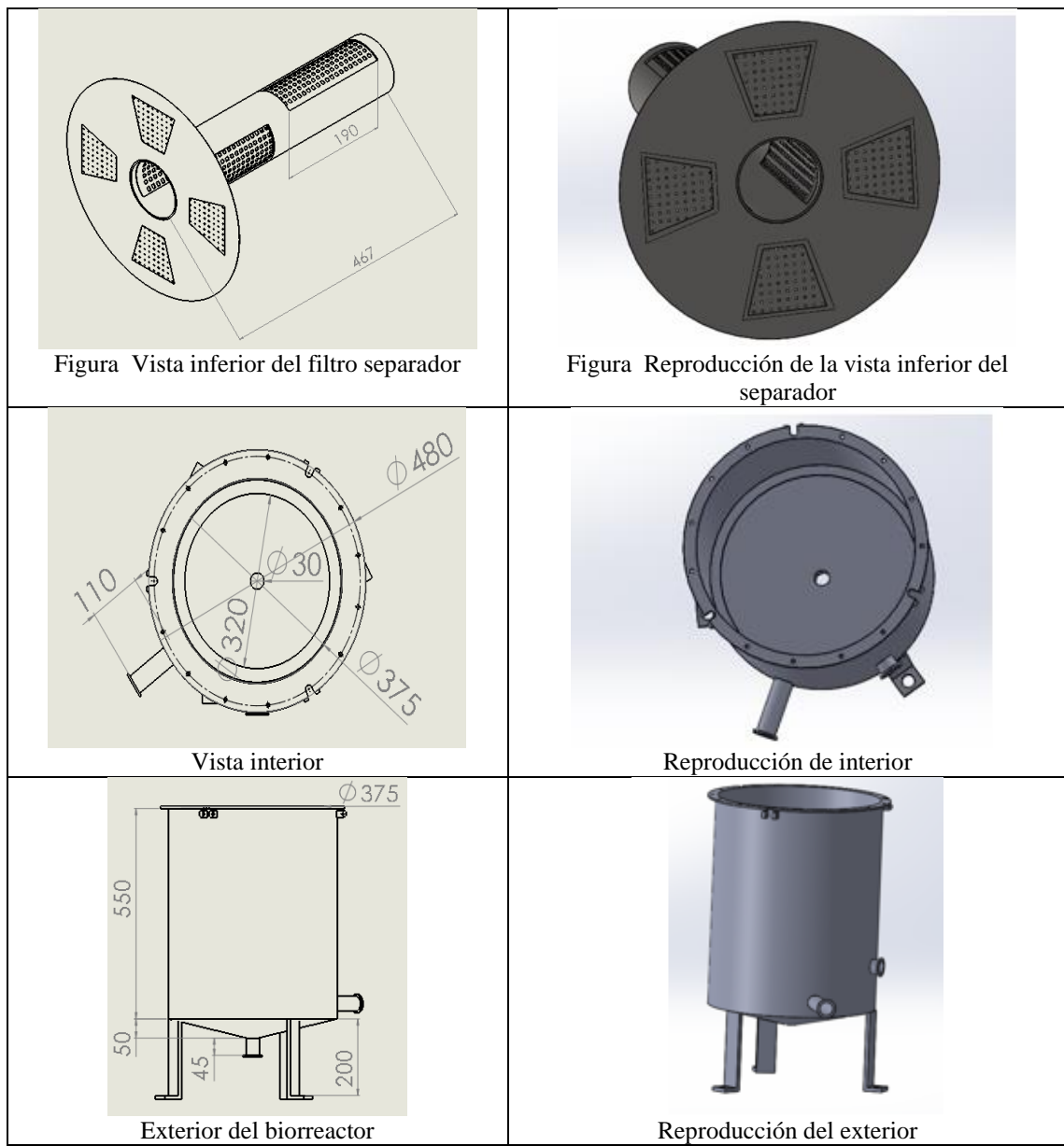
Una vez consideradas las variables anteriormente descritas se procedió al diseño y modelado en el software Solidworks.

Resultados

Usando el software solidworks para modelar el biorreactor y siguiendo las especificaciones de las variables se obtuvo el siguiente modelo.

Tabla 7.1 Diseño del bioreactor

Medidas	Diseño en solidWorks
 <p>Vista superior de la tapa</p>	 <p>Reproducción de la vista superior de la tapa</p>
 <p>Vista inferior de la tapa</p>	 <p>Reproducción de la vista inferior de la tapa</p>
 <p>Vista superior del separador</p>	 <p>Reproducción de la vista superior del separador</p>



Fuente: Elaboración propia

En las figuras anteriores se observa paso o paso la elaboración del diseño el solidworks y posteriormente se construyó el prototipo.

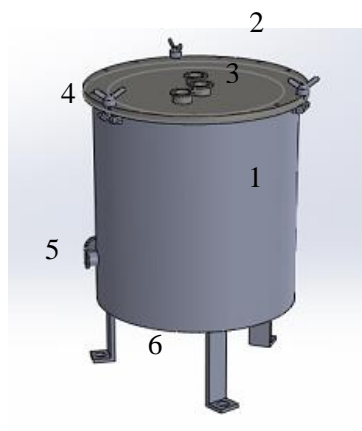
Figura 7.1 Reactor biológico vista de frente



Fuente: Elaboración propia

Figura 7.2 Separador del reactor biológico

Fuente: Elaboración propia

Figura 7.3 Descripción del biorreactor vista frontal

Fuente: Elaboración propia

Reactor biológico tipo cilíndrico con capacidad de 30 litros (1); en su interior se encuentra una charola que permite separar la parte sólida de la líquida ésta última se aloja en la parte inferior cónica donde se encuentra una válvula de drenaje para el lixiviado (6), dicha charola es desmontable lo que permite su fácil manejo y limpieza así mismo el reactor cuenta con puertos para instalación de sensores en la parte superior (3) e inferior (5) o para instalación de mirillas, está provisto también de una tapa (2) con cierre a presión mediante mordazas (4).

Anexos

Tablas y fuentes adecuadas.

Agradecimiento

Este trabajo se realizó en el marco del proyecto Aprovechamiento sustentable del alginato para la producción de biofertilizantes a partir de un bioreactor, gracias al apoyo prestado por el Tecnológico Nacional de México.

Conclusiones

El diseño del reactor biológico se llevó a cabo con éxito se realizó el modelado en solidworks posteriormente se construyó en material de acero inoxidable y se realizaron pruebas de hermeticidad, sin embargo, es importante mencionar que el conocimiento generado en esta investigación, respecto a los reactores biológicos para fermentación anaerobia para la producción de biofertilizantes, constituye sólo un primer paso en la implementación de éstos a una mayor escala.

Referencias

Najafpour, G.D. (2007) Sterilisation. *Biochemical Engineering and Biotechnology*, Elsevier, Netherlands, 342-350. doi:10.1016/B978-044452845-2/50015-X

CONICET, (2004) Consejo Nacional de Investigación Científica y Tecnológica, capítulo 8, Universidad Nacional del Sur. Buenos Aires, Argentina.
<http://www.criba.edu.ar/cinetica/reactores/CAPITULO%208.pdf>

Mitchell, D., Lonsane, B., Durand, R., Renaud, S., Maratray, J., Desgranges, C., Crooke, P., Hong, K., Tanner, R., Malaney, G. (1992). General principles of reactor design and operation for solid substrate cultivation. In Rolz (Ed.), *Solid substrate cultivation*. Elsevier Applied Science. Amsterdam, pp. 115-139.

Varnero, M. (2011), *Manual de Biogas*, FAO. Santiago de Chile.

Ramírez, N. (2006), Microorganismos extremófilos. Actinomicetos halófilos en México, *Revista Mexicana de Ciencias Farmaceuticas*. Mexico.

Oude, S.J.W.H. (2001), *Los procesos de fermentación del ensilaje y su manipulación*, FAO. Haren, Holanda

Germinación de semillas de tomate y pepino con un biofertilizante obtenido de un bioreactor tipo Bokashi

Germination of tomato and cucumber seeds with a biofertilizer obtained from a Bokashi type bioreactor

HERRERA-CHALÉ, Francisco Gilberto*, ROSALES-UC, Elsy María, RUBIO-CÁMARA, Erika Haydee y CANCINO-MÉNDEZ, Gianni Melina

Instituto Tecnológico Superior Progreso

ID 1^{er} Autor: *Francisco Gilberto Herrera-Chalé* / **ORC ID:** 0000-0001-5269-1673, **CVU CONACYT ID:** 99410

ID 1^{er} Coautor: *Elsy María, Rosales-Uc* / **ORC ID:** 0000-0002-0267-1380

ID 2^{do} Coautor: *Erika Haydee, Rubio-Cámara* / **ORC ID:** 0000-0003-0282-8680

ID 3^{er} Coautor: *Gianni Melina, Cancino-Méndez* / **ORC ID:** 0000-0002-9021-8905

F. Herrera, E. Rosales, E. Rubio y G. Cancino,

fherrera@itsprogreso.edu.mx

N. Zapata (Dr.). Ciencias agropecuarias y biotecnología. Proceedings-©ECORFAN-Mexico, 2019.

Abstract

This document presents the study of possible biofertilizers of tomato and cucumber seedlings, two products obtained in a Bokashi type bioreactor: compost and leaching; both biofertilizers were compared with two commercial fertilizers: bayfolan and nitrofos. The concentrations used for the evaluations were 1.25, 2.5, 5 and 10% and the number of sprouted plants was quantified after 4 days of experimentation. In the comparison of the compost with the nitrofos fertilizer it was observed that the germination of the seeds we study had a greater development in both, number and size, when using the compost. By the other way, when comparing leachate with bayfolan, it was observed that the application of leachate to seeds favored germination compared to commercial bayfolan fertilizer. According to the results obtained in this investigation, we can conclude that both, the compost and the leachate obtained from a Bokashi type bioreactor act as good biofertilizers compared to commercial fertilizers.

Biofertilizantes, Bokashi, Composta, Lixiviado

Introducción

La agricultura es una parte importante en el mundo debido a que cada vez somos más, es una actividad de gran importancia estratégica como base fundamental para el desarrollo autosuficiente y riqueza de las naciones, tiene un gran impacto en el medio ambiente. En los últimos años, algunos aspectos de la agricultura intensiva a nivel industrial han sido cada vez más polémicos. La creciente influencia de las grandes compañías productoras de semillas y productos químicos y las procesadoras de comida preocupan cada vez más tanto a los agricultores como al público en general. El efecto desastroso sobre el entorno de la agricultura intensiva ha causado que varias áreas anteriormente fértiles hayan dejado de serlo por completo. Una estrategia para evitar estos daños en la agricultura es utilizar fertilizantes orgánicos que ayuden a la mayor producción de cultivos sustentables con mejor calidad y que no ocasionen daños al medio ambiente.

Un biofertilizante es una preparación que contiene células vivas o latentes provenientes de cepas eficientes de microorganismos que aceleran los procesos microbianos del suelo mejorando la asimilación de nutrientes por parte de las plantas. El uso de biofertilizantes es importante, pues estos suplen o complementan el aporte de los fertilizantes minerales, los cuales, a pesar de resultar beneficiosos, se ha comprobado que causan daños al ambiente (como la acidificación de los suelos por el uso excesivo de fertilizantes nitrogenados). Existen distintos tipos de biofertilizantes, como los abonos y la composta, así como aquellos que incluyen inoculantes microbianos y otros derivados de subproductos agrícolas y animales.

La composta es un biofertilizante eficaz a la hora de brindar beneficios a los suelos agrícolas; este producto estable y libre de patógenos y semillas se obtiene a través de un proceso biológico de descomposición por medio de altas temperaturas. Los aportes biológicos y químicos del abono y la composta se ven reflejados en el mejoramiento de las condiciones físicas de los suelos, que aumentan la calidad de los cultivos.

Algunos subproductos de origen animal y vegetal son utilizados como biofertilizantes, entre sus ventajas cabe destacar que son biodegradables y se ha demostrado que su procesamiento es de bajo costo (Gousterova, *et al*, 2008). Los biofertilizantes se obtienen a través del procesamiento de estos subproductos mediante el compostaje. Su uso y resultados han demostrado que pueden reemplazar la aplicación de fertilizantes minerales (Brosius, *et al*, 1998). Los biofertilizantes vegetales se caracterizan por sus notables aportes de nitrógeno, fósforo, potasio y materia orgánica. El resultado final de su uso en los cultivos no dista del que se obtiene con fertilizantes de origen mineral (Herencia, *et al*, 2007).

Los biofertilizantes a base de extractos de algas marinas son materiales bioactivos naturales solubles en agua que promueven la germinación de semillas e incrementan el desarrollo y el rendimiento de cultivos (Norrie y Keathley, 2005). Los extractos de algas marinas se usan como suplementos nutricionales, bioestimulantes o biofertilizantes en la agricultura y horticultura (Hernández-Herrera *et al.*, 2014). El uso de extractos de algas marinas como biofertilizantes permite la sustitución parcial de fertilizantes minerales convencionales (Sathya *et al.*, 2010;), y también como extractos líquidos, aplicados en forma foliar o granular (polvo), como mejoradores del suelo y abono (Lingakumar *et al.*, 2004).

La aplicación al suelo y follaje de extractos de algas marinas, como biofertilizantes al suelo y follaje aumenta el rendimiento y la calidad de la cosecha de diversos cultivos, lo cual está relacionado con un aumento en la tasa de fotosíntesis de las plantas.

Rosales, *et al* en el 2019 en sus estudios con el aprovechamiento sustentable de las algas marinas para la producción de composta tipo Bokashi, reporta la composta obtenida como un posible biofertilizante ya que presentó una cantidad de fósforo de 1019.10 mg/kg, potasio de 1428.43 mg/kg y una relación C/N de 77.39 y Cancino *et al*, 2018 en sus estudio la inocuidad en los biofertilizantes como un factor de la calidad para su uso en la agricultura orgánico, reporta un lixiviado con ausencia en el indicador Salmonella e indicadores de coliformes fecales y totales por debajo del límite máximo permitido según la norma de referencia NOM-004-SEMARNAT-2002 y su posible uso en la agricultura orgánica o convencional.

Por lo anterior el objetivo del siguiente estudio fue evaluar la efectividad de la composta y lixiviado obtenidos de un biorreactor tipo Bokashi, sobre la germinación de semillas de tomate y pepino.

Metodología a desarrollar

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

Las semillas de tomate y pepino se sembraron en dos tipos de biofertilizantes (composta y lixiviado) en diferentes concentraciones y se compararon con dos fertilizantes comerciales Nitrofos y Bayfolan.

a) Composta

Preparación de concentraciones

Se utilizó tierra como control, biofertilizante obtenido de un biodigestor tipo Bokashi y fertilizante comercial Nitrofos, de acuerdo a las siguientes concentraciones:

	1.25 %	2.5 %	5 %	10 %
Biofertilizante/Fertilizante (g)	1.25	2.5	5	10
Tierra (g)	98.75	97.5	95	90

Germinación de las semillas

Se colocaron 10 semillas en cada uno de los semilleros con la respectiva cantidad de tierra (3 semilleros por cada concentración). Se mantuvo hidratado el semillero durante 4 días.

a. Lixiviado

Preparación de diluciones

Se utilizó agua destilada como control, el lixiviado obtenido de un bioreactor tipo Bokashi y un fertilizante comercial llamado Bayfolan con las siguientes concentraciones porcentuales:

	1.25 %	2.5 %	5 %	10 %
Lixiviado/Bayfolan (ml)	1.25	2.5	5	10
Agua (ml)	98.75	97.5	95	90

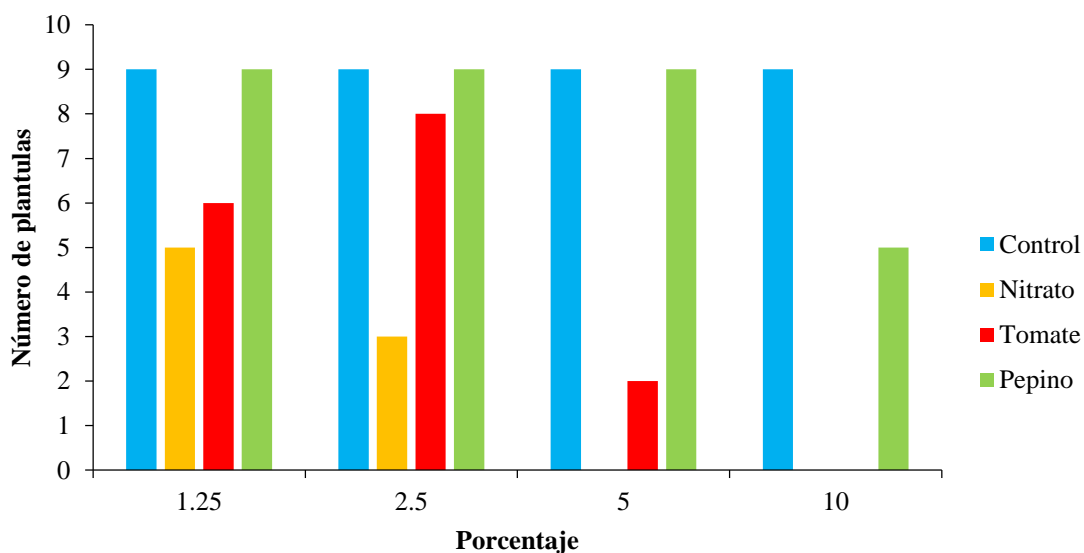
Germinación de las semillas

Se colocaron 10 semillas en cada una de las soluciones preparadas, durante 1 hora, con agitación. Posteriormente se transfirieron las semillas a una caja Petri de plástico con papel filtro húmedo en el fondo, cada concentración se realizó por triplicado (3 cajas por cada concentración). Se verifico que papel siempre este húmedo durante 4 días.

Resultados

En la figura 8.1 podemos observar el efecto que tuvo la aplicación de un biofertilizante obtenido del bioreactor tipo bokashi y un biofertilizante comercial (nitrofos) en la germinación de semillas de tomate y pepino, en concentraciones de 1.25, 2.5, 5 y 10 % respectivamente y utilizando tierra como control. El biofertilizante comercial tuvo un efecto negativo sobre la germinación. Las semillas de pepino germinaron en mayor cantidad con el lixiviado a las concentraciones de 1.25, 2.5 y 5 %, mientras que la mayor cantidad de semillas germinadas de tomate se obtuvo a una concentración de 2.5 %. La germinación de semillas de tomate mostro un decremento conforme aumento la concentración del lixiviado, siendo nula la germinación a una concentración del 10%.

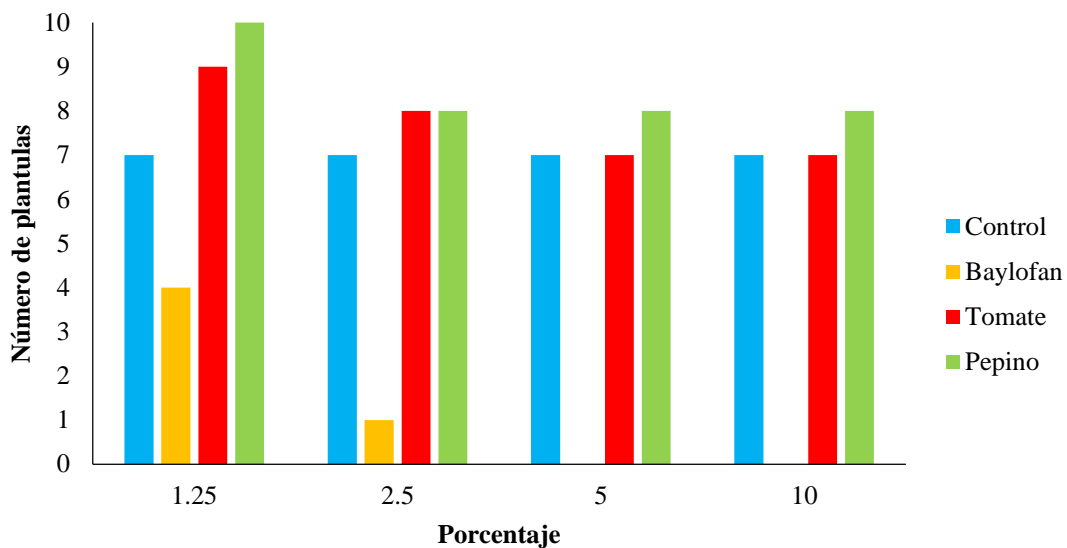
Figura 8.1 Germinación de semillas de tomate y pepino con biofertilizantes polvo (composta y Nitrofos)



Rodriguez Dimas Norma realizó un estudio cuyo propósito fue evaluar el té de compost como fertilizante orgánico para la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en invernadero. Durante el otoño-invierno 2005-2006 se evaluaron los cultivares de tomate Granitio y Romina en tres tratamientos de fertilización: F1 = arena + solución nutritiva inorgánica; F2 = arena + té de compost y F3 = mezcla de arena + compost (relación 1:1; v/v) + té de compost diluido (relación 1:3; v/v, té de compost: agua de la llave). Los seis tratamientos se distribuyeron en un diseño completamente al azar. El rendimiento y la calidad de tomate no fueron afectados por los tratamientos de fertilización ($P \leq 0.01$). El rendimiento promedio del cultivar Granitio de 229 Mg ha^{-1} fue superior ($P \leq 0.01$) al promedio de 189 Mg ha^{-1} genotipo Romina. Al no haber diferencias en rendimiento entre las fuentes orgánicas e inorgánicas de nutrientes, el té de compost puede ser considerado como un fertilizante alternativo para la producción orgánica de tomate en condiciones de invernadero.

En la figura 8.2 podemos observar el efecto que tuvo la aplicación de un lixiviado y un biofertilizante comercial (bayfolan) en la germinación de semillas de tomate y pepino, en concentraciones de 1.25, 2.5, 5 y 10 % respectivamente y utilizando agua como control. El Bayfolan tuvo un efecto negativo sobre la germinación posiblemente al ser una aplicación directa sobre las semillas a pesar de utilizar diluciones muy bajas. Tanto las semillas de tomate y pepino mostraron un decremento en la cantidad de semillas germinadas al aumentar la concentración. La mayor germinación de semillas se consiguió con la aplicación del lixiviado a una concentración de 1.25 % tanto para semillas de tomate y pepino, las semillas de pepino germinaron en mayor cantidad.

Figura 8.2 Germinación de semillas de tomate y pepino con biofertilizantes líquidos (Lixiviado y Bayfolan)



Agradecimientos

Al Proyecto financiado por el Tecnológico Nacional de México, 2017, clave 481.17-PD “Aprovechamiento sustentable del alginato para la producción de biofertilizante a partir de un biorreactor”, por proporcionar la composta y lixiviado derivados de este estudio como materia prima para llevar a cabo esta investigación.

Conclusiones

El uso de la composta en concentraciones de 1.25, 25 y 5 % posibilita la germinación de semillas de pepino, mientras que para semillas de tomate la concentración de 2.5 % es la más idónea.

El uso del lixiviado en la germinación de semillas de tomate y pepino en todas las concentraciones evaluadas tuvo un buen resultado siendo el mejor a una concentración de 1.25 %.

Tanto la composta como el lixiviado obtenidos de un biorreactor tipo Bokashi son buenos biofertilizantes ya que mostraron una mejor germinación con respecto a fertilizantes comerciales.

Se sugiere realizar un estudio con mayor duración para evaluar el efecto de estos biofertilizantes sobre el crecimiento y la producción de frutos, tanto de estas especies como de otras diferentes.

Referencias

Brosius, M. R., Evanylo, G. K., Bulluck, L. R., y Ristaino, J. B. (1998). Comparison of commercial fertilizer and organic by-products on soil chemical and biological properties and vegetable yields. En S. Brown, J. S. Angle y L. Jacobs (Eds.), *Beneficial Co-Utilization of Agricultural Municipals and Industrial By-Products* (pp. 195-202).

Cancino, m. G. Rosales, u. E y Herrera, c. F. 2018. La inocuidad de lixiviados de biofertilizantes factor de calidad para uso en agricultura orgánica. *Revista del centro de graduados e Investigación. Instituto tecnológico de Mérida*. Vol. 33(72): 121-125. ISSN 0185-6294

Gousterova, A., Nustorova, M., Christov, P., Nedkov, P., Neshev, G., y Vasileva-Tonkova, E. (2008). Development of a biotechnological procedure for treatment of animal wastes to obtain inexpensive biofertilizer. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, 24(11), 2647-2652. doi: 10.1007/s11274-008-9788-1

- Herencia, J. F., Ruiz-Porras, J. C., Melero Sánchez, S., Morillo González, E. y Maqueda Porras, C. (2007). Comparison between organic and mineral fertilization for soil fertility levels, crop macronutrient concentrations, and yield. *Agronomy Journal*, 99, 973-983. doi: 10.2134/agronj2006.0168
- Hernández-Herrera, R. M., F. Santacruz-Ruvalcaba, M. A. Ruizlópez, J. Norrie, and G. Hernández-Carmona. 2014. Effect of liquid seaweed extracts on growth of tomato seedlings (*Solanum lycopersicum* L.). *J. Appl. Phycol.* 26(1): 619-628.
- Lingakumar, K., R. Jeyaprakash, C. Manimuthu, and A. Haribaskar. 2004. Influence of *Sargassum* sp. Crude extract on vegetative growth and biochemical characteristics in *Zea mays* and *Phaseolus mungo*. *Seaweed Res. Utilisation* 26(1): 155–160.
- Norrie, J. and J. P. Keathley. 2005. Benefits of *Ascophyllum nodosum* marine plant extract applications to ‘Thompson seedless’ grape production. (Proceedings of the Xth International Symposium on Plant Bioregulators in Fruit Production). *Acta Hort.* 727(1): 243–248.
- Rodríguez Dimas, Norma, et al. 2009. Uso de abonos orgánicos en la producción de tomate en invernadero. *Terra Latinoam* [online]. vol.27, n.4, pp.319-327. ISSN 2395-8030.
- Rosales-Uc, Elsy María; Cancino-Méndez, Gianni Melina y Rubio-Cámara, Erika haydee, 2019, Aprovechamiento sustentable de las algas marinas para la producción de composta Bokashi. *Revista del centro de graduados e Investigación. Instituto tecnológico de Mérida.* Vol. 34(78): 214-218. ISSN 0185-6294.
- Sathya, B., H. Indu, R. Seenivasan, and S. Geetha. 2010. Influence of seaweed liquid fertilizer on the growth and biochemical composition of legum crop, *Cajanus cajan* L.) Mill sp. *J. Phytol.* 2(5): 50–63.

Innovación en el campo nayarita: De la tradición del *pancle* a las frutas deshidratadas con calidad de exportación

Innovation in the nayarit field: From the tradition of *pancle* to dried fruits with export quality

BECERRA-PÉREZ, Ricardo, MONTES-TORRES, María de Lourdes, BECERRA-MONTES, María Abril

Universidad Autónoma de Nayarit

ID 1^{er} Autor: *Ricardo, Becerra-Pérez* / **ORC ID:** 0000-0002-7137-3416, **Researcher ID Thomson:** C-5118-2019, **CVU CONACYT ID:** 43254

ID 1^{er} Coautor: *María de Lourdes, Montes-Torres* / **ORC ID:** 0000-0003-4621-6109, **Researcher ID Thomson:** C-5153- 2019, **CVU CONACYT-ID:** 43270

ID 2^{do} Coautor: *María Abril, Becerra-Montes* / **ORC ID:** 0000-0001-7733-6133

Resumen

El trabajo que se presenta constituye un primer acercamiento al proceso de innovación que, partiendo de un conocimiento tradicional, incorporó una serie de técnicas y procedimientos que han permitido la instalación de 28 plantas deshidratadoras en el estado de Nayarit, en las cuales se produce mango deshidratado con altos niveles de calidad e inocuidad, lo que les ha permitido competir en el mercado internacional, de manera exitosa.

Mango deshidratado, Innovación, Agroindustria, Ventajas Competitivas

Abstract

The work presented is a first approach to the innovation process that, based on traditional knowledge, incorporated a series of techniques and procedures that have allowed the installation of 28 dehydrating plants in the state of Nayarit, in which dehydrated mango is produced with high levels of quality and innocuity, which has allowed them to compete successfully in the international market.

Dehydrated Mango, Innovation, Agro-Industry, Competitive Advantages

Introducción

El presente artículo tiene por objeto rescatar la importancia del proceso de construcción de plantas deshidratadoras de frutas tropicales en el estado de Nayarit, bajo la perspectiva de la modernización que se da sobre la base de la incorporación de técnicas innovadoras junto con conocimientos tradicionales, aprovechando las ventajas que ofrece la región en lo que se refiere a la disponibilidad de frutas a lo largo del año, lo que ha favorecido la exportación de productos deshidratados con un nivel de inocuidad tal, que les ha permitido competir de manera exitosa en el mercado internacional.

El documento se divide en cinco partes, siendo los dos primeros en los cuales se plantean los antecedentes y la justificación del tema, para pasar al apartado principal, que es en el que se rescata el proceso de cambio entre los métodos tradicionales de deshidratación a nivel local, al establecimiento de 28 plantas deshidratadoras en seis municipios del estado de Nayarit. Por último, se enuncia una serie de conclusiones al tiempo que se plantean problemas a los que se enfrentan las empresas mencionadas.

Antecedentes

Uno de los primeros procedimientos para preservar los alimentos en el mundo ha sido, aparte de la técnica de saturarlos con sal, el secado de los mismos, tratando de alargar la vida del producto, y de conservar sus características alimenticias y de palatabilidad.

Esta técnica se ha utilizado con éxito, en espacios que muestran condiciones como un bajo nivel de humedad ambiental y disponibilidad de largas horas de sol, regiones desérticas en las cuales se han secado higos, dátiles, uvas y otras frutas, tal como sucede en California o el cercano Oriente. En nuestro país, desde los años cuarenta del siglo pasado, el estado de Sonora se consolidó como productor de frutas secas, entre ellas las uvas procedentes de la región de Caborca.

Según la Secretaría de Economía “...*El proceso de secado es menos costoso en energía, equipo y espacio de almacenamiento, si se compara con el enlatado o con la congelación...*” (Secretaría de Economía, 2000:2), razón por la cual, ya para el año mencionado, el deshidratado de frutas y legumbres fue señalado como una actividad estratégica en nuestro país, sobre todo como parte de una estrategia que asegurara la posibilidad de competir de manera exitosa en el mercado internacional de productos deshidratados, aprovechando el potencial que ofrece la disponibilidad de frutas tropicales con las que el país cuenta, tales como el mango, plátano, piña, etc.

Desprendido de lo anterior, y una vez determinado el volumen de producción y el movimiento de materiales, se propuso la instalación de pequeñas plantas en las cuales se distinguen al menos tres espacios que resultan fundamentales en términos de la posibilidad de asegurar el flujo de los productos a deshidratar, de acuerdo a los desplazamientos que éstos deban tener alrededor de un Horno para Deshidratado, hasta el momento de ser embarcados. Estos espacios en general se pueden definir como:

- Recibo de Materia Prima
- Área de Proceso
- Área de Despegue, Selección y Empaque

Ya de manera detallada, y de acuerdo con la naturaleza de las actividades desarrolladas en cualquier fábrica, se detallan los espacios internos y adyacentes de la instalación, entre los cuales se pueden distinguir los siguientes (Secretaría de Economía, 2000:48):

- Estacionamiento para Clientes y Visitas
- Estacionamiento para Vehículos de Transporte
- Área de Recepción y Embarque
- Almacén de Materias Primas
- Área de Producción
- Área de Mantenimiento
- Almacén de Equipos Móviles y de Herramientas
- Oficinas Administrativas
- Instalaciones Médicas y de Botiquín
- Área de Despegue, Selección y Empaque
- Almacén de Producto Terminado
- Pasillos

Justificación

Se puede definir al Desarrollo Económico Local como el proceso de crecimiento y cambio estructural de la economía y la sociedad que tiene lugar en un territorio determinado, en el que intervienen factores como los encadenamientos productivos, las interrelaciones público-privadas y la participación social, entre otros. Así mismo es sabido que el territorio influye en el comportamiento de las personas con capacidad de introducir innovaciones al interior de la base productiva, acompañado por cambios sociales que hacen esto posible (Alburquerque, 2004, Vázquez Barquero, 2000).

Para lograr consolidar procesos de desarrollo económico local, se requiere, en primer lugar, una actuación decidida y concertada entre diferentes actores locales, públicos y privados, a fin de crear un entorno territorial que fomente las actividades productivas, para utilizar en forma eficiente y sostenible los recursos endógenos, aprovechar el dinamismo de las actividades empresariales presentes en el territorio y las oportunidades que le ofrecen las dinámicas nacionales e internacionales (Enríquez Villacorta, 2005).

Además de lo anterior, las empresas logran ventajas competitivas mediante actos de innovación. Enfocan su innovación en su sentido más amplio, que comprende tanto nuevas tecnologías como nuevos modos de hacer las cosas, encuentran una forma de competir o mejores medios para competir al modo antiguo. La innovación puede manifestarse en el diseño de un nuevo producto, en un nuevo proceso de producción, en un nuevo método comercial, en un nuevo modo de llevar a cabo la formación y capacitación del personal. Buena parte de las innovaciones dependen más de la acumulación de pequeñas intuiciones y progresos que de un gran logro tecnológico. A menudo, implican ideas que ni siquiera son “nuevas”: ideas que estaban por ahí pero que nadie ha llevado adelante. Algunas innovaciones crean ventaja competitiva porque captan una oportunidad de mercado totalmente nueva o sirven a un sector de mercado del que otros han hecho caso omiso (Porter, 1990).

Por lo anterior, el presente trabajo pretende ser un primer acercamiento a un conjunto de deshidratadoras establecidas en cinco municipios del estado de Nayarit, un sector económico que por su rápido crecimiento, su capacidad de generar empleos y derrama económica a nivel local, presenta una serie de rasgos relacionados con el desarrollo económico local y los procesos de innovación que en la práctica se han ido incorporando. Aunado a lo anterior, se debe de resaltar el potencial que éstas representan, debido a los resultados exitosos que han logrado al competir en el mercado internacional de frutas tropicales deshidratadas, sobre todo por el control de sus procesos de producción que aseguran altos estándares de inocuidad alimentaria, factor determinante para el rápido crecimiento y expansión de la actividad en el estado de Nayarit. Por último, se realiza una breve reflexión al respecto de las problemáticas que enfrentan, resaltando entre éstas, la falta de apoyo gubernamental y de fuentes de financiamiento hacia este tipo de actividades relacionadas con el campo nayarita.

Nayarit, de los plátanos *pasados* a la instalación de modernas plantas deshidratadoras

El estado de Nayarit se encuentra ubicado en el litoral del Pacífico mexicano, situación que le otorga ciertas condiciones relacionadas con el régimen de lluvias, tipos de suelo, temperatura y ciertas prácticas agrícolas que favorecieron el cultivo de plátanos desde antes de la etapa del reparto agrario, sobre todo en los municipios de Compostela y de San Blas. En el caso del primero, el cultivo de la variedad *portalimón* lo ubicó como importante proveedor hacia mercados como Guadalajara, Torreón, Monterrey, etc., al menos hasta que hizo su aparición la enfermedad del *Chamusco* o Sigatoka, que provocó la desaparición del cultivo en la costa compostelense hacia finales de los años sesenta.

Por su parte, el cultivo de *portalimón* en el municipio de San Blas siguió otros derroteros, habiéndose concentrado su cultivo en la región de Jalcocotán y Mecatán, pueblos en los que aún se sigue cultivando, aunque en reducida cantidad de hectáreas, ya que ha cedido su espacio al cultivo de plátano *Thai*, del cual se exporta a los Estados Unidos tanto el fruto como la bellota.

Por otro lado, el mercado de los plátanos fluctúa a lo largo de los meses del año, motivo por el cual, en las regiones plataneras, por muchos años se deshidrataba la fruta cuando se producían excedentes que no iban a los mercados en fresco. Así, los pueblos mencionados fueron tradicionalmente conocidos en el estado de Nayarit como aquéllos en los cuales se deshidrataban plátanos *portalimón* con técnicas tradicionales, que consistían en *pasarlos*, es decir, deshidratarlos al sol, tendidos en láminas o mallas que se colocaban en los techos o los amplios patios de las casas, técnica que ya para finales de los años noventa fue siendo gradualmente sustituida por pequeños hornos deshidratadores, y cuya actividad se diferenciaba del método tradicional, por una marcada preocupación por asegurar la inocuidad en el producto final, lo que de inmediato impactó en una notoria diferenciación en lo que al color, calidad y precio se refiere¹.

A mediados de los años 90's, a partir de apoyos del gobierno federal, se establecieron las primeras deshidratadoras en la costa, dedicadas a deshidratar mangos para el mercado de exportación, lo que provocó el establecimiento de dos más en Jalcocotán, en donde se les incorporaron elementos innovadores que un migrante de regreso de los Estados Unidos aplicó de manera exitosa. Así, ya para 2010 el pueblo contaba con dos de las cinco deshidratadoras con las que cuenta el pueblo.

De esa manera, en sólo nueve años, el número de instalaciones de este tipo pasó de 6 a 28, haciendo presencia en el municipio de San Blas con 18, 3 en Tepic y en Santiago Ixcuintla, 2 en Compostela, y Tecuala tanto como Ruiz, con una de ellas cada uno (ver Tabla 9.1).

¹ *Pasar* plátanos en Jalcocotán fue actividad realizada desde los años 50's del siglo pasado, pues todavía se acuerda la gente de los *tapeixtes* de oate y los *huacales* de varas en los que eran transportados en remuda para su venta en el cruce de Peñas, de cuando la *última penca* del racimo era regalada al cura de la iglesia, a quien los feligreses se las *pasaban*, para que los enviara para su venta en la estación de Ruiz. Aún se siguen produciendo plátanos deshidratados de manera tradicional en la región, los que se pueden distinguir de inmediato por la tonalidad más oscura del producto. Este tipo de plátanos se vendían mucho en el mercado local y en la estación del ferrocarril de Tepic en los años en los que pasaban trenes de pasajeros, y se les conocía de manera popular como *pancles*, envueltos en cajitas hechas con hojas de maíz.

Tabla 9.1 Deshidratadoras en Nayarit, por Localidad y Capacidades Instalada (2019)

Núm.	Año	Municipio	Localidad	Capacidad Instalada (lbs)	Empleos	Cajas de Mango
1	1994	San Blas	El Llano I	No opera	No	No
2	1997	Compostela	Zacualpan	130 000	100	26 000
3	1998	San Blas	Los Cocos	600 000	300	120 000
4	1998	San Blas	Cocodrilarío	30 000	20	6 000
5	2009	San Blas	Jalcocotán I	50 000	60	10 000
6	2010	San Blas	Jalcocotán II	130 000	100	26 000
7	2010	Ruiz	P. de Platanares	50 000	60	10 000
8	2010	Santiago Ixc.	Est. Nanchi	50 000	60	10 000
9	2010	San Blas	La Palma I	50 000	60	10 000
10	2010	San Blas	La Palma II	25 000	30	5 000
11	2011	Santiago Ixc.	El Capomal	150 000	60	30 000
12	2013	San Blas	Jalcocotán III	50 000	60	10 000
13	2013	San Blas	Mecatán	35 000	30	7 000
14	2013	San Blas	Tecuitata I	130 000	100	26 000
15	2013	Tecuala	Pajaritos	50 000	60	10 000
16	2014	San Blas	Chacalilla	30 000	20	6 000
17	2015	San Blas	Jalcocotán IV	400 000	200	80 000
18	2016	San Blas	Ref. Agraria	300 000	150	60 000
19	2016	Tepic	C. Industrial	150 000	80	30 000
20	2017	Tepic	5 de Mayo	15 000	15	3 000
21	2017	San Blas	Las Coloradas	30 000	20	6 000
22	2017	Compostela	Las Varas	90 000	80	18 000
23	2017	San Blas	Jalcocotán V	90 000	80	18 000
24	2018	Tepic	C. Industrial	80 000	80	16 000
25	2018	San Blas	Gpe. Victoria	600 000	300	120 000
26	2018	San Blas	Tecuitata II	15 000	15	3 000
27	2018	San Blas	El Llano II	15 000	15	3 000
28	2019	Santiago Ixc.	Santiago Ixc.	90 000	80	18 000
Total				3 435 000	2 235	687 000

Fuente: Comunicación Personal, 2019

Por otro lado, el notorio proceso de crecimiento de esta actividad sólo ha sido posible a partir de la oferta suficiente de frutas tropicales que ofrece la región en la que se han ido instalando, los conocimientos y técnicas que han logrado evolucionar al nivel de competir en aspectos tales como la mecanización de los procesos de pelado de los frutos, y la calidad que ofrece el producto con fines de exportación, lo que es consistente con lo planteado por Porter (1990).

En contraste con lo anterior, la actividad no ha estado exenta de una serie de problemas tales como la falta de financiamiento, la concentración de los canales de comercialización en unos pocos actores, quienes en muchos de los casos afectan a los productores locales al realizar operaciones fraudulentas con el fin de evitar pagarles el total. En muchas ocasiones, cuando no les pagan su producto, las autoridades encargadas de impartir justicia no atienden de manera efectiva los reclamos de los afectados, abandonándolos en la mayoría de los casos, a su suerte. Por último, cabe hacer mención de que, quizá derivado del rápido crecimiento del sector, a la fecha los deshidratadores nayaritas muestran una nula organización que les permita hacer frente al conjunto de problemas de que se ha hecho mención.

Figura 9.1 Nayarit, localización de deshidratadoras por municipio, 2019



Fuente: Elaboración propia con base en información recolectada

A manera de conclusión

Hablar de los altos niveles de inversión que los deshidratadores organizados en Sociedades de Producción Rural (SPR's) del estado de Nayarit han logrado en tan sólo 25 años, es una muestra de lo que a nivel local se puede lograr cuando intervienen actores con una serie de recursos y técnicas que les ha permitido organizar actividades tradicionales, y a partir de la experiencia acumulada, salir al mercado internacional a competir de manera exitosa, elevando los niveles de empleo e ingreso en las localidades analizadas. Otro aspecto a ser considerado se relaciona con los volúmenes de mango que se procesan, y que contribuyen a desahogar el mercado a nivel local, en el cual muchas de las veces se desperdiciaban, al no incorporarle valor en procesos agroindustriales como el que hoy se presenta. Por último, queremos hacer un llamado en el sentido de una notoria ausencia de apoyos gubernamentales, para tratar de preservar la actividad en este renglón de la economía local, ya que en lo general, los procesos de inversión y capitalización se han dado en su mayoría, sólo apoyados por instituciones financieras del sector social, tales como las Cajas Solidarias o la Financiera Nacional de Desarrollo, en las cuales existe siempre un alto riesgo de caer en cartera vencida, sobre todo cuando a los productores no les liquidan la totalidad del producto deshidratado, situación que al parecer, es un fenómeno recurrente en lo que a esta actividad se refiere.

Referencias

Albuquerque, F (2004) Teoría y práctica del enfoque de desarrollo económico local. Ponencia en el Encuentro Internacional Virtual: Desarrollo local en un mundo global, www.eumed.net/eve/.

Enríquez Villacorta, Alberto (2005). Alternativas para el Desarrollo. FUNDE, San Salvador, El Salvador.

SAGARPA (2017). *Mango Mexicano, Planeación Agrícola Nacional 2017-2030*, SAGARPA, México, 2017.

Secretaría de Economía (1996). *Deshidratado de Frutas*, SE, México, 1996.

Secretaría de Economía (2012). *Monografía del Sector Plátano en México: Situación Actual y Oportunidades de Mercado*, SE, México, feb. 2012.

Orozco-Santos M. *et al.*, “La Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en México” en *Infomusa, Revista Internacional sobre Banano et Plátano*, Vol. 10 No. 1, junio de 2001.

Romero, Indira *et al.*, (2016). *Fortalecimiento de la Cadena de Valor de los snacks nutritivos con base en fruta deshidratada en El Salvador*. Documentos de Proyecto, CEPAL, Ministerio de Economía, El Salvador, 2016.

Vásquez-Barquero, A. (2000) Desarrollo económico local y descentralización: Aproximación a un marco conceptual, Santiago, Comisión Económica para América Latina y El Caribe – CEPAL.

Instructions for Scientific, Technological and Innovation Publication

[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)

Citación: Primer letra (EN MAYUSCULAS) del Nombre del 1^{er} Autor. Apellido, Primer letra (EN MAYUSCULAS) del Nombre del 1^{er} Coautor. Apellido, Primer letra (EN MAYUSCULAS) del Nombre del 2^{do} Coautor. Apellido, Primer letra (EN MAYUSCULAS) del Nombre del 3^{er} Coautor. Apellido

Correo institucional [Times New Roman No.10]

Primera letra (EN MAYUSCULAS) del Nombre Editores. Apellidos (eds.) *Título del Proceeding [Times New Roman No.10]*, Temas Selectos del área que corresponde ©ECORFAN- Filial, Año.

**ECORFAN® Todos los derechos reservados-México-Bolivia-Spain-Ecuador-Cameroon-Colombia
Salvador-Guatemala-Paraguay-Nicaragua-Peru-Democratic Republic of Congo-Taiwan**

Instructions for Scientific, Technological and Innovation Publication

Abstract

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

Indicar (3-5) palabras clave en Times New Roman y Negritas No.12

1 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 Capítulo.

Desarrollo de Secciones y Apartados del Capítulo con numeración subsecuente

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

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

Inclusión de Gráficos, Figuras y Tablas-Editables

En el *contenido del Capítulo* 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 Superior con Times New Roman No.12 y Negrita, señalando la fuente en la parte Inferior centrada con Times New Roman No. 10]

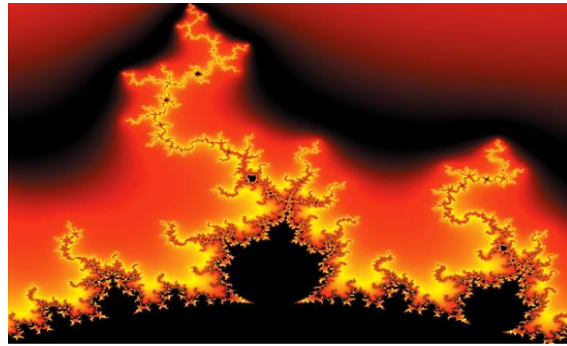
Tabla 1.1 Título

Variable	Descripción	Valor
P ₁	Partición 1	481.00
P ₂	Partición 2	487.00
P ₃	Partición 3	484.00
P ₄	Partición 4	483.50
P ₅	Partición 5	484.00
P ₆	Partición 6	490.79
P ₇	Partición 7	491.61

Fuente de Consulta:

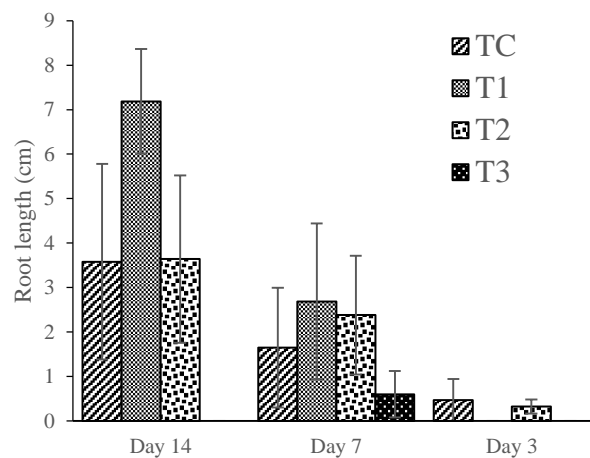
(No deberán ser imágenes, todo debe ser editable)

Figura 1.1 Título



Fuente de Consulta:
(No deberán ser imágenes, todo debe ser editable)

Gráfico 1.1 Título



Fuente de Consulta:
(No deberán ser imágenes, todo debe ser editable)

Cada Capítulo 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:

$$\int_{lim^{-1}}^{lim^1} = \int \frac{lim^1}{lim^{-1}} = \left[\frac{1(-1)}{lim} \right]^2 = \frac{(0)^2}{lim} = \sqrt{lim} = 0 = 0 \rightarrow \infty \quad (1)$$

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 Capítulo.

Anexos

Tablas y fuentes adecuadas.

Instructions for Scientific, Technological and Innovation Publication

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 Capítulo.

Ficha Técnica

Cada Capítulo deberá presentar en un documento Word (.docx):

Nombre del Proceeding

Título del Capítulo

Abstract

Keywords

Secciones del Capítulo, 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

ECORFAN Proceedings se reserva el derecho de hacer los cambios editoriales requeridos para adecuar la Obra Científica a la Política Editorial del ECORFAN Proceedings. Una vez aceptada la Obra Científica en su versión final, el ECORFAN Proceedings 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 de la Obra Científica.

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

Declaración de Originalidad y carácter inédito de la Obra Científica, 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 la Obra Científica que su contenido debe ser original, inédito y de contenido Científico, Tecnológico y de Innovación para someterlo a evaluación.

Los Autores firmantes de la Obra Científica 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 de la Obra Científica propuesto requisitara el formulario que sigue a continuación.

Título de la Obra Científica:

- El envío de una Obra Científica a ECORFAN Proceedings 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 Obra Científica, salvo que sea rechazado por el Comité de Arbitraje, podrá ser retirado.
- Ninguno de los datos presentados en esta Obra Científica 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 la Obra Científica, así como las teorías y los datos procedentes de otras Obras Científicas previamente publicados.
- Los autores firman el Formato de Autorización para que su Obra Científica se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding México considere pertinentes para divulgación y difusión de su Obra Científica cediendo sus Derechos de Obra Científica.
- 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 esta Obra Científica se han interpretado objetivamente. Cualquier resultado contrario al punto de vista de quienes firman se expone y discute en la Obra Científica.

Copyright y Acceso

La publicación de esta Obra Científica supone la cesión del copyright a ECORFAN-Mexico, S.C en su Holding México para su ECORFAN Proceedings, que se reserva el derecho a distribuir en la Web la versión publicada de la Obra Científica y la puesta a disposición de la Obra Científica 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 de la Obra Científica:

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 la Obra Científica 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 a la Obra Científica 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 la Obra Científica. Además, deben comprometerse a mantener de manera confidencial la información relacionada con la Obra Científica 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 la Obra Científica a evaluación.

Responsabilidades de los Autores

Los Autores deben garantizar que sus Obras Científicas 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 Obra Científica 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 de la Obra Científica presentado a arbitraje.

Servicios de Información

Indización - Bases y Repositorios

RESEARCH GATE (Alemania)

MENDELEY (Gestor de Referencias bibliográficas)

GOOGLE SCHOLAR (Índices de citas-Google)

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

Servicios Editoriales

Identificación de Citación e Índice H

Administración del Formato de Originalidad y Autorización

Testeo de Proceedings con PLAGSCAN

Evaluación de Obra Científica

Emisión de Certificado de Arbitraje

Edición de Obra Científica

Maquetación Web

Indización y Repositorio

Publicación de Obra Científica

Certificado de Obra Científica

Facturación por Servicio de Edición

Política Editorial y Administración

143 - 50 Itzopan, Ecatepec de Morelos – México. 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

VARGAS-DELGADO, Oscar. 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

REYES-VILLO, Angélica. BsC

Traductor

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

Filóloga

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

Publicidad y Patrocinio

(ECORFAN®- Mexico- Bolivia- Spain- Ecuador- Cameroon- Colombia- El Salvador- Guatemala- Nicaragua- Peru- Paraguay- Democratic Republic of The Congo- 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

143 - 50 Itzopan, Ecatepec de Morelos – México.

21 Santa Lucía, CP-5220. Libertadores -Sucre – Bolivia.

38 Matacerquillas, CP-28411. Morazarzal –Madrid-España.

18 Marcial Romero, CP-241550. Avenida, Salinas I - Santa Elena-Ecuador.

1047 Avenida La Raza -Santa Ana, Cusco-Perú.

Boulevard de la Liberté, Immeuble Kassap, CP-5963.Akwa- Douala-Camerún.

Avenida Suroeste, San Sebastian - León-Nicaragua.

31 Kinshasa 6593- Republique Démocratique du Congo.

Avenida San Quentin, R 1-17 Miralvalle - San Salvador-El Salvador.

16 kilómetros, carretera estadounidense, casa Terra Alta, D7 Mixco Zona 1-Guatemala.

105 Alberdi Rivarola Capitán, CP-2060. Luque City- Paraguay.

69 Calle Distrito YongHe, Zhongxin. Taipei-Taiwán.

43 Calle # 30 -90 B. El Triunfo CP.50001. Bogotá-Colombia.

