



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO



División Académica de Ciencias Biológicas

Evaluación del efecto de biofertilizantes y fertilizante químico sobre el crecimiento de Uspí (*Couepia polyandra*) y Caracolillo (*Ormosia macrocalix*)

TRABAJO RECEPCIONAL PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS AMBIENTALES

PRESENTA:

Ing. Lucía Hernández Hernández

DIRECTOR:

Dr. José Ramón Laines Canepa

Villahermosa, Tabasco, Marzo 2016



**UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO**

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"

**DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIRECCIÓN**



MARZO 15 DE 2016

**C. LUCIA HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ
PAS. DE LA MAESTRÍA EN CIENCIAS AMBIENTALES
P R E S E N T E**

En virtud de haber cumplido con lo establecido en los Arts. 80 al 85 del Cap. III del Reglamento de titulación de esta Universidad, tengo a bien comunicarle que se le autoriza la impresión de su Trabajo Recepcional, en la Modalidad de Tesis de Maestría en Ciencias Ambientales titulado: **"EVALUACIÓN DEL EFECTO DE BIOFERTILIZANTE Y FERTILIZANTE QUÍMICO SOBRE EL CRECIMIENTO DE *Couepia polyandra* y *Ormosia macrocalix*"**, asesorado por el Dr. José Ramón Laines Canepa sobre el cual sustentará su Examen de Grado, cuyo jurado está integrado por el Dr. Jorge Francisco Fernando Molina Murguía Enríquez, Dra. Luisa del Carmen Cámara Cabrales, Dr. José Ramón Laines Canepa, Dr. José Ángel Gaspar Génico y M. en C. Israel Ávila Lázaro.

Por lo cual puede proceder a concluir con los trámites finales para fijar la fecha de examen.

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE

M. EN C. ROSA MARTHA PADRON LOPEZ
DIRECTORA

UJAT
DIVISIÓN ACADÉMICA
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



DIRECCIÓN

C.c.p.- Expediente del Alumno.
C.c.p.- Archivo



KM. 0.5 CARR. VILLAHERMOSA-CÁRDENAS ENTRONQUE A BOSQUES DE SALOYA
Tel. (993) 358-1500 Ext. 6400, Fax (993) 354-4308 y 358-1579 E-mail: dirección.dabi@ujat.mx

Usar papel reciclado economiza energía, evita contaminación y despilfarro de agua y ayuda a conservar los bosques.

CARTA AUTORIZACIÓN

El que suscribe, autoriza por medio del presente escrito a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco para que utilice tanto física como digitalmente el Trabajo Recepcional en la modalidad de Tesis de Maestría denominado: **“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE BIOFERTILIZANTE Y FERTILIZANTE QUÍMICO SOBRE EL CRECIMIENTO DE *Couepia polyandra* y *Ormosia macrocalix*”**, de la cual soy autor y titular de los Derechos de Autor.

La finalidad del uso por parte de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco el Trabajo Recepcional antes mencionada, será única y exclusivamente para difusión, educación y sin fines de lucro; autorización que se hace de manera enunciativa más no limitativa para subirla a la Red Abierta de Bibliotecas Digitales (RABID) y a cualquier otra red académica con las que la Universidad tenga relación institucional.

Por lo antes manifestado, libero a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco de cualquier reclamación legal que pudiera ejercer respecto al uso y manipulación de la tesis mencionada y para los fines estipulados en este documento.

Se firma la presente autorización en la ciudad de Villahermosa, Tabasco el Día 15 de Marzo de 2016.

AUTORIZO



LUCIA HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

DEDICATORIA

A DIOS

A MIS PADRES

A MIS HERMANAS Y HERMANO

A MIS FAMILIARES

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

AGRADECIMIENTOS

Yo planté, Apolos regó; pero el crecimiento lo ha dado Dios. Así que ni el que planta es algo, ni el que riega, sino Dios, que da el crecimiento (Corintios 3:6-7).

Gracias mi Dios por haberme hecho ver las cosas más claras mi Señor, porque sin ti nada soy. Gracias por mantenerme de pie en los momentos más difíciles de mi vida, por haber logrado un pasó más, por guiarme en sendas de justicia. Por todo lo que soy y lo que he sido se lo debo a usted. Por eso y más Gracias Padre.

A mis padres y Hermanas (o), por haberme inculcado los valores que debe poseer un ser humano, por el amor que me han dado y sobre todo por sus esfuerzos por educarme. Por estar conmigo siempre en los buenos y malos momentos.

De manera muy especial a mi director de tesis, Dr. José Ramón Laines Canepa por haberme impulsado a seguir estudiado la maestría y por su valioso apoyo para la realización de este trabajo y sobre todo por su paciencia y esmero en la revisión de este trabajo.

De manera muy especial a la Lic. Violeta Vázquez López, por sus bendiciones, su amistad, por sus valiosos consejos y por su aprecio.

A mis amigos, Shayla, Rudy, Alberto, Abisai, por su valioso apoyo, por estar conmigo siempre incondicionalmente en las buenas y en las malas, sobre todo gracias Shayla por tu amistad sincera, por apoyarme en todo momento y hacerme reflexionar, gracias por tus consejos, para mí siempre serás mi amiga. TQM

A mis amigas de la maestría, Nallely, Lupita y Miguelina, por su amistad y cariño

A mis compañeros de grupo, Israel, Aurelio, Mayra, Brigget, de una o cualquier manera, formaron parte importante para la realización de este trabajo.

A mis revisores de tesis, Dr. Jorge Francisco, Dra. Luisa, Dr. José Ramón, Dr. José Ángel, M. Israel, por su tiempo y dedicación que pusieron en la revisión de este trabajo.

De manera muy especial a los doctores del ITTG, Dr. Federico Antonio Gutiérrez Miceli y al Dr. Reiner Rincón Rosales, porque sin haberme conocido abrieron las puertas de su laboratorio y por haberme brindado su apoyo durante mi estancia de investigación.

A mis amigos del ITTG, Maryo, Adal, Karen, Ivonne y Valentín por haberme apoyado en todo momento durante mi estancia de investigación.

Al CONACYT, por haberme apoyado económicamente en la realización de mis estudios y en la realización de mí trabajo de tesis.

Tengo a muchos que agradecer, estoy segura que en ésta hoja están los más importantes

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

Trabajo de Tesis realizado en el marco del proyecto de investigación:

Apoyo al Fortalecimiento de la maestría en Ciencias Ambientales. Villahermosa, Tabasco, México. Fondo Mixto de CONACYT-gobierno del Estado de Tabasco.

CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	3
II.1. CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE FERTILIZANTES	3
II.2. PRUEBA FITOTÓXICA	4
II.3. EXPERIMENTOS EN PLANTAS	4
II.4. OTROS EFECTOS	5
III. MARCO TEÓRICO	6
III.1. BIOFERTILIZANTES	6
III.2. VERMICOMPOSTAJE	6
III.3. USO DE LOS BIOFERTILIZANTES	7
III.4. BIOL (FERTILIZANTE FOLIAR LÍQUIDO)	7
III.5. FERTILIZANTES QUÍMICOS	8
III.6. PRODUCCIÓN DE FERTILIZANTES QUÍMICOS	8
III.7. DESCRIPCIÓN DEL USPI (<i>COUEPIA POLYANDRA</i>)	9
III.8. DESCRIPCIÓN DEL CARACOLILLO (<i>ORMOSIA MACROCALIX</i>)	9
IV. JUSTIFICACIÓN	11
V. HIPÓTESIS	12
V.1. HIPÓTESIS NULA (H ₀):	12
V.2. HIPÓTESIS ALTERNATIVA (H ₁):	12
VI. OBJETIVOS	13
VI.1. GENERAL	13
VI.2. ESPECÍFICOS	13
VII. MATERIALES Y MÉTODOS	14
VII.1. ÁREA DE ESTUDIO	14
VII.2. CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS BIOFERTILIZANTES Y FERTILIZANTE QUÍMICO (pH, CE, N, P Y K). 14	14
VII.3. CARACTERIZACIÓN DEL SUSTRATO	16
VII.4. EVALUACIÓN DE LA FITOTOXICIDAD DE LOS BIOFERTILIZANTES	16
VII.5. FERTILIZANTES QUE SE UTILIZARON DURANTE LOS EXPERIMENTOS	18
VII.6. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA <i>COUEPIA POLYANDRA</i> Y <i>ORMOSIA MACROCALIX</i>	18
VII.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	21
VIII. RESULTADOS	22
VIII. 1. CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS BIOFERTILIZANTES Y FERTILIZANTE QUÍMICO (pH, CE, N, P Y K). 22	22
VIII.2. CARACTERIZACIÓN DEL SUSTRATO	22
VIII.3. EVALUACIÓN DE LA FITOTOXICIDAD DE LOS BIOFERTILIZANTES.	23
VIII.4. CRECIMIENTO DE <i>COUEPIA POLYANDRA</i>	26
VIII.5. CRECIMIENTO DE <i>ORMOSIA MACROCALIX</i>	29

IX.	DISCUSIÓN.....	33
X.	CONCLUSIÓN.....	35
XI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
XII.	ANEXOS.....	40

CONTENIDO DE TABLAS

TABLA 1.	CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LOS BIOFERTILIZANTES Y FERTILIZANTE QUÍMICO	22
TABLA 2.	CARACTERIZACIÓN DEL SUSTRATO UTILIZADO.....	22
TABLA 3.	PORCENTAJE DE GERMINACIÓN Y VELOCIDAD DE KOTOWSKI'S DEL LIXIVIADO DE LOMBRIZ.....	23
TABLA 4.	PORCENTAJE DE GERMINACIÓN Y VELOCIDAD DE KOTOWSKI'S DEL BIOL.....	24
TABLA 5.	ELONGACIÓN E HIPOCÓTILO PARA CADA CONCENTRACIÓN DE LIXIVIADO DE LOMBRIZ	25
TABLA 6.	ELONGACIÓN E HIPOCÓTILO PARA CADA CONCENTRACIÓN DE BIOL.....	25

CONTENIDO DE FIGURAS

FIGURA 1.	INVERNADERO DONDE SE REALIZÓ EL EXPERIMENTO	14
FIGURA 2.	EQUIPO HANNA 9828	15
FIGURA 3.	MEDICIÓN DE PH Y CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	15
FIGURA 4.	EQUIPO MULTIPARÁMETRO PARA NUTRIENTES.....	15
FIGURA 5.	MEDICIÓN DE NUTRIENTES	16
FIGURA 6.	PREPARACIÓN DE DIFERENTES CONCENTRACIONES.....	17
FIGURA 7.	INICIO DE LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS	17
FIGURA 8.	CRECIMIENTO RADICULAR E HIPOCÓTILO.....	17
FIGURA 9.	CRECIMIENTO DE <i>C. POLYANDRA</i>	19
FIGURA 10.	APLICACIÓN DE FERTILZANTES	19
FIGURA 11.	COMPARACIÓN EN LAS RAÍCES POR TRATAMIENTOS.....	20
FIGURA 12.	PLANTAS DE <i>O. MACROCALIX</i> AL INICIO DE LOS TRATAMIENTOS	20
FIGURA 13.	PLANTAS DE <i>O. MACROCALIX</i> DESPUES DE LOS TRATAMIENTOS	20
FIGURA 14.	VALORES PROMEDIOS IC_{\pm} (TUKEY) DE ALTURA DE LA PLANTA (CM) ENCONTRADOS EN LOS 5 NIVELES DE TRATAMIENTOS. LETRAS DIFERENTES INDICAN DIFERENCIAS ALTAMENTE SIGNIFICATIVAS. EL VALOR DE N FUE DE 3 PARA CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS	26
FIGURA 15.	DIAGRAMA DE CAJAS MOSTRANDO MEDIANAS Y MEDIAS PARA CADA UNO DE LOS 5 NIVELES DE TRATAMIENTOS EVALUADOS EN ÁREA FOLIAR (CM ²). LETRAS DIFERENTES INDICAN DIFERENCIAS ALTAMENTE SIGNIFICATIVAS. EL VALOR DE N FUE DE 3 PARA CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS.	27

FIGURA 16. DIAGRAMA DE CAJAS MOSTRANDO MEDIANAS Y MEDIAS PARA CADA UNO DE LOS 5 NIVELES DE TRATAMIENTOS EVALUADOS EN DIÁMETRO (MM). LETRAS DIFERENTES INDICAN DIFERENCIAS ALTAMENTE SIGNIFICATIVAS. EL VALOR DE N FUE DE 3 PARA CADA TRATAMIENTO.....	27
FIGURA 17. VALORES PROMEDIOS IC_{\pm} (TUKEY) EN NÚMERO DE HOJAS ENCONTRADOS EN CADA UNO DE LOS 5 NIVELES DE TRATAMIENTOS EVALUADOS. LETRAS DIFERENTES INDICAN DIFERENCIAS ALTAMENTE SIGNIFICATIVAS.....	28
FIGURA 18. VALORES PROMEDIOS IC_{\pm} (TUKEY) EN LONGITUD DE LA RAÍZ ENCONTRADOS EN CADA UNO DE LOS 5 NIVELES DE TRATAMIENTOS EVALUADOS. LETRAS DIFERENTES INDICAN DIFERENCIAS ALTAMENTE SIGNIFICATIVAS.....	28
FIGURA 19. DIAGRAMA MOSTRANDO MEDIANAS Y MEDIAS PARA CADA UNO DE LOS 5 NIVELES DE TRATAMIENTOS EVALUADOS EN BIOMASA (G). LETRAS DIFERENTES INDICAN DIFERENCIAS ALTAMENTE SIGNIFICATIVAS. EL VALOR DE N FUE DE 3 PARA CADA TRATAMIENTO.....	29
FIGURA 20. VALORES PROMEDIOS IC_{\pm} (TUKEY) EN ALTURA (CM) ENCONTRADOS EN CADA UNO DE LOS 5 NIVELES DE TRATAMIENTOS EVALUADOS. LETRAS DIFERENTES INDICAN DIFERENCIAS ALTAMENTE SIGNIFICATIVAS. EL VALOR DE N FUE DE 3 PARA CADA TRATAMIENTO.....	30
FIGURA 21. DIAGRAMA DE CAJAS MOSTRANDO MEDIANAS Y MEDIAS PARA CADA UNO DE LOS 5 NIVELES DE TRATAMIENTOS EVALUADOS EN ÁREA FOLIAR (CM ²) LETRAS DIFERENTES INDICAN DIFERENCIAS ALTAMENTE SIGNIFICATIVAS. EL VALOR DE N FUE DE 3 PARA CADA TRATAMIENTO.	30
FIGURA 22. DIAGRAMA DE CAJAS, MOSTRANDO MEDIANAS Y MEDIAS PARA CADA UNO DE LOS 5 TRATAMIENTOS EVALUADOS DIÁMETRO DEL TALLO (MM). LETRAS DIFERENTES INDICAN DIFERENCIAS ALTAMENTE SIGNIFICATIVAS. EL VALOR DE N FUE DE 3 PARA CADA TRATAMIENTO.....	31
FIGURA 23. DIAGRAMA DE CAJAS MOSTRANDO MEDIANAS Y MEDIAS PARA CADA UNO DE LOS 5 NIVELES DE TRATAMIENTOS EVALUADOS EN LONGITUD DE LA RAÍZ (CM). LETRAS DIFERENTES INDICAN DIFERENCIAS ALTAMENTE SIGNIFICATIVAS. EL VALOR DE N FUE DE 3 PARA CADA TRATAMIENTO	31
FIGURA 24. VALORES PROMEDIOS IC_{\pm} (TUKEY) EN NÚMERO DE HOJAS ENCONTRADOS EN CADA UNO DE LOS 5 NIVELES DE TRATAMIENTOS EVALUADOS. LETRAS DIFERENTES INDICAN DIFERENCIAS ALTAMENTE SIGNIFICATIVAS. EL VALOR DE N FUE DE 3 PARA CADA TRATAMIENTO.....	32
FIGURA 25. DIAGRAMA DE CAJAS MOSTRANDO MEDIANAS Y MEDIAS DE BIOMASA ENCONTRADOS EN LOS CADA UNO DE LOS 5 NIVELES DE TRATAMIENTOS EVALUADOS. LETRAS DIFERENTES INDICAN DIFERENCIAS ALTAMENTE SIGNIFICATIVAS. EL VALOR DE N FUE DE 3.	32

I. INTRODUCCIÓN

El uso de fertilizantes inorgánicos y orgánicos como mejoradores de suelo es una práctica en la agricultura, los inorgánicos son los que más se utilizan, pero aportan efectos negativos al medio ambiente por su naturaleza química. Se han reportado diversos productos usados como abonos orgánicos, uno de estos es el Biol, obtenido a partir de la digestión anaerobia de diversos sustratos (Kalyuzhnyi *et al.*, 2006), otro es la vermicomposta que se ha aplicado en diferentes vegetales para promover el crecimiento y mejorar la calidad de los frutos obtenidos (Gutiérrez-Miceli *et al.*, 2007). Adicionalmente se ha usado Lixiviado de vermicomposta que es un producto obtenido en las camas de lombricomposteo y que se ha aplicado con éxito como abono y como controlador de plagas (Gutiérrez-Miceli *et al.*, 2011). Bustamante *et al.*, (2012), reportaron datos sobre el co-compostaje de la fracción sólida de digestatos anaeróbicos (para materiales de valor añadido para su uso en la agricultura) tales como pH de 6.92, conductividad eléctrica de 7.52 dS m⁻¹, N de 31,200 mg/kg⁻¹, P de 8250 mg/kg⁻¹ y K de 19,700 mg/kg⁻¹. Lansing *et al.*, (2010), reportaron que el efluente líquido residual de la degradación anaerobia de excretas de cerdo, contiene 605 mg/g⁻¹ de amoníaco (NH₃), 447 mg/g⁻¹ de ion amonio (NH₄⁺), fósforo (P) 90.6 mg/g⁻¹ y fosfato (PO₄⁻) 51.5 mg/L⁻¹. Yetilmezsoy & Sapci-Zengin (2009) caracterizaron el efluente proveniente de la digestión anaerobia de excretas de aves en un reactor anaerobio UASB, el resultado de ion amonio (NH₄⁺) fue de 1318 mg/L⁻¹ y de fósforo (P⁺) 370 mg/L⁻¹, posteriormente se aplicó en el cultivo de pastos. Albuquerque *et al.* (2012), realizaron caracterización de digestato y reportan pH de 7.91, Conductividad eléctrica de 25 dSm⁻¹ y un índice de germinación de 82%. Tejada *et al.*, (2008) efectuaron estudio sobre el uso agrícola de los Lixiviados obtenidos a partir de dos procesos de vermicompostaje diferentes, obtuvieron como resultados pH de 6, N de 900 mg/L⁻¹, P de 500mg/L⁻¹ y K de 600 mg/L⁻¹. Gutiérrez *et al.*, (2008) caracterizaron Lixiviados de vermicomposta, reportan pH de 7.8 y conductividad eléctrica de 2.6 dS m⁻¹, 247 mg/L⁻¹ de NO₃⁻, 168 mg/L⁻¹ de PO₄³⁻ y 834 mg/L⁻¹ de K, y una prueba de fitotoxicidad en semillas de berros con un 65% de germinación. Gutiérrez *et al.*, (2007) obtienen datos de altura de 55 y 53 cm, diámetro de 1.2 y 1.1 cm y número de hojas 105 y 104, en cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*

Mill). Bachman & Metzger (2008), reportan datos de área foliar de 10.71 cm² en pimiento (*Capsicum annuum L.*) y 17.34 cm² de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill.* 'Rutgers') utilizando vermicomposta de estiércol de cerdo. Mendoza *et al* (2014), obtienen datos de longitud de tallo 18.2 y 17.6 cm, diámetro 3.59 y 3.36 mm, longitud de la raíz de 28.9 y 28.7 cm en romero (*Rosmarinus officinalis L.*) utilizando vermicomposta de residuos hortícolas. Milpa *et al* (2012), reportan datos de longitud de tallo de 48.14 cm, área foliar 232.10 cm² y biomasa de 57.91 g, en Iris Holanda (*Iris xiphium L.*) utilizando humus de lombriz y Lixiviados como biabono. Pandey & Patra, (2015), reportan datos de área foliar 46.33 cm² y altura 53.74 cm en Geranio (*Pelargonium graveolens L.*) usando fertilizantes orgánicos y químicos. El presente trabajo muestra el uso de fertilizantes orgánicos de bajo costos, plantea un nuevo producto que permite conservar fuentes minerales de energía por el desuso de fertilizantes inorgánicos, y demuestra como una materia prima (contenido ruminal), que se dispone de manera inadecuada en el medio rural (gran fuente de residuos orgánicos), se convierte en un producto útil para la agricultura en remplazo de fertilizantes minerales de alto costo (Aparcana & Jansen, 2008; Wezel *et al.*, 2009). El objetivo del trabajo es, promover el cultivo de plantas de USpí (*Couepia polyandra*) y caracolillo (*Ormosia macrocalix*) utilizando materias primas orgánicas residuales con alto valor agregado (biofertilizantes), a través de Lixiviados de lombriz (digestato) y Biol generados en procesos de vermicompostaje y digestión anaerobia respectivamente versus fertilizantes orgánico e inorgánico comerciales. Con estos resultados, se promueve una alternativa de fertilizantes orgánicos que pueden ser utilizados por los agricultores rurales en la propagación de plantas y una solución a los problemas ambientales que se generan a partir de los fertilizantes minerales. *Couepia polyandra*, es un árbol tropical no muy conocida en la región, sin embargo, Gao *et al.*, (2008) señala que es un arbusto que tiene importancia farmacológica, debido a que se ha reportado que contiene metabolitos secundarios tales como ácido oleanoico, edgeworina, ácido betulinico y estigmasterol. Estos metabolitos son inhibidores de la enzima ADN polimerasa y potencializan la acción de la bleomicina, un anti-cancerígeno. *Ormosia macrocalix*, es una especie tropical común en las selvas altas y que hoy en día se encuentra en la categoría de especie amenazadas en la NOM- 059 SEMARNAT-2001.

II. ANTECEDENTES

En el presente apartado, se detallan los estudios más reciente sobre la evaluación de biofertilizantes y fertilizantes inorgánicos.

II.1. Caracterización fisicoquímica de fertilizantes orgánicos

Estudios realizados por Arancon *et al*, (2004), sobre los efectos producidos a partir de residuos de alimentos, evaluados en el crecimiento y rendimiento de pimientos (*Capsicum annuum*) en invernadero, muestran resultados de pH de 7.4 y conductividad eléctrica de 16.9 mmhos/cm. Gutiérrez *et al*, (2007), evaluaron la vermicomposta como suplemento del suelo para mejorar el crecimiento, rendimiento y la calidad del fruto de tomate (*Lycopersicon esculentum*), y reportan valores de pH de 8.6 y conductividad eléctrica de 8 mS/cm⁻¹. Tejada *et al*, (2008) efectuaron estudio sobre el uso agrícola de los Lixiviados de lombriz obtenidos a partir de dos procesos de vermicompostaje diferentes, obtuvieron como resultados pH 6, N 900 mg/L⁻¹, P 500 mg/L⁻¹ y K 600 mg/L⁻¹. Gutiérrez *et al*, (2008) evaluaron la formulación de un fertilizante líquido para el sorgo (*Sorghum bicolor*) usando Lixiviado de vermicomposta, el Lixiviado presento un pH de 7.8 y conductividad eléctrica de 2.6 dS m⁻¹ y contenía 247 mg/L⁻¹ de NO₃⁻, 168 mg/L⁻¹ de PO₄³⁻ y 834 mg/L⁻¹ de K. Sing *et al* (2010), reportan datos de pH de 6.7, N 800 mg/L⁻¹, P 600 mg/L⁻¹, K 600 mg/L⁻¹, de la caracterización de Lixiviado de vermicomposta. Bustamante *et al*, (2012) realizaron estudio sobre el co-compostaje de la fracción sólida de digestatos anaeróbicas, para materiales de valor añadido para su uso en la agricultura. Obteniendo como resultado de caracterización fisicoquímica pH 6.92, conductividad eléctrica de 7.52 dS m⁻¹, N 31,200 mg/kg, P 8250 mg/kg y K 19,700 mg/kg. Albuquerque *et al* (2012), realizaron caracterización de digestato y reportan pH de 7.91, conductividad eléctrica de 25 dSm⁻¹. Mendoza *et al*, (2014), reportan datos de Lixiviado de vermicomposta de pH 7.95, conductividad eléctrica de 180.6 mS/m⁻¹, NO₃⁻ 23 mg/L⁻¹, P no detectable, K 8 mg/L⁻¹. Alfa *et al* (2014), realizaron la evaluación de la calidad de los biofertilizantes y las implicaciones en la salud de efluentes de digestión anaerobia de estiércol de vaca y gallinaza, donde obtuvieron un rango de pH entre 6.8 y 7.4. Owamah *et al* (2014), reportan datos de pH inicial en el

proceso de digestión anaerobia de 4.5 y 6.5 al final del proceso para ser utilizado como fertilizante.

II.2. Prueba fitotóxica

El bioensayo de toxicidad aguda es una prueba estática de toxicidad aguda en el que se pueden evaluar los efectos fitotóxicos de compuestos puros en el proceso de germinación de las semillas y en el desarrollo de las plántulas durante los primeros días de crecimiento. Estudios realizados por Gutiérrez *et al*, (2007) muestran resultados de porcentaje de germinación de 95% en una prueba de vermicomposta evaluados con semillas de berro (*Lepidium sativum*). Gutiérrez *et al*, (2008) realizó una prueba fitotóxicas en semillas de berros evaluando el Lixiviado de vermicomposta, donde obtiene como resultado el 65% de germinación de semillas. Albuquerque *et al* (2012), realizaron pruebas de fitotoxicidad en semillas de berros, obteniendo como resultado 82% de germinación.

II.3. Experimentos en plantas

Algunas investigaciones muestran el potencial del uso de biofertilizantes (Lixiviado de lombriz, Biol, enmiendas de suelo, vermicompost) en el crecimiento de plantas, como lo menciona Gutiérrez *et al*, (2007), que obtuvieron resultados de crecimiento de altura de 55 cm, el diámetro de tallo de 1.2 cm, y el número de hojas fue 105, evaluados en tomate (*Lycopersicum esculentum*). Bachman y Metzger, (2008) evaluaron el crecimiento de tomate Rutgers, obteniendo como resultado área foliar de 10.71 cm², utilizando vermicomposta en diferente puntos de producción de tomate. Almanaguer *et al* (2012), reporta resultados de altura de la planta en un estudio realizado en maíz de 55.87 cm, usando Lixiviado de vermicomposta. Milpa *et al* (2012), reporta datos de longitud de tallo de 47.92, 48.38 y 48.44 cm para Iris de Holanda, y área foliar de 206.53, 235.46 y 232.10 cm², utilizando humus de lombriz y Lixiviados como biabono. Kikamagi *et al* (2013) reporta datos de la altura en los arboles de abedul fertilizadas con cenizas fue mayor (0.5 a 0.6). Mendoza *et al*, (2014), reportan datos de longitud de tallo 18.2 y 17.6 cm, diámetro 3.59 y 3.36 mm, longitud de la raíz de 28.9 y 28.7, utilizando vermicomposta de residuos

hortícolas. Pandey y Patra, (2015), reportan datos de área foliar 46.33 cm² y altura 53.74 cm en *Pelargonium graveolens* L'ella, aplicando fertilizantes orgánicos y químicos.

II.4. Otros efectos

Otros efectos de los biofertilizantes, sobre todo en Lixiviados de lombriz y vermicomposta, presentan otros efectos en las plantas como los que menciona Akinnifesi *et al* (2007), indican que el abono y riego, durante la estación seca de forma individual no tiene una influencia significativa sobre el crecimiento de las plantas. Frandika *et al* (2007), revela que el uso de la combinación de los recursos orgánicos y urea bajo el régimen de riego corto para mejorar la eficiencia del uso del nitrógeno con el aumento actual de la sequía y el agotamiento de la fertilidad del suelo se debe recomendar. Raffo *et al* (2014), sugieren que las cuestiones específicas e importantes de producción de cultivos orgánicos son los relacionados con las interacciones entre la raíz y la fertilidad del suelo/planta y la reducción de las tasas de liberación de nutrientes para las plantas procedentes de fertilizantes orgánicos. Urzedo *et al*, (2013), evaluaron los efectos de fertilizantes orgánicos e inorgánicos sobre gases de efecto invernadero en el sector forestal tropical, algunas de las interacciones bidireccionales entre estos factores tuvieron una influencia significativa en diámetro del cuello de la raíz y la altura de la planta. La fertilización foliar con los Lixiviados producidos durante los procesos de vermicompostaje produce aumento significativo en el rendimiento y la calidad de las frutas por su alto contenido de sustancias húmicas como lo indican Tejada *et al*, 2008. La aplicación de Lixiviados reduce no solo los trastornos fisiológicos como el albinismo y la malformación de la fruta, sino también reduce la aparición de moho gris (hongos) (Singh *et al*, 2010).

III. MARCO TEÓRICO

En México es cada vez más evidente la necesidad de impulsar programas y acciones de conservación y fomento de la vegetación natural, debido a la degradación y deterioro que actualmente enfrentan los recursos forestales y los cambios de uso de suelos, que demanda espacios de asentamiento y producción, por tal motivo la búsqueda de alternativas para la reproducción y propagación de plantas, así como el mejoramiento del medio ambiente. Para ello es necesario conocer las fuentes que podrían ayudar al crecimiento de plantas y que este ocasionen menos daño.

III.1. Biofertilizantes

Los biofertilizantes son insumos formulados con uno o con varios microorganismos, los cuales, de una forma u otra proveen o mejoran la disponibilidad de nutrientes cuando se aplican a los cultivos (Acuña, 2003). Son productos tecnológicos elaborados con microorganismos que promueven el crecimiento de las plantas y les proporcionan nutrientes.

Existen diferentes formas de obtener biofertilizantes, a través de plantas fijadoras de Nitrógeno en donde las raíces forman nódulos (y existe una relación simbiótica planta microorganismos). Por otra parte existen microorganismos que viven en el suelo y algunos de ellos tienen la habilidad de promover el crecimiento de las plantas, ya que les aportan nutrientes como N, P y Fe. Otra forma de obtener biofertilizantes es a través del vermicompostaje y/o digestión anaerobia.

III.2. Vermicompostaje

Es un proceso de biooxidación de materiales orgánicos, mediado por la acción combinada de lombrices y microorganismos, a través del cual se obtienen productos estables, ricos en poblaciones microbianas y de granulometría fina denominada vermicomposta o abono orgánico (Elvira *et al*, 1995).

Las lombrices tienen uso en la estabilización de residuos orgánicos, industriales y agrícolas, además de producir fertilizante orgánico y proteína que se usa para alimento animal. Dados

sus requerimientos nutricionales y reproductividad Biológica, las especies *Eisenia fétida* y *Eisenia andrei* son ampliamente empleadas. Su modelo de desarrollo y reproducción está ampliamente documentado, demostrando su eficiencia en el proceso de vermicompostaje, (Elvira *et al.*, 1996). El vermicompostaje es rico en nitrógeno y fósforo, tiene buena estructura, bajos niveles de metales pesados, baja conductividad, alto contenido de ácidos húmicos y buena estabilización y maduración

(Elvira *et al.*, 1998). La adición al suelo de los Lixiviados que resultan del proceso de vermicompostaje pueden contener importantes nutrientes orgánicos y variando la concentración de compuestos tóxicos dependiendo del origen del material que se implementa en el proceso. Los Lixiviados pueden ser considerados recurso potencial de potasio para el sistema planta-suelo. Su uso en la agricultura puede inducir a deficiencias de potasio en las plantas especialmente si los lixiviados son adicionados al suelo con baja disponibilidad de potasio, (Elvira, *et al.* 1996).

III.3. Uso de los biofertilizantes

El uso de los biofertilizantes en la agricultura tiene dos ventajas principales: una ecológica y una económica. Los biofertilizantes son más baratos de producir que los fertilizantes químicos y eso permite que su precio sea más bajo que los fertilizantes químicos, y por lo tanto se reducen los costos de producción. Los biofertilizantes pueden utilizarse para aumentar el aprovechamiento de los fertilizantes químicos, lo que permite reducir la dosis que se agrega al cultivo, esto origina que se reduzca la cantidad de nitrógeno que se pierde y por lo tanto la contaminación (Martínez *et al.*, 2013).

III.4. Biol (Fertilizante Foliar Líquido)

Aparcana y Jansen, (2008), definen el Biol como la fracción líquida resultante del fango proveniente del fermentador o biodigestor. Este fango es decantado o sedimentado obteniéndose una parte líquida a la cual se le llama Biol. Aproximadamente el 90% del material que ingresa al Biodigestor se transforma a Biol. Esto depende naturalmente del tipo de material a fermentar y de las condiciones de fermentación.

El uso del Biol es principalmente como promotor y fortalecedor del crecimiento de la planta raíces y frutos, gracias a la producción de hormonas vegetales, las cuales son desechos del metabolismo de las bacterias típicas de este tipo de fermentación anaeróbica (que no se presentan en el compost) estos beneficios hacen que se requiera menor cantidad de fertilizante mineral u otro empleado. Las hormonas vegetales o fitohormonas se definen como fitoreguladores del desarrollo producidas por las plantas. A bajas concentraciones regulan los procesos fisiológicos y promueven el desarrollo físico de las plantas.

III.5. Fertilizantes químicos

Después de que terminara la segunda guerra mundial (finales de 1945) se buscó una manera de producir alimentos en suficiente cantidad para la población mundial. En 1940, surge en Estados Unidos un modelo de producción, llamado Revolución verde. Que es un modelo de agricultura intensiva que tiene la finalidad de aumentar los rendimientos de lo cultivo, en el que se siembran monocultivos y se usan insumos agrícolas como los fertilizantes químicos, plaguicidas y herbicidas. Los agroquímicos tienen efectos nocivos tanto para la salud de las personas como para el ambiente. Los fertilizante químicos y en general, los insumos agrícolas, aumentan la productividad agrícola en los primeros años que se usan, sin embargo, la productividad no se sostiene por mucho tiempo (Martínez *et al.*, 2013).

III.6. Producción de fertilizantes químicos

Los sistemas de producción de fertilizantes requieren cantidades significativas de energía fósil. Además, los precios de los fertilizantes minerales están aumentando, mientras que los recursos de nutrientes se están agotando. Por esto la transición de una base fósil a una economía de base Biológica, se ha convertido en un reto importante para recuperar al máximo y reciclar valiosos nutrientes de los flujos de residuos de una manera sostenible y respetuosa con el medio ambiente, (Veneckhoute *et al.*, 2013).

Los biofertilizantes y los fertilizantes químicos pueden aplicar a diversos cultivos agrícolas como forestales, a continuación se describen las especies en las que usaran estos biofertilizantes y fertilizante químico.

III.7. Descripción del Uspí (*Couepia polyandra*)

Se presentan en selvas medianas subperennifolias y subcaducifolias, en medianas y bajas caducifolias, desarrollándose mejor en estas últimas en suelos arenosos de vegas de ríos, pertenece a la familia de las chrysobalanaceae. En la vertiente del Pacífico desde el sur de Sinaloa, Nayarit y Jalisco hasta Oaxaca, incluyendo probablemente la cuenca de Balsas, y en la vertiente del Golfo de Veracruz, Tabasco, Chiapas y la península de Yucatán.

Crece en Bosques secos y bosques de galería, en elevaciones de 0–900 m. En el salvador, se ha registrado en los departamentos de ahuachapán, Morazán y san Salvador. En Costa Rica, en los bosques secos del noroeste de la vertiente del pacífico y zonas muy húmedas de la vertiente del atlántico. Se distribuye de México a Costa Rica.

C. polyandra es un árbol, de 10 a 35 m de altura; ramitas blanquecinas; estípulas lineares, deciduas. Hojas simples, alternas, de 6-13 por 2.5-5.5 cm, oblongas a oblongo-elípticas, ápice acuminado, con una pubescencia blanquecina aracnoides en el envés, borde entero. Inflorescencias racemosas terminales y axilares, de hasta 9 cm de largo. Flores blancas, con 11-21 estambres. Frutos drupas, de 5-7 por 3-4.5 cm, elipsoides a obovoides, el interior con una pulpa fibrosa, amarillenta o anaranjada. Se caracteriza por sus hojas blanquecinas en el envés, con varios nervios secundarios (hasta 15 pares) y dos glándulas en el ápice de los pecíolos. Sus frutos comestibles tienen un sabor dulce muy agradable y una textura algo pastosa (Pennington y Sarukhàn, 2005).

III.8. Descripción del Caracolillo (*Ormosia macrocalix*)

El caracolillo, es una especie que crece a bajas y medianas elevaciones en bosques húmedos o muy húmedos. Es una especie común como planta ornamental en parques y avenidas de Panamá. Florece y fructifica de junio a enero. *O. macrocalix* pertenece a la familia de las Fabaceae. Las flores son visitadas por abejas, mariposas y otros insectos. Las semillas son dispersadas por la abertura de los frutos y los animales. Las semillas son dispersadas por la abertura de los frutos y por los animales (Pérez, 1981). De acuerdo a

Ibarra *et al* (2001), la germinación es fanerocotilar hipogea con cotiledones de reserva en los viveros locales. La semilla se introduce en agua durante 72 hrs, o se escarifica (lijar la semilla).

La germinación inicia a los 8 días. A los 40 días, se obtiene un 73.3 % de germinación. La imbibición de las semillas inicia prontamente. Después la radícula rompe la cubierta seminal y crece hasta alcanzar 2 cm, aproximadamente. El hipocótilo se desarrolla para descubrir los cotiledones de reserva los cuales se quedan en la base del epicótilo. A los 12 días después de la germinación, se desarrollan los parcotiledones, los cuales tienen una longitud de 2.5 cm. Se caracterizan por tener un limbo ovado, ápice aristado y una base aristada. Las plántulas se desarrollan mejor con sombra del 80%, aunque se considera una especie demandante de luz para su posterior crecimiento (Pérez, 2011, Cámara y Cappello, 2013). Es un árbol perennifolio ya que tiene follaje durante todo el año.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

IV. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, el uso de agroquímicos hace que la cosecha del producto sea más rápida, pero a su vez, constituyen uno de los problemas serios, ya que estos provocan que el suelo pierda sus propiedades Biológicas hasta llegar a la pérdida total e irremediable de este. El uso de biotecnologías, podría llegar a reducir el manejo y uso de agroquímicos, también a la reducción de residuos orgánicos que son depositados de manera inadecuada, ya que estos poseen los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas, además de ser un producto de bajo costo, es una alternativa amigable con el ambiente. Actualmente los recursos forestales se han visto afectados por la deforestación y por cambios de uso de suelo, esto propicia problemas ambientales y pérdida de la biodiversidad, y coloca en riesgo de extinción de una gran variedad de plantas y animales. *O. macrocalix*, está en la categoría de especie amenazadas en la NOM- 059 SEMARNAT-2001. Por esta razón se ha visto la necesidad de buscar alternativas para la propagación de estas especies, estas especies pueden usarse en la reforestación.

La presente investigación tiene varios impactos que justifica su impulso:

Tecnológico: El uso de digestores anaerobios y técnicas de vermicompostaje, es un proceso en el que se puede obtener múltiples beneficios.

Económico: La búsqueda de alternativas eficientes, utilizando residuos orgánicos generados para la producción de productos de bajo costo.

Social: Sensibilizar a la población, sobre el uso de fertilizantes orgánicos, la facilidad con la que la pueden obtener y los beneficios que se obtiene.

Ambiental: Reducir los residuos orgánicos que son depositados de manera inadecuada, y que estos provocan fauna nociva, así como también reducir emisiones de gases de efecto invernadero. Desde el punto de vista de las ciencias ambientales, la presente investigación busca concientizar el cuidado del medio ambiente y la relación que existe con el hombre, tratando de mejorar la calidad del mismo.

V. HIPÓTESIS

La importancia de esta investigación es evaluar los biofertilizantes y ver sus efectos en el crecimiento de dos especies para esto se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Los fertilizantes de origen orgánicos tienen mejor efecto en el crecimiento de *C. polyandra* y *O. macrocalix*?

V.1. Hipótesis nula (H₀):

No existen diferencias significativas de los biofertilizantes y fertilizante químico en el crecimiento de *C. polyandra* y *O. macrocalix*.

V.2. Hipótesis Alternativa (H₁):

Los biofertilizantes y fertilizante químico producirán un mayor crecimiento en *C. polyandra* y *O. macrocalix*: las plantas presentarán mayor altura, mayor área foliar, diámetro, mayor número de hojas, mayor longitud de raíz y mayor biomasa.

VI. OBJETIVOS

VI.1. General

Evaluar el efecto que tienen los biofertilizantes y fertilizante químico sobre el crecimiento de *Couepia polyandra* y *Ormosia macrocalix*.

VI.2. Específicos

1. Caracterizar la calidad de los biofertilizantes y fertilizante químico (pH, CE, N, P y K).
2. Evaluar la fitotoxicidad de los biofertilizantes.
3. Evaluar el crecimiento de *Couepia polyandra* aplicando biofertilizante (Lixivado de lombriz, Biol, Ibiol y Acadian suelo).
4. Evaluar el crecimiento de *Ormosia macrocalix* aplicando biofertilizante (Lixivado de lombriz, Biol, Ibiol y Acadian suelo).

VII. MATERIALES Y MÉTODOS

VII.1. Área de estudio

El experimento de la aplicación de biofertilizantes y fertilizante a *C. polyandra* y *O. macrocalix*, se llevó a cabo en el invernadero ubicado a un costado de la División Académica de Ciencias Biológicas, con una posición geográfica de 17°59'22.62" latitud norte y 92°58'26.51" longitud oeste (Fig. 1).



Figura 1. Invernadero donde se realizó el experimento

VII.2. Caracterización de la calidad de los biofertilizantes y fertilizante químico (pH, CE, N, P y K).

Para la caracterización de los biofertilizantes se tomó 100 ml de cada fertilizante y se colocaron en vasos de precipitado, posteriormente se tomó la lectura con el equipo.

El pH y conductividad se determinaron con un equipo versátil marca Hanna 9828^{MR} con precisión 0.01 pH y 0.1 para CE, (Norma de certificación DIN EN ISO 9001). (Fig. 2 y Fig. 3). La medición de nutrientes (N, P, K) para cada biofertilizantes y fertilizante químico, se realizó con un medidor multiparámetros marca Hanna 83225MR Grow Master par análisis de nutrientes en agricultura con precisión de ± 10 mg/L para el N, ± 5 mg/L para el P y ± 30 mg/L para el K, (USEPA 18.1 Norma basada en la EPA 0.9) (Fig. 4 y Fig. 5).

Universidad Ju



Figura 2. Equipo Hanna 9828



Figura 3. Medición de pH y conductividad eléctrica



Figura 4. Equipo multiparámetros para nutrientes

De Tabasco.

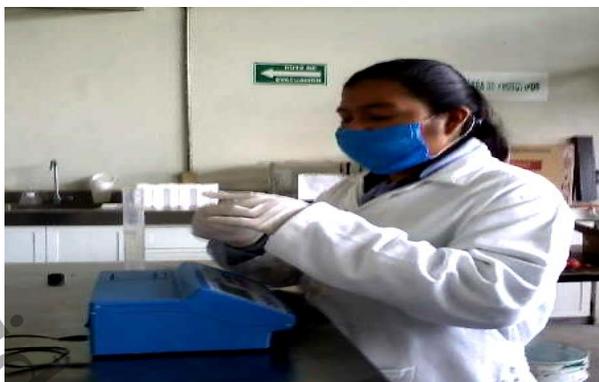


Figura 5. Medición de nutrientes

VII.3. Caracterización del sustrato

En la aplicación de biofertilizantes y fertilizante químico, se utilizó sustrato de tipo vega de río, que se tomó en las orillas del río carrizal, ubicado frente a las instalaciones de la División de Académica de Ciencias Biológicas, lo cual fue caracterizado para conocer la textura que posee. Para la caracterización de la textura del sustrato, se utilizó la NOM-021-RECNAT-2000, que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. (Estudios, muestreo y análisis).

VII.4. Evaluación de la fitotoxicidad de los biofertilizantes

El bioensayo de toxicidad aguda con semillas de lechuga (*Lactuca sativa L.*) es una prueba estática (120 horas de exposición) en el que se pueden evaluar los efectos fitotóxicos de compuestos puros o de mezclas complejas en el proceso de germinación de las semillas y en el desarrollo de las plántulas durante los primeros días de crecimiento.

El porcentaje de germinación de *Lactuca sativa L.*, se determinó colocando papel filtro en una placa Petri. Donde se colocaron 20 semillas de lechuga, sobre papel filtro que contenía la base, a cada placa se colocó 5 ml de Lixiviado de lombriz y Biol, a diferentes concentraciones (100%, 30%, 10%, 3% y 1%), se cubrió con la tapa de las placas. El número de semillas germinadas se contó después de incubar las placas a 20 °C durante 120

horas (5 días), se calculó el índice de la velocidad de germinación de Kotowski's y se midió la elongación radicular e hipocótilo (Sombrero y Ronco, 2004), (Fig. 6, 7, y 8).



Figura 6. Preparación de diferentes concentraciones



Figura 7. Inicio de la germinación de semillas



Figura 8. Crecimiento radicular e hipocótilo

VII.5. Fertilizantes que se utilizaron durante los experimentos

Los fertilizantes que se utilizaron durante en el experimento en plántulas se describen a continuación:

Biofertilizantes

Lixiviado de lombriz: Producido a partir de la acción de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) sobre el contenido ruminal de ganado vacuno, obtenido en la División Académica de Ciencias Biológicas. Para la obtención del lixiviado se construyó una cama de 1.0 x 2.5 x 0.5 m, para la producción de vermicomposta. Se trataron 75 kg de contenido ruminal más 2 kg digestato (sólidos producto de la digestión anaerobia), más 20 kg de pie de cría de lombrices (*Eisenia foetida*). El tiempo de procesado fue de tres meses. Durante este tiempo, se colectaban los lixiviados almacenándolos en tanques de 20 litros.

Biol: líquido producido a partir de la digestión anaerobia de contenido ruminal vacuno, obtenido en la División Académica de Ciencias Biológicas.

Ibiol: Es un mejorador de suelo, elaborado de la síntesis de frutas, legumbres y desechos orgánicos de origen animal, elaborada por la empresa Industria Bioenergética S.A. De C.V.

Químicos: Se utilizó un fertilizante químico: Acadian suelo™. Composición química: 0.34% Nitrógeno, 6.84% potasio, fósforo no detectado. Es un fertilizante producido por la empresa industrial CHEMINOVA AGRO DE MEXICO, S.A. DE C.V.

VII.6. Diseño experimental para evaluar el crecimiento de *Couepia polyandra* y *Ormosia macrocalix*

Para este estudio se utilizó un diseño completamente aleatorizado de un factor (efectos) con 5 niveles de tratamiento (T1 Lixiviado de lombriz, T2 Biol, T3 Ibiol, T4 Acadian suelo y T5 Testigo (Control-Agua)), con 3 repeticiones para cada tratamiento, obteniendo 15 unidades experimentales de cada especie, cada repetición constó con de 8 plantas, por tratamiento, haciendo un total de 24 individuos (por tratamiento), donde el factor de interés es el efecto de cada tratamiento. Las unidades experimentales consistieron en bolsas

circulares de polietileno color negro calibre 0.5 con 15 cm de diámetro y una altura de 20 cm. Dentro de la bolsa se colocó 1kg de sustrato en el que se colocó una planta de *C. polyandra* y/u *O. macrocalix* de dos meses de edad, el fertilizante se aplicó cada tercer día. El tiempo de experimentación fue de cinco meses para *C. polyandra* y 6 meses para *O. macrocalix*, al término de cual se evaluó la altura de la planta (cm), área foliar (cm²), diámetro del tallo (mm), número de hojas, longitud de la raíz (cm) y biomasa (g), como variables de respuestas.



Figura 9. Crecimiento de *C. polyandra*



Figura 10. Aplicación de fertilizantes



Figura 11. Comparación en las raíces por tratamientos



Figura 12. Plantas de *O. macrocalix* al inicio de los tratamientos



Figura 13. Plantas de *O. macrocalix* después de los tratamientos

VII.7. Análisis estadístico

Para las variables de respuestas que cumplieron con los postulados de estadística paramétrica, se realizó un análisis de varianza (ANOVA-una vía) de los diferentes tratamientos de fertilizantes evaluados, para encontrar diferencias significativas con un 95 % de confianza. Se llevó a cabo un contraste múltiple de medias de Tukey para determinar diferencias entre los tratamientos.

Las variables de respuesta que no cumplieron con los postulados de estadística paramétrica, se evaluaron con un análisis estadístico de Kruskal- Wallis y se llevó a cabo un contraste de medianas de U de Mann Whitney para evaluar diferencias significativas entre los tratamientos. El análisis se realizó empleando el paquete estadístico Statgraphics Centurión16™.

VIII. RESULTADOS

VIII. 1. Caracterización de la calidad de los biofertilizantes y fertilizante químico (pH, CE, N, P y K).

Las características fisicoquímicas de los fertilizantes se muestran en la Tabla 1. Se puede observar que el Lixiviado de lombriz y Biol mostraron resultados adecuados (pH cercano al neutro, conductividad eléctrica menor a 3, y presencia de nutrientes), para ser utilizados como fertilizante.

Tabla 1. Características fisicoquímicas de los biofertilizantes y fertilizante químico

PARÁMETROS	LIXIVIADO DE			
	BIOL	LOMBRIZ	ACADIAN	IBIOL
pH	7.4	7.5	7	2
Conductividad (dS.cm ⁻¹)	1.2	2.4	0.00	0.00
NO ₃ ⁻ (mg/L ⁻¹)	48889.3	66000.0	0.0	5333.3
P ₂ O ₅ (mg/L ⁻¹)	7466.0	10066.0	0.0	6866.0
K ₂ O(mg/L ⁻¹)	3966.0	3400.0	3400	2300.0

VIII.2. Caracterización del sustrato

De acuerdo al gráfico para la denominación de los suelos según la textura, el tipo de sustrato utilizado para este trabajo fue franco-areno-arcilloso, Tabla 2.

Tabla 2. Caracterización del sustrato utilizado.

Sustrato	L+A	Arena	Arcilla	Limo
Vega de río	47.27±0.7	52.72±16.7	23.02±1.7	27.87±0.7

L+A= limo + arena

VIII.3. Evaluación de la fitotoxicidad de los biofertilizantes.

Los resultados de la prueba de fitotoxicidad en el porcentaje de germinación en la *Lactuca sativa L.*, para cada una de las concentraciones de Lixiviado se muestran en la Tabla 3, se observa que el mayor porcentaje de germinación a las 120 hr para Lixiviado se encontró en las concentraciones al 10, 3 y 1% (98.3 ± 2.8 , 96.6 ± 2.8 , 93.3 ± 5.7 respectivamente). Los resultados de las pruebas de fitotóxicidad en el porcentaje de germinación para cada concentración de Biol se observan en la Tabla 4, se observa que el mayor porcentaje se encontró en las concentraciones al 1 y 3% (95.0 ± 0.0 y 95.0 ± 5.0 , respectivamente).

Tabla 3. Porcentaje de germinación y velocidad de Kotowski's del Lixiviado de lombriz

Concentraciones	Porcentaje de germinación			Cálculo de la velocidad de Kotowski
	20hr	40hr	120hr	
Lixiviado de lombriz (%)				
1	83.3± 12.5 a	93.3±5.7 ba	93.3± 5.7 ba	12.67
3	93.3±7.6 a	95.0±5.0 ba	96.6±2.8 ba	12.60
10	95.0±8.6 a	98.3±2.8 a	98.3±2.8 a	12.53
30	85.0±5.0 a	90. ±10.0 ba	91.3±10.4 ba	12.66
100	0±0 b	5.0±0 c	5.0±0 c	12.50
Control agua dura	80.0±0 a	8.0±0 b	90.0±0 b	12.87
Control sulfato de Zinc	0±0 b	0±0 c	0±0 c	0

Control agua dura= agua mineral comercial

Tabla 4. Porcentaje de germinación y velocidad de Kotowski's del Biol

Concentraciones	Porcentaje de germinación			Cálculo de la velocidad de Kotowski
	Tiempo de conteo	20hr	40hr	
Biol (%)				
1	90.0± 5.0 a	95.0±0 a	95.0± 0 a	12.58
3	83.3±2.8 ba	93.3±7.6 a	95.0±5.0 a	12.7
10	85.0±5.0 ba	91.6±5.7 a	93.3±2.8 a	12.68
30	86.6±2.8 a	93.3 ±5.7	93.3±5.7 a	12.61
100	60.0±0 c	85.0±0 b	85.0±0 b	12.97
Control agua dura	75.0±0 b	90.0±0 a	90.0±0 a	12.87
Control sulfato de Zinc	0±0 d	0±0 d	0±0 d	0

Control agua dura= agua mineral comercial

Los resultados más eficientes en la elongación radicular para cada concentración de Lixiviado de lombriz y Biol, se observan en la Tabla 5 y 6. En el Lixiviado se encontró al 3 % (22.09±4.0) y para el Biol al 3 y 1% (24.81±0.9 y 24.13±2.6, respectivamente). Los resultados en el hipocótilo fueron más eficientes en el Lixiviado al 3 y 10% (4.72±0.20 y 4.60±0.30) respectivamente. Para el Biol se encontró en las concentraciones al 1 y 3% (5.89±0.7 y 5.80±0.27), respectivamente.

Tabla 5. Elongación e hipocótilo para cada concentración de Lixiviado de lombriz

Concentraciones de Lixiviado de lombriz (%)	Elongación radicular (mm)	Hipocótilo (mm)
1	18.99±1.9 ba	4.31±0.37 a
3	22.09±4.0 a	4.72±0.20 a
10	13.77±1.01 cb	4.60±0.30 a
30	9.7±5.7 dc	3.24±1.0 b
100	5.0±0 dc	1±0 dc
Control agua dura	13.25±0 cba	2.12±0 cb
Control sulfato de Zinc	0±0 d	0±0 d

Tabla 6. Elongación e hipocótilo para cada concentración de Biol

Concentraciones de Biol (%)	Elongación radicular (mm)	Hipocótilo (mm)
1	24.13±2.6 a	5.89±0.7 a
3	24.81±0.9 a	5.80±0.27 a
10	22.63±2.1 ba	4.17±0.04 b
30	12.37±1.3 c	3.26±0.92 b
100	20.08±0 ba	4.86±0 ba
Control agua dura	18.13±0 b	4.08±0 b
Control sulfato de Zinc	0±0 d	0±0d

VIII.4. Crecimiento de *Couepia polyandra*

Los resultados de la variable altura de la planta (cm) a los 7 meses de edad (5 en el tratamiento), se muestran en la Fig. 14. El análisis de varianza (ANOVA de una vía) indica que existen diferencias altamente significativa entre los diferentes tratamientos aplicados a *C. polyandra* ($p < 0.001$). En la variable altura de la planta (cm), el promedio más alto se encontró en el Lixiviado (32.98 ± 3.92), seguido del Biol (31.75 ± 2.88) y el promedio más bajo se obtuvo en C-A (23.27 ± 3.97), el Ibiol y Acadian presentaron valores medios (25.02 ± 4.84 y 24.45 ± 5.01), respectivamente. Los resultados de la variable área foliar (cm^2), se muestran en la Fig. 15. El contraste de medianas de U de Mann-Whitney, indican que existen diferencias altamente significativas dentro de los tratamientos evaluados ($p < 0.001$), el contraste indica que el valor más bajo de área foliar se encontró en el Ibiol.

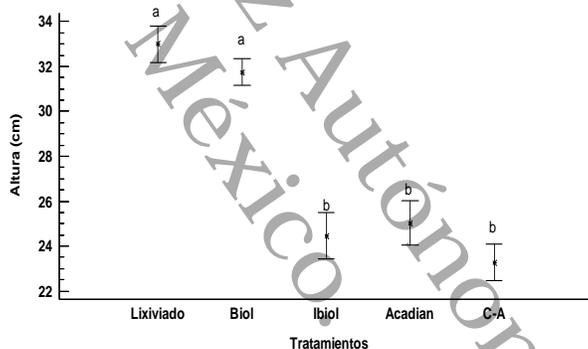


Figura 14. Valores promedios $IC \pm$ (Tukey) de altura de la planta (cm) encontrados en los 5 niveles de tratamientos. Letras diferentes indican diferencias altamente significativas. El valor de n fue de 3 para cada uno de los tratamientos

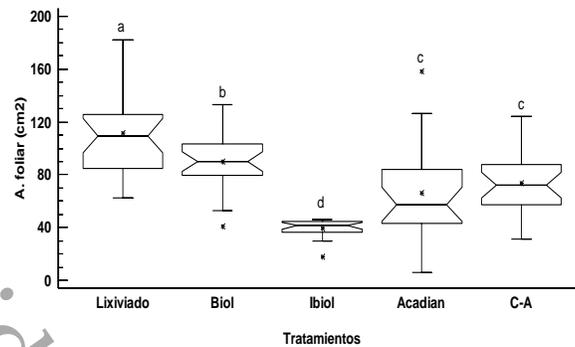


Figura 15. Diagrama de cajas mostrando medianas y medias para cada uno de los 5 niveles de tratamientos evaluados en área foliar (cm²). Letras diferentes indican diferencias altamente significativas. El valor de n fue de 3 para cada uno de los tratamientos.

Los resultados en la variable diámetro del tallo (mm) a los 7 meses de edad (5 en el tratamiento), se muestran en la Fig. 16. El contraste de medianas de Mann-Whitney, indican que existen diferencias altamente significativas dentro de los tratamientos evaluados ($p < 0.001$). El contraste indica que el valor más bajo de diámetro se encontró en el Ibiol y en el Acadian, sin embargo en Acadian y C-A no hubo diferencias significativas. La Fig. 17, muestra los resultados de la variable número de hojas. El análisis de varianza (ANOVA de una vía) indica que existe diferencia altamente significativa entre los cinco niveles de tratamientos aplicados ($p < 0.001$). El promedio más alto se encontró en el Lixiviado (6.04 ± 0.90), seguido del Biol (5.33 ± 0.81). El Acadian y C-A presentaron valores medios (4.16 ± 1.12 y 4.04 ± 0.85), respectivamente. El valor más bajo se encontró en el Ibiol (3.16 ± 0.96).

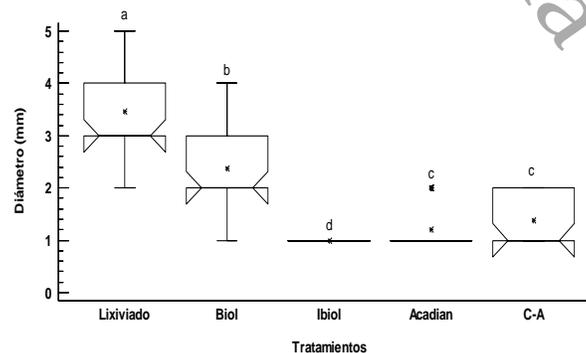


Figura 16. Diagrama de cajas mostrando medianas y medias para cada uno de los 5 niveles de tratamientos evaluados en diámetro (mm). Letras diferentes indican diferencias altamente significativas. El valor de n fue de 3 para cada tratamiento.

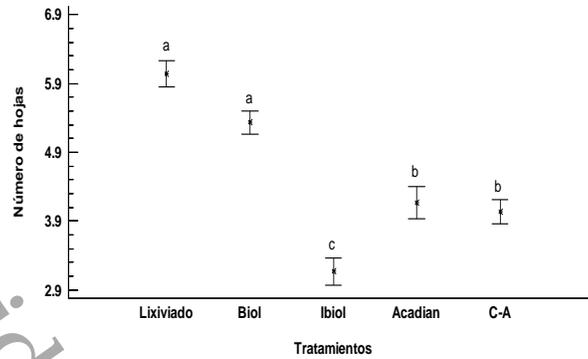


Figura 17. Valores promedios $IC \pm$ (Tukey) en número de hojas encontrados en cada uno de los 5 niveles de tratamientos evaluados. Letras diferentes indican diferencias altamente significativas.

Los resultados de longitud de la raíz (cm) a los 7 meses de edad (5 en el tratamiento) se muestran en la Fig. 18. El análisis de varianza (ANOVA de una vía) indica que existe diferencia altamente significativa entre los cinco niveles de tratamientos aplicados ($p < 0.001$). El promedio más alto se encontró en el Lixiviado (9.72 ± 0.72), seguido del Biol (8.87 ± 0.81). El promedio más bajo se encontró en el Ibiol y C-A (5.03 ± 0.73 , 5.44 ± 0.72), respectivamente. Los resultados de la variable biomasa (g), se muestran en la Fig. 19. El contraste de medianas de Mann-Whitney, indican que existen diferencias altamente significativas dentro de los tratamientos evaluados ($p < 0.001$). El contraste indica que en el Ibiol, el Acadian y el control no hay diferencias estadísticamente significativas, mientras que en Lixiviado y Biol sí hay diferencias estadísticamente significativas.

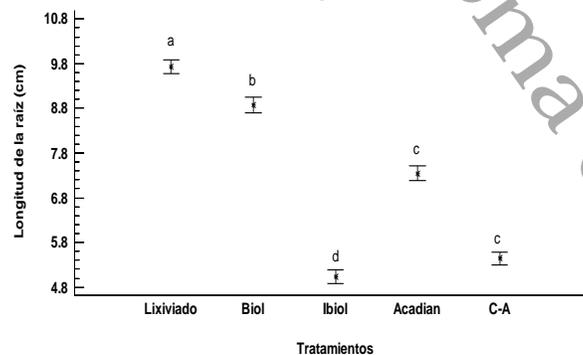


Figura 18. Valores promedios $IC \pm$ (Tukey) en longitud de la raíz encontrados en cada uno de los 5 niveles de tratamientos evaluados. Letras diferentes indican diferencias altamente significativas.

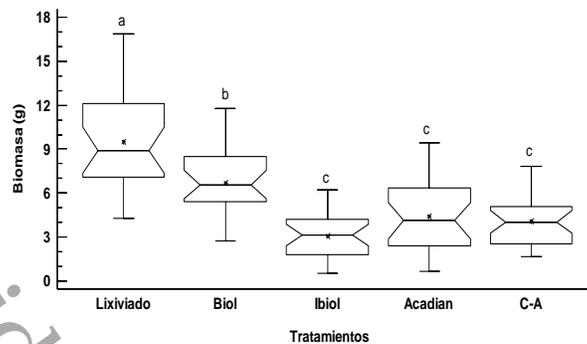


Figura 19. Diagrama mostrando medianas y medias para cada uno de los 5 niveles de tratamientos evaluados en biomasa (g). Letras diferentes indican diferencias altamente significativas. El valor de n fue de 3 para cada tratamiento.

VIII.5. Crecimiento de *Ormosia macrocalix*

Los resultados de altura en *O. macrocalix* (cm) de 8 meses de edad (6 en el tratamiento), se observan en la Fig. 20. El análisis de varianza (ANOVA de una vía) indica que existen diferencias altamente significativas entre los diferentes tratamientos aplicados ($p < 0.001$), en la variable altura de la planta (cm). El promedio más alto se halló en el Lixiviado (26.24 ± 3.90), seguido del Biol (23.87 ± 3.75), los Ibiol, Acadian y C-A presentaron promedios similares (19.85 ± 3.64 , 17.12 ± 2.75 , 17.85 ± 3.24 , respectivamente). Los resultados de área foliar (cm^2), se observan en la Fig. 21. El contraste de medianas de Mann-Whitney, indican que existen diferencias altamente significativas dentro de los tratamientos evaluados ($p < 0.001$), el contraste indica que el Lixiviado y Biol presentaron valores similares, el Ibiol y C-A también presentaron valores similares y el Ibiol presentó el valor más pequeño.

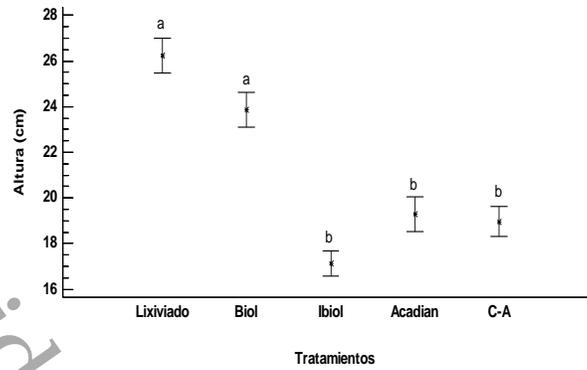


Figura 20. Valores promedios $IC \pm$ (Tukey) en altura (cm) encontrados en cada uno de los 5 niveles de tratamientos evaluados. Letras diferentes indican diferencias altamente significativas. El valor de n fue de 3 para cada tratamiento.

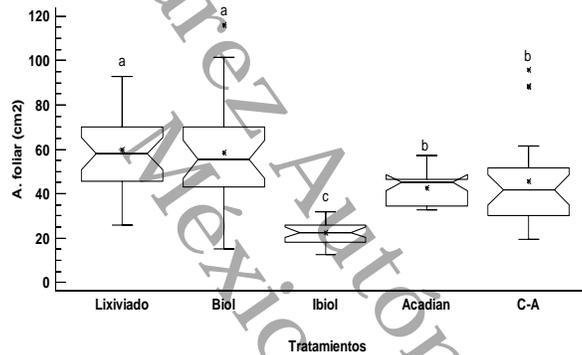


Figura 21. Diagrama de cajas mostrando medianas y medias para cada uno de los 5 niveles de tratamientos evaluados en área foliar (cm²) letras diferentes indican diferencias altamente significativas. El valor de n fue de 3 para cada tratamiento.

Los resultados de Diámetro (mm) de 8 meses de edad (6 en el tratamieto), se observan en la Fig. 22. El contraste de medianas de Mann-Whitney, indican que existen diferencias altamente significativas dentro de los tratamientos evaluados ($p < 0.001$), el contraste indica que el Lixiviado y Biol presentaron valores más altos, el Ibiol y acadian se observaron valores similares, aunque en el Ibiol se observan más variación. Los resultados de longitud de la raíz (cm), se observar en la Fig. 23. El contraste de de Mann-Whitney, indican que existen diferencias altamente significativas dentro de los tratamientos evaluados ($p < 0.001$) el contraste indica que existen dos grupos de longitud de la raíz, una conformado por el Lixiviado, Biol y C-A, que presentaron valores de mediana similares y otra por el Ibiol y acadian que también presentaron valores similares.

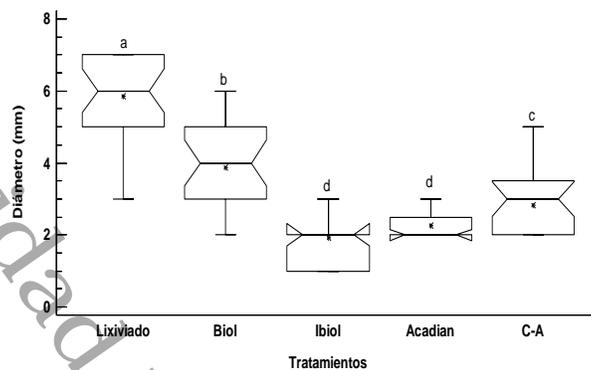


Figura 22. Diagrama de cajas, mostrando medianas y medias para cada uno de los 5 tratamientos evaluados Diámetro del Tallo (mm). Letras diferentes indican diferencias altamente significativas. El valor de n fue de 3 para cada tratamiento.

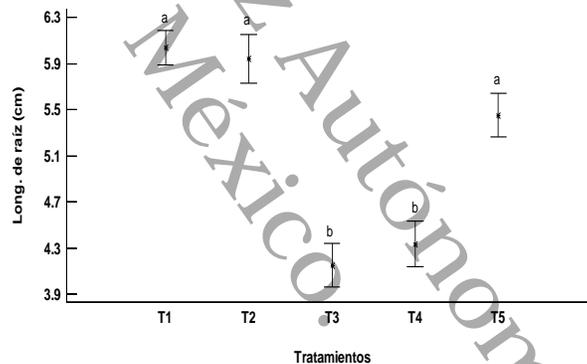


Figura 23. Diagrama de cajas mostrando medianas y medias para cada uno de los 5 niveles de tratamientos evaluados en longitud de la raíz (cm). Letras diferentes indican diferencias altamente significativas. El valor de n fue de 3 para cada tratamiento

Los resultados de número de hojas en *O. macrocalix* de 8 meses de edad (6 en el tratamiento), se observan en la Fig. 24. El análisis de varianza (ANOVA de una vía) indica que existen diferencias altamente significativas entre los diferentes tratamientos aplicados a *O. macrocalix* ($p < 0.001$), en la variable número de hojas. El promedio más alto se halló en el Lixiviado (7.38 ± 1.4), seguido del Biol (6.12 ± 1.42), el promedio más bajo se encontró en el Ibiol (3.75 ± 1.6), el C-A presentó promedio similar al Biol y Acadian (5.5 ± 0.93 , 6.12 ± 1.42 y 5.04 ± 1.26 , respectivamente). Los resultados de biomasa (g), se observan en la Fig. 25. El contraste de Mann-Whitney, indican que existen diferencias altamente significativas dentro de los tratamientos evaluados ($p < 0.001$), el

contraste indica que el valor más alto de biomasa se observó en el Lixiviado, seguido del Biol, el Ibiol y el Acadian y el C-A presentaron valores similares.

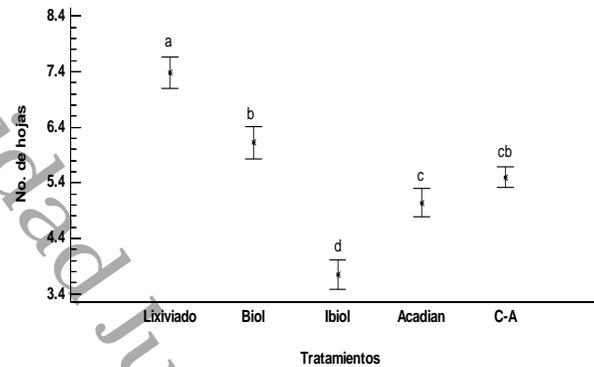


Figura 24. Valores promedios $IC \pm$ (Tukey) en número de hojas encontrados en cada uno de los 5 niveles de tratamientos evaluados. Letras diferentes indican diferencias altamente significativas. El valor de n fue de 3 para cada tratamiento.

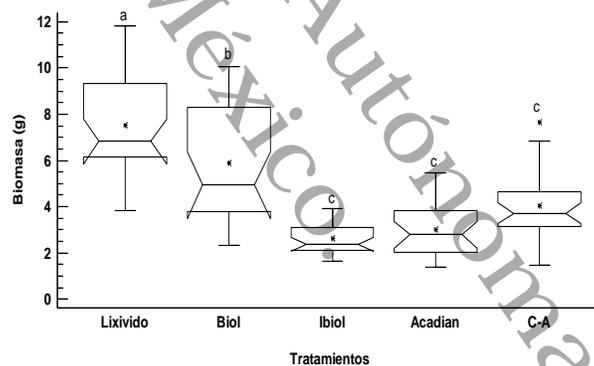


Figura 25. Diagrama de cajas mostrando medianas y medias de biomasa encontrados en los cada uno de los 5 niveles de tratamientos evaluados. Letras diferentes indican diferencias altamente significativas. El valor de n fue de 3.

IX. DISCUSIÓN

IX.1. Caracterización de la calidad de los biofertilizantes y fertilizante químico (pH, CE, N, P y K).

El Lixiviado de vermicompostaje obtenido a partir del contenido ruminal y restos vegetales en el presente estudio mostró resultados similares de pH y conductividad (7.5 y 2.4 dSm^{-1}) en comparación a los de Gutiérrez *et al*, (2008) con pH de 7.8 y conductividad eléctrica de 2.6 dS m^{-1} . Los resultados de nutrientes de este estudio fueron mayores (NO_3^- 49500 mg/L^{-1} , P+ 2167 mg/L^{-1} , K^+ 14000 mg/L^{-1}) en comparación a lo reportado por Gutiérrez *et al*, (2008) y Tejada *et al* (2008) (247 mg/L^{-1} de NO_3^- , 168 mg/L^{-1} de PO_4^{3-} y 834 mg/L^{-1}) (N de 900 mg/L^{-1} , P de 500 mg/L^{-1} y K de 600 mg/L^{-1}), respectivamente. El porcentaje de germinación en Lixiviado de vermicomposta en este estudio fue mayor (98.3%) a lo obtenido por Gutiérrez *et al*, (2008) y Albuquerque *et al*, (2012) (65% y 82%), respectivamente. Los resultados de Biol en este estudio mostraron resultados menores de pH y conductividad (7.4 y 1.2 dSm^{-1}) en comparación a lo reportado por Albuquerque *et al* (2012) (pH de 7.91 y conductividad eléctrica de 25 dSm^{-1}). El resultado de Fósforo fue mayor en este estudio (1633 mg/L), en comparación a lo reportado por Lansing *et al* (2010) y por Yetilmesoy y Sapci-Zengin (2009) (PO_4^{3-} de 51.5 mg/L^{-1} y P+ 370 mg/L^{-1}), respectivamente.

IX.2. Evaluación del crecimiento de *Couepia polyandra* y *Ormosia macrocalix*

Los resultados de aplicación de fertilizantes a *Couepia polyandra* en la variable altura de la planta en el Lixiviado de lombriz y Biol fue menor (32.98 ± 3.92 y $31.75 \pm 2.88 \text{ cm}$, respectivamente) con respecto a lo reportado por Gutiérrez *et al*, (2007) (55 y 53 cm) aplicados en *Lycopersicon esculentum* Mill y mayor a los reportado por Pandey y Patra, (2015), 53.74 cm aplicado en *Pelargonium graveolens* L'ella. Los datos de área foliar fueron mayores en este estudio que a lo reportados por Bachman y Metzger, (2008) 10.71 cm^2 aplicados en *Capsicum annuum* L., y 17.34 cm^2 en *Lycopersicon esculentum* Mill. 'Rutgers'. Los resultados de diámetro de tallo fueron menores para Lixiviado y Biol en comparación a lo reportado por Gutiérrez *et al*, (2007) 1.2 y 1.1 cm y mayor a lo reportado por Mendoza *et al* (2014) 3.59 y 3.36 mm . Los resultados de número de hojas obtenidos en el presente trabajo fue menor en el Lixiviado y Biol (6.04 ± 0.90 y 5.33 ± 0.81 , respectivamente) en comparación a los de Gutiérrez *et al*, (2007) (105 y 104 , respectivamente). Los resultados de longitud de la raíz de Lixiviado y Biol fueron menores en este estudio (9.72 ± 0.72 y 8.87 ± 0.81) que lo reportado por Mendoza *et al* (2014) 28.9 y 28.7 cm , aplicados en *Rosmarinus*

officinalis L., los resultados de la variable biomasa fue menor en comparación a lo obtenido por Milpa *et al* (2012) 57.91 g, aplicado a *Iris xiphioides* L., los resultados de la variable altura de la planta para *O. macrocalyx*, fueron menores a lo reportado por lo anterior, El promedio más alto se halló en el Lixiviado de lombriz (26.24 ± 3.90), seguido del Biol (23.87 ± 3.75). Área foliar, el Lixiviado y Biol presentaron valores similares. Para el diámetro de tallo, el Lixiviado y Biol presentaron valores más altos. La longitud de raíz, el Lixiviado, Biol y C-A presentaron valores similares, por otra parte el Biol y acadian también presentaron valores similares. En el número de hojas, El promedio más alto se halló en el Lixiviado (7.38 ± 1.4), seguido del Biol (6.12 ± 1.4). El valor más alto de biomasa se observó en el Lixiviado, seguido del Biol.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

X. CONCLUSIÓN

Los resultados en el presente trabajo muestran que el Lixiviado y Biol son adecuados para ser utilizados como fertilizantes en el crecimiento de plantas de *Couepia polyandra* y *Ormosia macrocalix*, la aplicación de biofertilizantes (Lixiviado y Biol) obtuvieron mejor crecimiento por lo que se acepta la hipótesis alternativa.

Los resultados de fitotoxicidad en la germinación de semillas utilizando Lixiviado y Biol no inhibieron la germinación y el crecimiento de semillas de *Lactuca sativa* en pequeñas concentraciones. Los biofertilizantes tienen mejor crecimiento en árboles de *Couepia polyandra* y *Ormosia macrocalix*, siendo estos los de mejor resultados en todas las variables de respuesta.

Los biofertilizantes y fertilizante químico no produjeron mayor crecimiento en *C. polyandra* y *O. macrocalix*: las plantas presentaron mayor altura, mayor área foliar, diámetro, mayor número de hojas, mayor longitud de raíz y mayor biomasa, puesto que fueron mayor en los biofertilizantes (Lixiviado de lombriz y Biol) producidos a partir de la digestión aerobia por lombrices de la especie *Eisenia foetida* y por la digestión anaerobia. El Ibiol a pesar de ser un biofertilizante comercial fue el tratamiento en donde no se presentó crecimiento en todas las variables de respuesta.

El presente trabajo coadyuva a futuras investigaciones que pueden ser realizadas y encontrar usos para las especies y recomendar el uso de biofertilizantes en la agricultura así como su uso en la recuperación de los recursos forestales.

XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acuña, O., & Orgánicos, P. (2003). El uso de biofertilizantes en la agricultura. Taller de abonos orgánicos. Centro de investigaciones agronómicas de la universidad de Costa Rica. San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica, 67-75.
2. Akinnifesi FK., Mhango J., Sileshi G., Chilanga T. (2008). The initial growth and survival of ingenous species of fruit tres three miombo forest in fertilizer, fertilizer and irrigation during the dry season in southern Malawi. *Forest Ecology and Management*. Volumen 255, número 3-4, pages 546-557.
3. Alfa M., Adie DB., Igboro SB., Oranusi, EE., Dahunsi SO., Akali DS. (2014). Assessment of biofertilizer quality and health implications of anaerobic digestion effluent of cow dung and chicken droppings. *Renewable Energy*. Pages 681-686.
4. Almanguer J., Reyes V., Reyes A., Villa O. (2012). Evaluación del efecto del humus liquido obtenido por tres métodos, en condiciones de maceta y de campo, utilizando maíz (*Zea mays*. L.) y remolacha azucarera (*Betta vulgaris*. L.) respectivamente. *Revista Desarrollo Local Sostenible*. Vol. 5 No. 15.
5. Alburquerque JA., De la Fuente C., Campoy M., Carrasco L., Nájera I., Baixauli C. (2012). Agricultural use of digestate for horticultural crop production and improvement of soil properties. *European Journal of Agronomy*. Volumen 43, pages
6. Aparcana S., y Jansen A. (2008). Estudio sobre el Valor Fertilizante de los Productos del Proceso “Fermentación Anaeróbica” para Producción de Biogás.
7. Arancon NQ., Edwads CA., Bierman P., Welch C., Metzger JD. (2004). Influences of vermicompost in strawberries field: 1. Effects on growth and yield. *Bioresource Technology*. Volumen 93, numero 2. Pages 45-153.
8. Bachman GR., Metger JD. (2008). Growth of bedding plants in commercial potting substrate amended with vermicompost. *Bioresource Technology*. Volume 99, Número 8. Pages 3155-316.
9. Bustamante MA., Alburquerque JA., Restrepo AP., De la Fuente C., Paredes C. Moral R., Bernal MP. (2012). Co-composting of solid fraction of anaerobic digestate, to obtain added – value materials for use in agricultura. *Biomass and Bioenergy*. Volume 43. Pages 26-35.

10. Cámara-Cabrales LC. y Cappello-García S.(2013) Manual del Jardín Botánico Universitario José Narciso Rovirós, 1ª ed. Villahermosa, Tabasco: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México. ISBN 978-607-606-096-4.
11. Elvira C., Domínguez J., Briones M.J.I.I (1995). Composición de las comunidades de lombrices de tierra en un vertedero, un estercolero y un depósito de pasta residual. *Nova Acta Científica, Compostelana (Biologia)*, 6: 123-129. España.
12. Elvira c., Sampedro L., Mato S. (1995). El vermicompostaje como alternativa para el reciclaje de lodos residuales derivados de la industria papelera. *Residuos, revista técnica*. Año V, No. 25. Julio-Agosto. España.
13. Elvira C., Domínguez J., Briones J.L. (1996). Growth and reproduction of *Eisenia andrei* and *E.fetida* (Oligochaeta, Lumbricidae) in different organic residues. *PedoBiología*, 40, 377-384. Gustav Fischer Verlag Jena, España.
14. Elvira C., Sampedro L., Benitez E., Nogales R. (1998). Vermicomposting the sludges from paper mill and dairy industries with *Eisenia andrei*: a pilot scale study. *Bioresource Technology*. 63,205-211. Elsevier Science. Printed in Great Britain.
15. Frandika IR., Kadyampakeni D., Bottomani C., Kakhiwa H. (2007). Comparative response of varied irrigated maize to organic and inorganic fertilizer application. *Physics and Chemistry of the Earth*. Volumen 32, número 15-18, pages 1107-1116.
16. Gao, Z., Maloney, D. J., Dedkova, L. M., & Hecht, S. M. (2008). Inhibitors of DNA polymerase beta: Activity and mechanism. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, 16(8), 4331-4340. doi: 10.1016/j.bmc.2008.02.071.
17. Gutiérrez-Miceli FA., Santiago-Boraz J., Montes-Molina JA., Carlos-Nafate C., Abud-Archila M, Oliva-Llaven MA., Rincon-Rosales R., Dendooven L. (2007). Vermicompost as a soil supplement to enhance the growth, yield and quality of tomato fruit (*Lycopersicum esculentum*). *Bioresource Technology*. Volume 98, Numero 15, pages 2781-2786.
18. Gutiérrez-Miceli FA., García R., Rincón-Rosales R. (2008). Formulation of a liquid fertilizer for sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) using vermicompost leachate. *Bioresource Technology*. Volume 99, Número 14, septiembre de 2008, pages 6174-6180.
19. Gutierrez-Miceli, F. A., Llaven, M. A. O., Nazar, P. M., Sesma, B. R., Alvarez-

- Solis, J. D., & Dendooven, L. (2011). Optimization of vermicompost and worm-bed leachate for the organic cultivation of radish. *Journal of Plant Nutrition*, 34(9-11), 1642-1653. doi: 10.1080/01904167.2011.592561
20. Ibarra-Manriquez, G. M. Ramos, and K. Oyama. (2001). Seedling functional types in lowland rain forests in Mexico. *AM. JBot* 88: 1801-1812.
21. Kalyuzhnyi, S. V., Fedorovich, V. V., & Lens, P. (2006). Dispersed plug flow model for upflow anaerobic sludge bed reactors with focus on granular sludge dynamics. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*, 33(3), 221-237. doi: 10.1007/s10295-005-0217-2
22. Kikamagi K., Ots K., Kuznetsova T. (2013). Effect of wood ash on the biomass production and nutrient status of young silver birch (*Betula pendula* Roth) trees on cutaway peatlands in Estonia. *Ecological Engineering*. Volumen 58. Pag. 17-25.
23. Lansing S., Jay F., Botero R., Tatiana Nogueira da Silva, Ederson Dias da Silva (2010). Wastewater transformations and fertilizer value when co-digesting differing ratios of swine manure and used cooking grease in low-cost digesters. *Biomass and bioenergy*, 34. (1711 – 1720).
24. Martínez R., López G., Ormeño E., Moles C. (2013). Manual teórico-práctico: Los biofertilizantes y su uso en la agricultura. SAGARPA-COFUPRO-UNAM. México D.F.
25. Mendoza D., Fornes F., Belda R. (2014). Compost and vermicompost of horticultural waste as substrates for cutting rooting and growth of Rosemary. *Scientia Horticulturae*. Volume 178. Pag. 192-202.
26. Milpa S., Grenón G., González A., Vázquez LM. (2012). Cultivo de *Iris xiphioides* L. (Iris de Holanda) con diferentes concentraciones de humus de lombriz y sus Lixiviados. *Rev. FCA UNCUYO*, 44 (2) 109-117. 0370-4661
27. Owamah HI., Dahunsi SO., Oranusi EE., Alfa MI. (2014). Fertilizer and sanitary quality of digestate biofertilizer from the co-digestion of food waste and human excreta. *Waste Management*. Vol. 34. Num. 4. Pag. 747-752.
28. Pandey V., Patra DD. (2015). Crop productivity, the flavor profile and antioxidant activity in *Pelargonium graveolens* L'ella. *Industrial Crops and Products*. Volume 67. Pag. 257-263.

29. Pennington y Sarukán. (2005). *Arboles Tropicales de México: Manual para la identificación de las principales especies*. México, D.F: UNAM.
30. Pérez R. (1981). <http://biogeodb.stri.si.edu/bioinformatics/dfm/metas/view/20085>
31. Pérez-Hernández I., Ochoa-Gaona, S.; Vargas-Simón, G.; Mendoza-Carranza, M.; González-Valdivia, NA. (2011). Germinación y supervivencia de seis especies nativas de un bosque tropical de Tabasco, México. *Madera y Bosques*, vol. 17, núm. 1, pp. 71-91 Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, México.
32. Raffo A., Baiamonte I., Bucci R., D'Aloise A., Kelderer M., Paoletti F., Paparao M. (2014). Effect of different organic and conventional fertilizers flavor attributes related quality of cv. *Golden Delicious apples*. *Food Science and Technology*. Vol. 2. Pg. 964-972.
33. Singh R., Gupta R.K., Patil R.T., Sharma R.R., Asrey R., Kumar A., Jangra K.K. (2010). Sequential foliar application of vermicompost leachates improves marketable fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria _ ananassa* Duch). Journal homepage:
34. Sombrero y Ronco. (2004). Ensayo de toxicidad aguda con semillas de lechuga *Lactuca sativa* L. IMTA, 202.
35. Tejada M., González JL., Hernández MT., García C., (2008). Agricultural use of leachates obtained from two different vermicomposting processes. Volumen 99, Número 14. Pages 6228-6232.
36. Veneekhaute C., Meers E., Michels E., Buysse J., Tack F. M. G. (2013). Ecological and economic benefits of application of bio-based mineral fertilizers in modern agriculture. *Biomass and Bioenergy*. Volumen 49. Pages 239-248.
37. Urzedo DI., Pires M., Machado L., Braga J. (2013). Effects of organic and inorganic on greenhouse gases (G I) in the tropical forestry fertilizers. *Forest Ecology and Management*. Vol. 310. Pag. 37-44. www.elsevier.com/locate/scihorti
38. Wezel, A., Bellon, S., Dore, T., Francis, C., Vallod, D., & David, C. (2009). Agroecology as a science, a movement and a practice. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 29(4), 503-515. doi: 10.1051/agro/2009004
39. Yetilmezsoy K., Zehra Sapci-Zengin (2009). Recovery of ammonium nitrogen from the effluent of UASB.

XII. ANEXOS

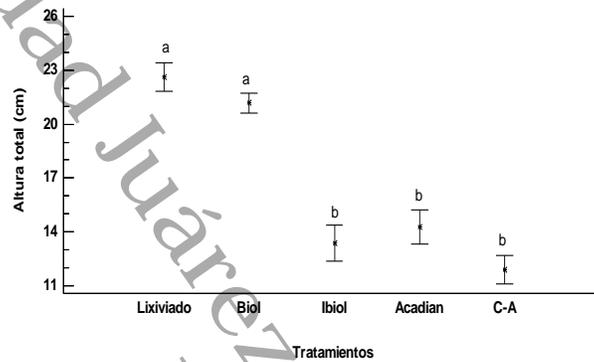




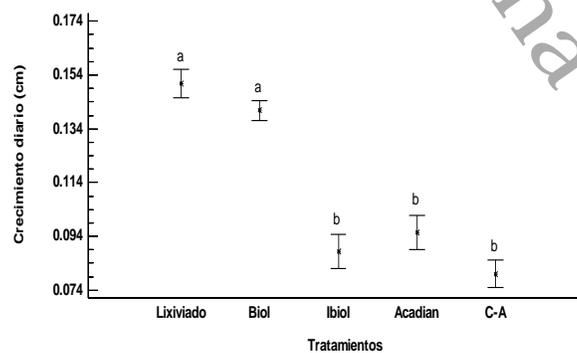


XII.1. Índices de crecimiento en *C. polyandra*

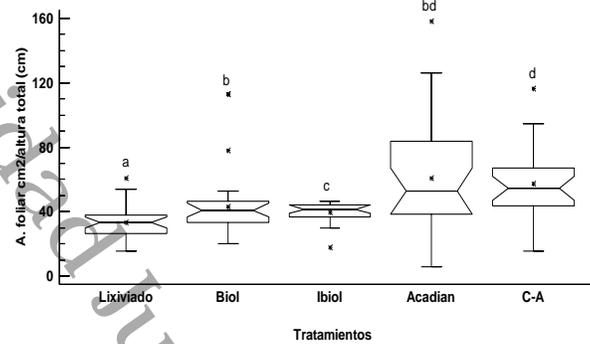
La siguiente figura, la altura total durante los cinco meses de aplicación de fertilizantes, se observa que el mayor crecimiento se halló en el Lixiviado y Biol (22.60 ± 3.89 y 21.18 ± 2.68) respectivamente.



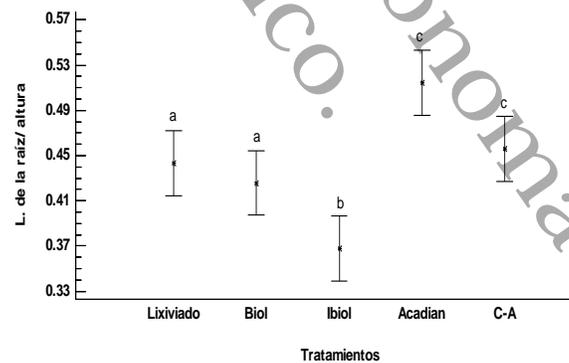
La figura que sigue, muestra el crecimiento diario en altura, en 5 meses que se observó durante la aplicación de fertilizantes, se observa que el mayor crecimiento diario se halló en el Lixiviado y Biol (0.15 ± 0.02 y 0.14 ± 0.01), respectivamente.



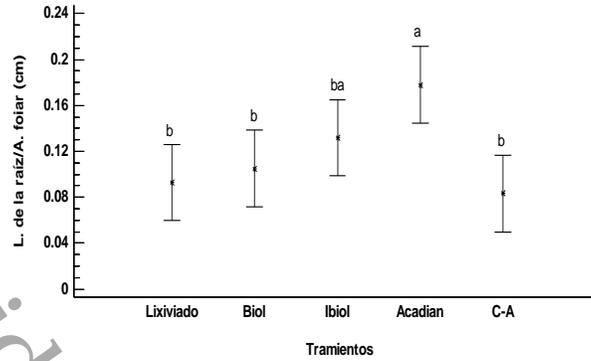
La siguiente figura muestra el área foliar entre la altura total (cm), se puede observar que para este índice el Biol presento valor similar al acadian, de igual manera el acadian y el control.



En la siguiente figura muestra la longitud de la raíz (cm) entre la altura, se puede observar que el Lixiviado y el Biol presentaron valores similares (0.44 ± 0.08 y 0.42 ± 0.06), respectivamente. El mayor valor encontró en el acadian seguido del control (0.51 ± 0.20 y 0.45 ± 0.13), respectivamente.

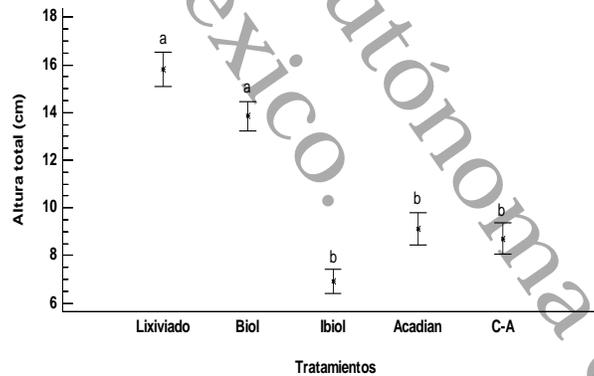


La siguiente figura muestra la longitud de la raíz entre el área foliar, se observa que el Lixiviado, Biol, Ibiol y el control presentaron valores similares. El acadian presento valor similar al Ibiol.

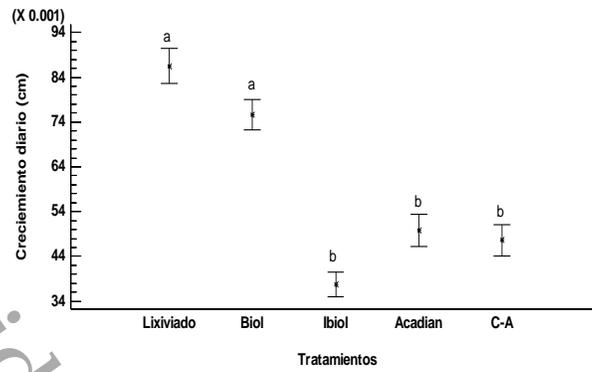


XII.2. Índices de crecimiento en *O. macrocalix*

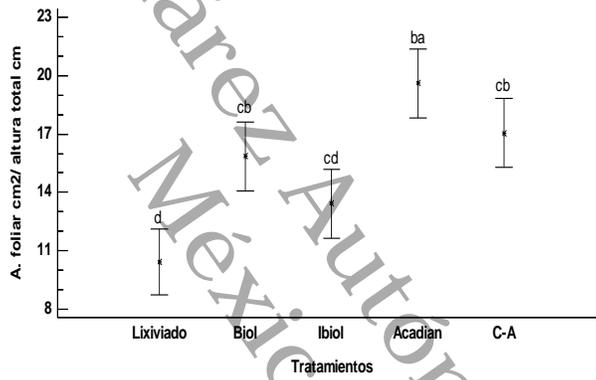
La siguiente figura muestra el crecimiento de *O. macrocalix* durante seis meses de aplicación de fertilizantes, se observa que el mayor crecimiento se encontró en el Lixiviado y Biol, el Ibiol, acadian y el control presentaron valores similares.



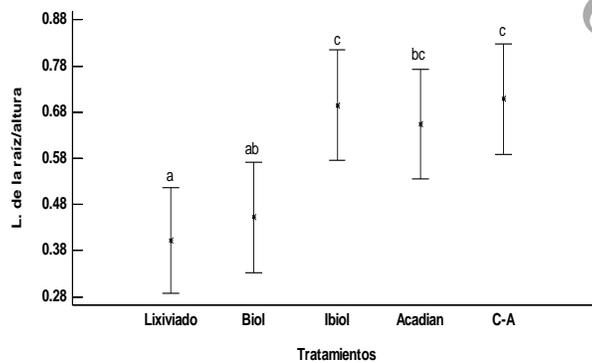
En la siguiente figura, muestra los resultados del crecimiento diario (cm) durante la aplicación del fertilizante, se observa que el valor mayor de crecimiento diario se obtuvo en el Lixiviado y Biol, el Ibiol, acadian y el control presentaron valores similares.



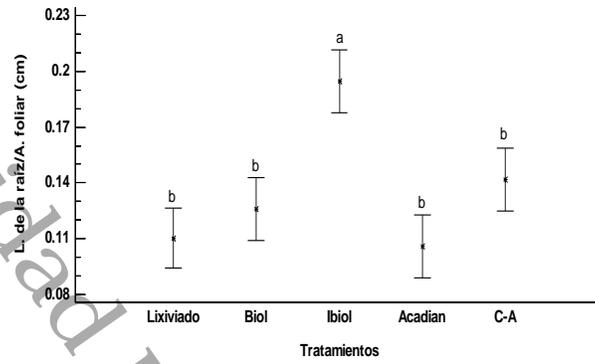
En la siguiente figura, se observa el índice de área foliar (cm^2) entre la altura total (cm). Se observa que en todos los tratamientos aplicados hay similitud, excepto en el Lixiviado.



La siguiente figura se observa el índice longitud de la raíz (cm) entre la altura total (cm)



En la figura que sigue se observa el índice longitud de la raíz (cm) entre el área foliar (cm²). Se observa que en todos los tratamientos existen valores similares excepto en el Ibiol.



Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

XII.3. Participación en Congreso Internacional



La Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental y
la División de Residuos Sólidos DIRSA, otorgan la presente constancia a:

LUCIA HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ, JOSÉ RAMÓN CAJINES CAMPEA, SHAYLA MONTEJO OLÁN

Por su valiosa participación en el VI Congreso Interamericano de Residuos Sólidos

EN CALIDAD DE: Ante el taller de trabajo oral (Evaluación de fertilizantes orgánicos y comerciales en el cultivo de maíz y crecimiento de Ustil (Cuscuta polyantha) en Tabasco, México)
Sen Salvador, El Salvador; del 19 al 22 de MAYO 2015

Lucia Hernández
Ing. Manliá Romero Deras
Presidenta de AIDIS Capital El Salvador
Directora técnica del congreso

José Ramón
Ing. Luiz Augusto de Lima Pontes
Presidente ALDIS Interamericana

Shayla Montejo Olán
Ing. Juan Guillermo Umaña
Presidente de Junta Directiva ASIA
Coordinador del congreso



XII.4. Estancia académica



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez

"2015, Año del Generalísimo José María Morelos y Pavón"

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas a 04 de septiembre de 2015

A quien corresponda.

Por medio de la presente me da mucho gusto hacer constar que la C. Lucía Hernández Hernández, estudiante de la maestría en ciencias Ambientales en la División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, realizó una estancia académica en el periodo comprendido del 03 de Agosto al 04 de septiembre del año en curso. La estancia la hizo en la división de posgrado e investigación del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez. Lucía realizó las siguientes actividades durante su estancia

1. Caracterización de fisicoquímica de lixiviado de lombriz y biodigestato en el Laboratorio de Biotecnología
2. Realización de bioensayo de fitotoxicidad en el Laboratorio de Cultivos vegetales
3. Caracterización química (fenoles) de la planta de *Couepia polyandra* en Laboratorio de investigación.
4. Aislamiento de bacterias en el Laboratorio de Biología molecular. Cabe mencionar que Lucía demostró una excelente aptitud para la investigación y realizó mucha más actividades que las que fueron planeadas para su estancia.

Atentamente


Dr. Federico Antonio Gutiérrez Miceli
Profesor-investigador Titular C, SNI (nivel III)
Tel: 6150380 ext 325, Email: fgmiceli@gmail.com



Carretera PanamERICANA Km. 1260, C. P. 23050, Apartado Postal 500
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, Méx. (Tel) 61 54100, 61 50380, Ciudad. Ext. 0
www.ittg.edu.mx



XII.5. Envío de artículo



GAYANA BOTANICA

Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción-Chile
Casilla 160-C, Teléfono: 56-41-2207317, Fax: 56-41-2246005
gayanabot@udec.cl; amarfic@udec.cl



José Ramón Laines Canepa
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
División Académica de Ciencias Biológicas
Km 0.5, Carretera Villahermosa- Cárdenas entronque a Bosques de Saloya
CP. 86150. 9932650198
Tabasco, México.

Estimado autor:

En su calidad de autor de contacto, le informo que su manuscrito "Evaluación del uso de fertilizantes orgánicos e inorgánicos en el crecimiento de plantulas de Uspí (*Couepia polyandra*)" fue recibido por la revista GAYANA BOTANICA, e ingresó al proceso editorial con los siguientes datos:

Código: GB2016_14

Título abreviado: Evaluación de fertilizantes en el crecimiento de Uspí

Autores: Lucía Hernández Hernández, José Ramón Laines Canepa, Reiner Rincón-Rosales, Federico Antonio Gutiérrez-Miceli, Shayla Montejo Olán, Rudy Solís Silvan, Luisa del Carmen Cámara Cabrales & Jorge Francisco Fernando Molina Enríquez-Murguía

Fecha de recepción: 21/03/2016

Autor de correspondencia: Laines Canepa, José Ramón
(josra_2001@yahoo.com.mx)

Tipo de contribución: Trabajo regular

El manuscrito será sometido a un proceso de revisión abreviado por parte del Comité Editorial, y su resultado se le informará oportunamente vía correo electrónico.

Adicionalmente le informamos que el costo de publicación de manuscritos aceptados es el siguiente:

Página blanco/negro: US\$ 50

Página a color: US\$ 65

Como una forma de agilizar el proceso de revisión, le solicitamos sugiera al menos tres revisores adecuados. Así también, si usted tuviera algún conflicto de interés con un algún revisor, nos lo haga saber.

Nuestra revista no se responsabiliza por problemas de plazos y cobros que sean responsabilidad del (los) autor(es) y/o de la(s) instituciones patrocinantes.

Le saluda atentamente,

Alicia Marticorena
Editora
GAYANA BOTANICA