



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS FACULTAD

DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Efecto de la fertilización con lombricomposta inoculada con *micorrizas* y *azospirillum* en el desarrollo vegetativo de *Jatropha curcas* durante el primer año de crecimiento.

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL**

PRESENTA: EDGAR JAIME SALINAS

Director de tesis:
Dr. Manuel de Jesús Sainz Aispuro

Cuernavaca Morelos Diciembre de 2019

Efecto de la fertilización con lombricomposta inoculada con *micorrizas* y *azospirillum* en el desarrollo vegetativo de *jatropha curcas* durante el primer año de crecimiento.

Tesis realizada por **Edgar Jaime Salinas** bajo la dirección del Comité Revisor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el título de:

MAESTRO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL

COMITÉ REVISOR

Director de tesis: _____

Dr. Manuel de Jesús Sainz Aispuro

Revisor: _____

Dra. Erika Román Montes de Oca

Revisor: _____

Dr. Rogelio Oliver Guadarrama

Revisor: _____

Dr. Porfirio Javier López

Revisor : _____

Dr. Francisco García Matias

Cuernavaca, Morelos, Diciembre de 2019

Dedicatorias.

A mis padres y a todas las personas que creyeron y me apoyaron en este nuevo camino de aprendizaje, porque

“Para realizar un gran sueño, lo primero que hace falta es una gran aptitud para soñar; luego, persistencia, que es la fe en el sueño de uno”. **Dr. Hans Seiy**

Agradecimientos.

Con estas líneas quiero expresar mi agradecimiento a cada uno de mis tutores que han contribuido a la realización de este trabajo, sin cuya ayuda no hubiera sido posible. Resulta para mí un deber y una satisfacción mostrar mi más sincero reconocimiento:

- De manera especial al Dr. Manuel de Jesús Sainz Aispuro, por sus consejos, por la atención y paciencia para lograr el objetivo

-Al Dr. Carlos Manuel Acosta Duran, por el acompañamiento durante la investigación y el apoyo incondicional de su parte.

- Por ultimo pero no menos importante un agradecimiento a todos mis familiares y amigos que siempre me apoyaron.

INDICE

1.-Introducción.....	8
1.1.- <i>Jatropha curcas</i> como cultivo agro energético.....	10
1.2.-Características generales de la <i>Jatropha c</i>	11
1.2.1.-Taxonomía	11
1.2.2.- Morfología vegetal.....	11
1.3.- El cultivo de la <i>Jatropha c</i>	14
1.4.- Nutrición de la <i>jatropha c</i>	16
1.5.- Fertilización orgánica de la <i>Jatropha c</i>	19
2.- Justificación	21
3.- Hipótesis	22
4.- Objetivo... ..	23
5.- Materiales y métodos... ..	24
5.1.- Germinación y obtención de plántula	24
5.2.- Fertilización.....	24
5.3.- Tratamientos y diseño experimental	25
6.- Desarrollo.....	27

6.1.- Desarrollo experimental.....	27
6.2.- Caracterización del aceite de <i>Jatropha c</i>	28
6.3.-Caracterizacion físico química del aceite de <i>Jatropha c</i>	29
6.4.- Siembra	30
6.5.-Tratamientos y diseño experimental.....	32
7.- Resultados.....	33
7.1.- Altura de la planta... ..	33
7.2.- El diámetro del tallo.....	35
7.3.- El número de ramas	37
7.4.-Florcion y frutos	39
7.4.1.-Fructificación.....	40
7.5.- Producción de semilla	42
7.6.- Tamaño de la semilla	43
7.7.-Biomasa	44
7.8.- Materia seca.....	45
7.9.-Porcentaje de humedad.....	46
7.10.-Materia seca en raíz	46

7.11.-Materia seca en tallo y hoja	47
8.-Conclusiones.....	48
9.- Referencias.....	50

1.- INTRODUCCIÓN

La humanidad enfrenta al problema más grande de toda la historia moderna: la falta de alimentos y la falta de energéticos, dicho problema se ha generado por el consumo inmoderado y sin responsabilidad de los recursos naturales (incluyendo al petróleo), hoy en día la crisis energética genera conflictos sociales y ambientales (De la vega, 2005)

En 1972 en la Conferencia de Estocolmo, la comunidad internacional debatió sobre las consecuencias ambientales del manejo de los recursos naturales y la regulación del crecimiento de las sociedades industriales, se tomó conciencia que en un mundo con recursos finitos no existe la posibilidad de crecimiento infinito de la producción.(Bebbington, 2001).

En esta conferencia surgió el concepto de desarrollo sustentable, entendido como aquél que satisface las necesidades del presente sin afectar las capacidades de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades, con este concepto también surge la necesidad de desarrollar energías renovables(Bebbington, 2001).

Las energías renovables, son una fuente de energía limpia, inagotable y crecientemente competitivas, se consideran energías inagotables, de libre disposición y con potencial de aprovechamiento en cualquier parte del planeta, son aquellas que pueden emplearse en el tiempo sin riesgo (o con un riesgo mínimo).Las energías renovables adquieren especial importancia debido a la crisis social, económica y ambiental que actualmente vivimos como especie humana (Bebbington, 2001).

Actualmente existen distintas fuentes de energía renovables que se explotan de manera eficiente y satisfacen las necesidades energéticas de los lugares donde se aprovechan. En Mexico existen distintas tecnologías para generar energías renovables de calidad, entre ellas los agro energéticos se presentan como una alternativa para las zonas rurales del país, ya que existen distintas especies agrícolas con potencial agro energético (Lamberton, 2005).

El estudio de especies oleaginosas no tradicionales como fuente de energías renovables presenta una nueva alternativa para poder ser utilizadas como cultivos agro energéticos (Arévalo, 2008; Gauggel 2009).

Una de estas especies oleaginosas que pretende tener éxito como cultivo agro energético es la especie más conocida del género *Jatropha*: *Jatropha curcas*, ya que es de origen Mexicana y muy explotada a nivel mundial para la producción de aceite vegetal no comestible, y que además está considerada como especie que ayuda a la regeneración de suelos; por lo que, amplía el nivel de ocupación para el sector rural y mejora el ingreso de los agricultores involucrados (Banegas, 2009).

En México existen diferentes zonas donde podemos encontrar de manera silvestre plantas de *Jatropha* c. En el estado de Morelos, por tener un clima que favorece el crecimiento de esta planta se considera como un estado con alto potencial productivo para este cultivo, ya que en varios de los municipios del estado podemos encontrar plantas silvestres, lo cual es indicador para poder ser un cultivo exitoso y sustentable según Mc Laughlin (1985). Algunas de las características para poder ser considerado como un cultivo con potencial productivo en el estado de Morelos son:

- Poseer bajos requerimientos hídricos.
- Tolerar condiciones ambientales extremas.
- Producir algún compuesto con precio superior a los productos comestibles, tales como resinas, aceites con propiedades para uso industrial, etc.;
- No ser comestibles y preservar el medio ambiente (Laughlin.,1985).

Solamente en México se han encontrado variedades de *Jatropha* no tóxicas, las cuales producen hasta 200 gramos de semilla seca por planta, las cuales regularmente son consumidas después de tostar en la preparación de comidas tradicionales por los pobladores de la región de Papantla en Veracruz, Otón P. Blanco en Querétaro, Pueblillo en Veracruz, Yautepec y Mazatepec en Morelos (Makkar *et al*, 1998; Martínez *et al.*; 2006).

En la actualidad podemos encontrar en el estado de Morelos plantaciones comerciales de variedades no tóxicas de *Jatropha* c., en distintos municipios de la zona sur-poniente principalmente, dichas parcelas son

fertilizadas de manera tradicional con compostas y lombricompostas inoculadas con biofertilizantes producidas por los mismos productores, dicha fertilización permite obtener rendimientos de hasta 1000 kg por hectárea de semilla seca con un 14% de humedad (Herrera, 2009). Estos resultados sugieren que la fertilización con lombricomposta inoculada con biofertilizantes tiene un papel importante en el desarrollo del cultivo de *jatropha curcas* y que una buena fertilización es necesaria para lograr mejores rendimientos de semilla en el cultivo de *Jatropha c.*

1.1.-*Jatropha curcas* como cultivo agro energético.

Por su buen desempeño en la producción de aceite vegetal, *Jatropha curcas* promete ser una buena fuente de energía renovable y de contribución al desarrollo económico, social y ambiental, por lo que se considera dentro de los cultivos llamados agroenergéticos. Presenta una vida útil de 30-50 años, aunque se han reportado casos de una longevidad de 100 años (Cortés, 1956; Peixoto, 1973).

La *jatropha* se encuentra en los climas tropicales y subtropicales resistiendo normalmente el calor de 35 °C, aunque soporta por poco tiempo bajas temperaturas (18 °C) y escarchas ligeras. Su requerimiento de agua es sumamente bajo y puede soportar períodos largos de sequedad; ecológicamente se adapta al trópico muy seco con precipitaciones de 250 mm hasta sub trópico húmedo con precipitaciones de más de 1,500 mm. Las plantas de *jatropha* pueden encontrarse entre los 5 y los 1500 msnm. El mejor desarrollo es alcanzado en terrenos ubicados entre los 700 a 1100 msnm. La humedad relativa por las noches debe ser preferiblemente baja (Makkar *et al*, 1998; Martínez *et al.*; 2006).

Según Gour (2006), se conoce con más de 200 nombres y crece de manera silvestre y también sembrada como cerca viva. En la actualidad es cultivada para la extracción de aceite y producción de biocombustible usado en motores diésel.

A pesar de ser una planta originaria del continente americano, su mayor uso se dio en África, (donde fue llevada en el siglo XVIII en las galeras portuguesas que traficaban con esclavos hacia Brasil). En los países africanos de Cabo Verde, Madagascar y Malí, el aceite de la semilla fue utilizado para la producción de combustible para el alumbrado público (Gour, 2006).

1.2.-Características generales de la *Jatropha*

1.2.1.-Taxonomía

Reino: Plantae Filo/división:

Magnoliophyta Clase:

Magnoliopsida (Dic.)

Orden: Euphorbiales

Familia: Euphorbiaceae

Nombre científico: *Jatropha curcas* L.

Nombre común: Coquito, Capate, Tempate, Piñón, Piñoncito, Piñol, Higos del duende, Barbasco, Piñones purgativos, Periyawasi (piro); Piñón joshó (amahuaca); Wapa-wapa oshe (ese eja); Josho pionis y Huiso pionis (shipibo-conibo), Peaó branco (portugués); Higo de infierno (Bolivia); Purga de fraile (Colombia), Tua tua (Venezuela); Sket'noto (Surinam).

1.2.2.- Morfología vegetal

La *Jatropha c.* es un arbusto o árbol pequeño de 2 a 6 m de altura con corteza blanco-grisácea, que exuda un látex translúcido (ver figura 1).



Figura 1.- Planta de *Jatropha c* (fotografía propia)

Tallo: Los tallos crecen con una discontinuidad morfológica en cada incremento, es un cilindro verde robusto que produce ramas con savia láctea o rojiza viscosa.

Raíz: Normalmente se forman 5 raíces de los arbolillos, 1 central y 4 periféricas.

Hoja: Las hojas se forman normalmente con 5 a 7 lóbulos acuminados pocos profundos y grandes. Tienen pecíolos largos con una longitud de 10 a 15 centímetros y anchura de 9 a 15 centímetro, ovadas y se colocan de forma alterna a subalterno opuesto con una filotaxis espiral y se caen durante la época seca. Son hojas anchamente ovadas, levemente 3 a 5 lobadas, abiertamente cordadas en la base con 5 nervaduras y pubescentes en las nervaduras del envés (Kobilke, 1989).

Flor: Las inflorescencias se forman terminalmente en el axial de las hojas en las ramas. Se colocan diez estambres en dos espirales distintas de 5 cada uno en una sola columna en el androceo y en la proximidad íntima. En el gineceo, los 3 estilos delgados son los conatos que están aproximadamente a dos tercios de su longitud, dilatando al estigma bifurcado macizo. Ambas flores, masculinas y femeninas, son pequeñas (6-8 mm), verdoso-amarillo en el diámetro y pubescente. Los pétalos son 6-7 mm largo. La longitud del pecíolo va entre 6-23 mm. En condiciones dónde el crecimiento es continuo, ocurre un desequilibrio de pistilos o estambres, florece los resultados de la producción en

un número más alto de flores hembras. Las flores verdosas o blanco-amarillas de 10 a 25 cm de largo y con un pedúnculo de 4 a 10 cm de largo. Las flores femeninas presentan brácteas acuminadas y las masculinas presentan brácteas aovadas y pedicelos pubescentes. (Kobilke, 1989).

Fruto: Son cápsulas drupáceas y ovoides, después de la polinización, se forma una fruta trilocular de forma elipsoidal. Las frutas son cápsulas inicialmente verdes, pero volviéndose a café oscuro o negro en el futuro. Las cápsulas de los frutos son de 2.5 a 4 cm de largo por 2 cm de ancho, elipsoidales y lisas que cuando maduran van cambiando a amarillas. Al inicio son carnosas pero dehiscentes cuando son secas. Se producen los frutos en invierno cuando el arbusto bota sus hojas, puede producir varias cosechas durante el año si la humedad de la tierra es buena y las temperaturas son suficientemente altas. Cada inflorescencia rinde un manojo de aproximadamente 10 frutos ovoides o más. El desarrollo del fruto necesita 90 días desde la floración hasta que madura la semilla (Kobilke, 1989).

Semilla: La fruta produce tres almendras negras, cada una aproximadamente de 2 centímetro de largo y 1 centímetro en el diámetro. En promedio el peso de 1000 semillas es aproximadamente 500 g, contiene aproximadamente 50-60 % de aceite, 30-32 % de proteína y 60-66 % de lípidos. La cáscara es aproximadamente 43 % de la semilla y el grano 57 % del cual el 30 % es grasa cruda. Su producción anual promedio es de 5 toneladas por hectárea. La semilla contiene minerales como fósforo, calcio, sodio, potasio y magnesio (Dehgan et al., 1979).

Las principales bondades de la planta *Jatropha curcas* L. son:

- Crecimiento en cualquier tipo de tierra.
- No tiene ningún insecto, enfermedad o predador (ganado u oveja) que representen una amenaza total.
- Puede sobrevivir períodos largos de sequedad.
- Puede producirse en áreas con baja lluvia (200 mm por año).
- La propagación es fácil.

- Produce frutos desde antes de cumplir el primer año, se estabiliza en su producción en el quinto año y continúa durante 25-30 años produciendo frutos de buena calidad. (Martinez, 2006)
- Genera muchos productos y subproductos que pueden ser aprovechables.

1.3.- El cultivo de la *jatropha*

El cultivo de la *jatropha* no ha sido tan estudiado en comparación con otros, aunque se siembra en distintas partes del mundo, se marcan comportamientos de productividad muy diferentes en cada región dependiendo de las condiciones climáticas. Mientras que datos de producción en una zona reflejan rendimientos elevados, otras regiones del mundo o aun dentro de un mismo país, muestran lo contrario (Gour, 2006).

La *jatropha* crece casi en cualquier parte, incluso en las tierras pedregosas, arenosas y salinas, puede crecer en la tierra pedregosa más pobre, inclusive puede crecer en las hendeduras de piedras. La materia orgánica de las hojas del cobertizo refuerza la actividad de la tierra alrededor de la zona de la raíz de las plantas que mejoran la fertilidad (Fuentes *et al.* 2006). *Jatropha curcas* soporta largos períodos de sequía, desprendiéndose de sus hojas para reducir la evapotranspiración. Münch (1986) reportó que la *Jatropha* resistió años sin precipitación. Sobrevive y crece en las tierras marginales y erosionadas, en las que ya no sirven para la actividad agrícola, porque se agotaron (Jones and Miller, 1992). Está adaptada a crecer en suelos salinos, arenosos y rocosos (ver cuadro 1). Las heladas de baja intensidad y duración corta son toleradas, aunque pueden disminuir el rendimiento hasta un 25 % (Kieffer, 1986).

Cuadro 1. Requerimientos ambientales para establecer el cultivo de *Jatropha curcas*

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES		
Parámetro	Características	Fuente
Altitud	0-1200 msnm	Bartoli, 2008
Precipitación	200-1800 mm	Openshaw, 2010
Temperatura	20-32 °C	De la Vega, 2007
Tipo de suelo	Arenoso drenado pH 5-7	De la Vega, 2007
Fertilidad del suelo	Media	Bartoli.,2008

Como se trata de una planta que tiene poco tiempo de ser explotada intensivamente, no existen datos concisos sobre su manejo y la influencia de este en la cosecha. Algunos investigadores como Saxena (2006) han reportado que en buenas tierras y con riego suficiente y de calidad, el redimiendo puede alcanzar 5 tn de semilla por hectárea, mientras que en tierras marginales sólo 1.5 tn (Martinez., 2009) (ver Figura 2). Jones y Miller (1992) mencionan que aportan rendimientos de 0.4- 1.2 tn de semillas por hectárea.

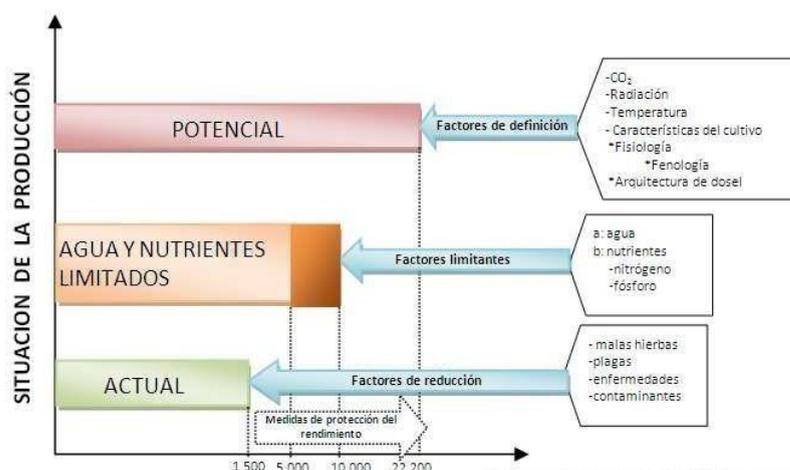


Figura 2.- Producción de semilla por ha dependiente de la situación de cultivo (Martinez, 2009).

Para un régimen de precipitaciones de 900-1200 mm aun rinde de 4 ton de semillas por hectárea a partir del sexto año de la plantación sería un buen resultado. Sin embargo, este valor no puede generalizarse ya que habría que considerar no sólo la humedad edáfica disponible sino también el régimen térmico, la radiación interceptada por el follaje y la disponibilidad de nutrientes en el suelo.

Una buena producción de semilla depende entre otros factores de la fertilización del cultivo, por lo que para lograr mayor rendimiento en la producción de piñón es importante aplicar las dosis adecuadas de los nutrientes apropiados, dependiendo del análisis de suelo (Bauer, 1993).

1.4.- Nutrición de la *Jatropha*

La nutrición en las plantas es el conjunto de procesos mediante los cuales los vegetales toman sustancias del exterior para producir sus alimentos (Gunaseelan, 2009). La nutrición determina la productividad de los cultivos, por lo que cuando las plantas sufren deficiencias de elementos nutritivos, manifiestan un desarrollo anormal que permite apreciar síntomas mas o menos característicos de la falta de un nutriente en particular (Fuentes *et al.*, 2006).

La nutrición de la *Jatropha* se basa en los estudios realizados en plantas de la misma familia, por lo que las investigaciones han podido aportar avances para mejorar la productividad de la *Jatropha*, a través de la aplicación de soluciones nutritivas completas (Rowell, 1994). Marschner(1995), demostró que cuando las deficiencias nutrimentales son muy agudas, los rendimientos son claramente bajos, por esta razón es muy importante conocer el estado de disponibilidad de nutrientes en el suelo y confirmarlo con el análisis del tejido vegetal y la respuesta de la planta a la fertilización.

El diagnostico de deficiencias de nutrientes, a través de la coloración de la planta, no debe pasar por alto, debido a que el color del tejido puede estar influenciado no solo por la composición química del suelo sino también por la deficiencia o exceso de agua, baja temperatura, la actividad fotosintética o la incidencia de enfermedades. Las manifestaciones de color de las deficiencias

nutricionales no siempre son similares en todas las especies de plantas (Fuentes *et al.*, 2006).

El cultivo del *Jatropha* en suelos muy pobres con problemas de pH es muy común, y por lo tanto las deficiencias nutrimentales son muy notorias; por lo que, para corregir la acidez del suelo, acelerar la descomposición de la materia orgánica, aumentar el aprovechamiento de los nutrientes y reducir la acción de las sustancias tóxicas, se recomienda utilizar enmiendas de acuerdo con las necesidades de los suelos. El uso de este tipo de correctivos permite mejorar y equilibrar las condiciones físico-químicas del suelo y mejorar la asimilación efectiva de los nutrientes por las plantas (Parthiban *et al.*, 2009).

El diagnóstico basado en los síntomas visibles de la planta requiere un enfoque sistemático (ver cuadro 2). Los síntomas aparecen preferiblemente en las hojas más viejas o nuevas, dependiendo si los nutrientes minerales son fácilmente translocados o no. El patrón de distribución de los síntomas también puede ser modificado por el método empleado para inducir la deficiencia, es decir, el suministro de insuficiencia permanente o la interrupción repentina de un alto suministro (Marschner, 1995) (ver cuadro 2).

Cuadro 2.- Cuadro de diagnóstico de deficiencias en *Jatropha*

Parte de la Planta	Síntoma Común	Trastorno
Láminas foliares viejas y maduras	Clorosis	Deficiencia N (S) Mg (Mn)
	Necrosis	
Láminas foliares nuevas y ápice	Clorosis	Deficiencia Fe (S) Zn (Mn)
	Necrosis (clorosis)	
Láminas foliares viejas y maduras	Clorosis	Deficiencia K Mg (Mn)
	Necrosis	
Láminas foliares nuevas y ápice	Clorosis	Deficiencia Ca, B, Cu
	Necrosis	
Láminas foliares viejas y maduras	Clorosis	Deficiencia Mo (Zn, B)
	Necrosis	
Láminas foliares viejas y maduras	Clorosis, Necrosis	Deficiencia Mn (B)
	Necrosis	
Láminas foliares viejas y maduras	Clorosis, Necrosis	Deficiencia B (sal) (daño por aspersion) Toxicidad no específica
	Necrosis	

Fuente: Marschner 1995.

Por otra parte, Calé y Dewes (2009) mencionan que las condiciones pobres de suelo hacen que las tierras marginales no puedan soportar plantaciones con alta densidad de siembra sin afectar adversamente la producción por planta. Sumado a esto, Openshaw (2000) afirma que el crecimiento de la planta depende de la fertilidad del suelo y especialmente de la precipitación. De igual manera, la floración y la producción de semillas responden a estos factores y además, responden favorablemente a los nutrientes. En suma, un bajo nivel de nutrientes puede afectar el desarrollo de la semilla. Sin embargo, numerosas organizaciones de desarrollo y cooperación internacional, tales como el Banco Mundial y ONG, están planificando y ejecutando proyectos de desarrollo, basados en el cultivo de la *jatropha* por parte de los pequeños agricultores en zonas con condiciones agroecológicas desfavorables. Como lo mencionan Gunaseelan (2009), muchos agricultores pobres pueden beneficiarse de la producción de biocombustibles, especialmente de cultivos que no compiten con la producción de alimentos, tales como la *Jatropha*.

En la actualidad, el piñón se ha adaptado a muchas regiones del planeta, dando lugar a una cantidad significativa de cultivares y variedades, estos se diferencian fundamentalmente en la cantidad y calidad de aceites de sus semillas (Casotti, 2008).

1.5.- Fertilización orgánica de la *Jatropha*

La *Jatropha* como todas las plantas puede ser nutrida utilizando distintos tipos y fuentes de fertilizantes, estos pueden ser integrados a la plantan en diferentes formas, como son de origen química, orgánicas y biotecnológicas.

Dentro de los fertilizantes orgánicos existe la vermicomposta que contienen los nutrientes necesarios para los distintos cultivos, la cual está constituida exclusivamente por material orgánica resultante de la transformación digestiva y metabólica de la materia derivado de la crianza de lombrices alimentadas con desechos orgánicos (Gunaseelan, 2009).

Este material constituye un inóculo microbiano eficaz para el suelo, siendo su función primordial la de equilibrar la vida microbiana existente en él. Además, este compuesto acelera la germinación de semillas, acorta el período vegetativo de los cultivos, mejora y recupera las propiedades del suelo de cultivo, entre otras propiedades. El uso de lombricomposta incrementa la fase orgánica del suelo y mejora las características fisicoquímicas para conservación y fertilización del suelo, derivando esto en una mayor productividad y un menor costo de operación. Por las propiedades de la lombricomposta, se presenta como mejorador de suelos pobres y desgastados (Gunaseelan, 2009).

La lombricomposta por poseer un gran porcentaje de materia orgánica puede ser utilizada como sustrato para inocular microorganismos vivos benéficos para las plantas, estos microorganismos son llamados biofertilizantes (fertilizantes vivos), los cuales tienen la capacidad de entrar en simbiosis con las plantas y favorecer su desarrollo (Salazar, 2008).

Algunos de los biofertilizantes pueden ser hongos y bacterias, los mas conocidos y que se encuentran de manera comercial son: *Micorriza del género Glomus Intradice* y *Azospirillum barsilense* (Baldani et al., 2009).

Las micorrizas son estructuras formadas por las asociaciones entre varios géneros de hongos del suelo y las raíces de muchas plantas vasculares, constituyendo un recurso microbiológico básico para la producción agrícola en agro ecosistemas sostenibles, incrementa la absorción de distintos nutrientes del suelo como fosforo (P) principalmente, además contrarresta el ataque de patógenos, ya sea por ocupación previa de espacio o por estimulación de mecanismos de defensa bioquímica y contribuye a la formación de agregados de suelo (Behera et al., 2010)

Las bacterias *Azospirillum* se considera como uno de los géneros de rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal más estudiados en la actualidad debido a su capacidad de mejorar significativamente el crecimiento y desarrollo, así como el rendimiento de numerosas especies vegetales de interés agrícola (Bashan et al., 2004). Uno de los principales mecanismos propuestos en la actualidad para explicar la promoción del crecimiento vegetal en plantas inoculadas con *Azospirillum* sp., se relaciona con su capacidad de producir y metabolizar compuestos reguladores del crecimiento vegetal o fitohormonas (González, 1994).

El uso de la lombricomposta inculada con *Azospirillum* y *Micorrizas*, podría tener un efecto positivo en el desarrollo de cultivos comerciales de *Jatropha*.

2.- JUSTIFICACION

En el estado de Morelos actualmente se cultiva de manera comercial la *Jatropha* no toxica, sin embargo cabe mencionar que la mayoría de los productores no cuentan con algún programa de fertilización para dicho cultivo, por tal motivo solo agregan pequeñas cantidades de compostas y lombricompostas como fertilizante al cultivo (Martinez, 2006). El uso de biofertilizantes en la agricultura ha permitido incrementar rendimientos en cultivos tradicionales.

La semilla de *Jatropha* actualmente presenta una gran demanda para uso industrial, por lo que se hace necesario generar alternativas para su fertilización y con esto poder incrementar los rendimientos en los cultivos comerciales ya establecidos.

3.- HIPÓTESIS

La lombricomposta inoculada con *Azospirillum brasilense* y Micorriza *Glomus* tiene un efecto positivo en el desarrollo de plantas de *Jatropha C* durante el primer año de desarrollo

4.- OBJETIVO

Evaluar el efecto de la lombricomposta inoculada con *Azospirillum brasilense* y Micorriza *Glomus* sobre el desarrollo del cultivo de *Jatropha curcas* durante el primer año de vida de la planta.

5.- MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó del 18 de febrero de 2012 al 14 de noviembre de 2012, en el municipio de Mazatepec, Mórelos, México, ubicado a 13°59'17.37 latitud norte y 86°59'17.09 longitud oeste, a una altura de 1080 msnm, con una precipitación media anual de 1090 mm distribuidos en seis meses de mayo a octubre y una temperatura media anual de 28 °C.

5.1.- Germinación y obtención de plántula.

Se prepararon plántulas de *Jatropha* en las instalaciones del antiguo molino de arroz del municipio de Mazatepec. Se sembraron las semillas el 18 de febrero de 2012. Se utilizaron 1000 semillas de *Jatropha* silvestre de la variedad toxica, colocadas en bolsas de polietileno con medidas de 15 X 15 cm. Como sustrato se utilizó suelo de los campos del municipio, se le realizó un análisis físico químico para poder saber lo que contiene el sustrato. La germinación inició en los primeros 5 días después de la siembra con riego cada 48 h. Después de 40 días de la germinación, las plántulas se trasplantaron a bolsas de capacidad de 40 litros, se llenaron hasta un 80% de su capacidad con el mismo sustrato utilizado para germinar. En el trasplante se realizó la primera fertilización y la inoculación con *Micorrizas* y *Azospirillum* a razón de 60 g/planta en los respectivos tratamientos.

El área para utilizar en el experimento fue una plancha de concreto para evitar el crecimiento de maleza de cualquier tipo que pudiera intervenir con el manejo de la *Jatropha*.

5.2.- Fertilización

En el caso del tratamiento con fertilizantes químicos, el nitrógeno se aplicó de forma bimensual con un total de seis aplicaciones a razón de 180 g/planta. El fósforo y potasio se aplicaron una sola vez a la siembra, a razón de 182 y 181

g/planta respectivamente. Las fuentes de nutrientes fueron: Urea 46 % de N, Roca Fosfórica 34 % de P y KCl 60 % de K₂O.

En los casos donde se utilizó lombricomposta como fertilizante y microorganismos, estos se aplicaron al momento del trasplante.

5.3.- Tratamientos y diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar que consiste en 8 tratamientos y 4 repeticiones.

Para la comparación del efecto de los biofertilizantes se utilizó una comparación de medias con prueba "T" a $P < 0.05$.

Una fertilización química recomendada (Behera et al., 2010), lombricomposta recomendada, lombricomposta mas Azospirillum, lombricomposta mas micorriza, lombricomposta mas Azospirillum mas micorrizas, Azospirillum, micorrizas, micorrizas más Azospirillum y testigos (ver cuadro 3).

Cuadro 3.- Tratamientos usados en *Jatropha curcas* durante el experimento

N. tratamiento	Nombre	Fer. Químico	Vermicompost (V)	Micorrizas (M)	Azospirillum (A)
1	N92P69K12 0	543 g.	0	0	0
2	V	0	500 g	0	0
3	V + A	0	500 g	0	5 g
4	V + M	0	500 g	10	0
5	V + A + M	0	500 g	10g	5g
6	A	0	0	0	5g
7	M	0	0	10g	0
8	A + M	0		10g	5g
0	TESTIGO	0	0	0	0

Para determinar el aprovechamiento de la fertilización en las plantas se utilizó la siguiente fórmula desarrollada por Berger (2004):

Índice de Aprovechamiento % = (absorción de tratamientos – absorción de testigo)/cantidad aplicada (g/planta) × 100

Los valores negativos resultantes de la ecuación indican que no hubo aprovechamiento de los fertilizantes aplicados a la planta.

Las variables medidas para la evaluación del efecto de las dosis de fertilización fueron:

- La altura de la planta.
- El diámetro del tallo.
- El número de ramas
- La materia seca.
- La biomasa.
- La producción de frutos

La altura de las plantas se determinó desde el suelo hasta el ápice del tallo principal siendo este el más alto.

El diámetro del tallo se midió a 5 cm del suelo.

El número de ramas se conto a partir del tallo principal.

La toma de datos se realizó cada mes.

6.- Desarrollo

6.1.- Desarrollo experimental.

La semilla de *Jatropha* utilizada en el experimento fue amablemente donada por el grupo de productores de la región sur poniente del estado de Morelos, los cuales aportaron 100 kg de la variedad Mazatepec toxica y 100 kg de la variedad Mazatepec no toxica para realizar las pruebas planeadas.

La semilla se colecto de una plantación ubicada en el campo denominado la "Cantera" que es un predio de uso común que alcanza las 35 ha y de las cuales se colectaron los 100 kg de semilla de las 2 variedades con la ayuda de algunos productores.

Se tomaron datos de tamaño y peso de 100 semillas de la variedad toxica y de la variedad no toxica, posteriormente se utilizaron para germinar, estos datos se colectaron con el fin de poder comparar si existen diferencias de tamaño con las semillas obtenidas después del primer año de la plantación en observación (Ver cuadro 4).

Se pudo observar que no hubo diferencia en la longitud de la semilla entre las dos variedades tanto en la semilla con cáscara como en la semilla sin cáscara. El grosor de la semilla si presento diferencia significativa dando un mayor grosor la variedad toxica, sin embargo, en la variable peso no existió diferencia significativa entre las dos variedades de semilla evaluadas

Cuadro 4.- Medida de semilla de *Jatropha curcas*.

Semilla con cáscara				Semilla sin cáscara		
Muestra	Longitud (mm)	Grosor (mm)	Peso (g)	Longitud (mm)	Grosor (mm)	Peso (g)
TO	18.3 a	8.64 a	0.65 a	14.24 a	7.24 ab	0.46 a
NT	18.4 a	8.67 ab	0.73 a	15.3 a	7.53 b	0.49 a

TO= TOXICA; NT= NO TOXICA

*Letras diferentes en misma columna muestra diferencia significativa con Duncan, P<0.05

6.2.- Caracterización del aceite de *Jatropha*

Con el objetivo de tener una referencia de la composición del aceite de la semilla utilizada para germinar, se realizó la extracción de aceite de 5 kg de semilla de la variedad Mazatepec toxica y no toxica y se realizó un análisis de propiedades físico químicas del aceite de dicho material (Ver cuadro 3).

Estos análisis se realizaron en el Instituto de Investigaciones Eléctricas en el laboratorio del departamento de materiales y procesos químicos.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se observa que el índice de yodo indica que contiene mayor cantidad de ácidos grasos insaturados que los aceites de oliva, palma y ricino e igual cantidad que el aceite de cacahuete y menor que el aceite de maíz. Los índices de hidroxilo y acetilo indican que el aceite de *J. curcas* contiene mono y/o diglicéridos (cuadro 5).

Cuadro 5.- Propiedades físicas del aceite de *Jatropha* variedad toxica y no toxica

Propiedad	Variedad toxica	Variedad no toxica
Color	Amarillo claro	Amarillo claro
Olor	Inodoro	Inodoro
Sabor	Aceite	Aceite
Índice de saponificación,	196	190
Índice de yodo	99.09	100.1
Índice de acidez	13.87	12.34
Índice de ésteres	12.3	184.9
Índice de hidroxilo	4.32	8.32
Índice de acetilo	3.44	8.48
Materia insaponificable de	0.82 %	0.65%
índice de refracción 25 °C	1.4688	1.5451
Gravedad específica 25 °C	0.9100	1.0430
viscosidad a 25 °C	60 cp	62 cp

6.3.- Caracterización fisicoquímica del aceite de *Jatropha curcas*

El aceite de la *Jatropha curcas* tiene propiedades fisicoquímicas y dieléctricas semejantes a las de los aceites utilizados como aceite dieléctrico en los equipos de transformadores y muy parecidos comparados con la norma ASTM D 6871-03 (cuadro 5)

Cuadro 6.- Propiedades fisicoquímicas y dieléctricas del aceite de *Jatropha*

Parámetros	Aceite mineral	Aceite FR- 3	Jatropha no toxica	Jatropha toxica	ASTM D 6871-03
Densidad a 25°C (g/cm ³)	0.88	0.92	0.94	0.92	0.960
Viscosidad 40°C (cSt)	12	33	45	35	50
Temperatura de	145	330	270	290	300
Tensión interfacial 25°C (mN/m)	40	27	26	25	-
Acidez(mg KOH/g)	0.002	0.02	0.30	0.90	0.06
Factor de Potencia 25°C (%)	0.05	0.05	0.08	0.15	0.20
Rigidez dieléctrica (kV)	45	40	36	35	30

De acuerdo con los resultados obtenidos de los análisis físicos, fisicoquímicos y dieléctricos se pudo determinar que la variedad no toxica presenta un aceite con mejores características que la variedad toxica para poder ser transformado en aceite dieléctrico, tiene un mayor precio en el mercado comparado con el aceite vegetal utilizado para producir biodiesel. Por lo anterior se determinó que todos los experimentos realizados en este trabajo fueron desarrollados utilizando plantas de *Jatropha* no toxica. Esta decisión esta reforzada por el mercado que actualmente existe, ya que una vez que se extrae el aceite de la semilla, el desecho llamado torta, contienen gran cantidad de proteína que al utilizar variedad no toxica, esta puede ser utilizada como comida para animales.

6.4.- Siembra

Se sembraron 500 semillas de *Jatropha C* variedad Mazatepec no toxica en bolsas de polietileno de color negro con medidas de 15X15 cm, las cuales fueron llenadas $\frac{3}{4}$ de su volumen con el sustrato, posteriormente se colocó una semilla por bolsa y se regó con agua necesaria hasta su germinación, la cual ocurre entre los 5 y los 14 días después de la siembra. (Figura 3).



Figura 3.- Semillas en sustrato a punto de emerger.

Después de 14 días se evaluó el % de germinación.

A los 14 días 435 semillas estaban germinadas, dicha cantidad representa el 87 % de germinación, esto comprueba que la semilla de *jatropha* presenta un porcentaje de germinación por encima del 85%. (Figura 4)



Figura 4.- Plántulas germinadas después de 14 días de sembradas, de las cuales el 85% germinaron sin ningún problema.

De acuerdo con el número de plantas obtenidas, se planteó utilizar 8 tratamientos con 4 repeticiones, 32 unidades experimentales y 10 plantas por unidad experimental:

6.5.-Tratamientos y diseño experimental

Se utilizó un diseño de Bloques Completamente al Azar utilizando 8 tratamientos con 4 repeticiones, 32 unidades experimentales y 10 plantas por unidad experimental.

- Una fertilización química recomendada (Bartoli, 2008).
- Lombricomposta.
- Lombricomposta + azospirillum.
- Lombricomposta + micorriza.
- lombricomposta + azospirillum + micorrizas.
- Azospirillum.
- Micorrizas.
- Micorrizas + azospirillum.
- Testigos (Ver cuadro 3).

7.- RESULTADOS

Se realizó evaluaciones mensuales de los parámetros siguientes:

- La altura de la planta.
- El diámetro del tallo.
- El número de ramas
- La materia seca.
- La biomasa.
- La producción de frutos

7.1.- Altura de la planta.

La altura de las plantas se midió desde el suelo hasta el ápice del tallo mas alto.

La altura de la planta mostró diferencia significativa a los 8 meses entre los diferentes tratamientos, siendo los mejores: lombricomposta más azospirillum más micorrizas y el testigo con 65 y 62 cm respectivamente, este comportamiento se observó durante los últimos 5 meses de evaluación.

Se pudo observar que durante los primeros 3 meses no hubo diferencias entre los distintos tratamientos.

La menor altura la mostró el testigo sin fertilizante ni químico ni orgánico con 43 cm promedio y que esta tendencia mostró durante los 8 meses. Los tratamientos con azospirillum más micorrizas mostraron resultados mayores a los que no tienen los bio fertilizantes (Cuadro 7).

Cuadro 7.- Altura de plantas (cm) de *Jatropha* en cada tratamiento evaluadas mensualmente.

Tratamiento	Mes											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	8.6ab	10.3ab	18.3ab	25 a	38ab c	45a b	56a	65a b	72b	81a d	86e d	92ac
2	7.6ab	10.1Ab	16.4ab	19a b	27 a	35 ^a	43a b	51 a	64a b	76c e	81f g	86df
3	6.9a	9.2 a	17.3ab	20a b	29ab	36 a	44a b	52 a	63a b	75c e	80f g	83df
4	8.5ab	9.3 a	15.5ab	19a b	27 a	34 a	43a b	50 ^a	63a b	72e	78f g	81df
5	7.9ab	8.4 a	17.4Ab	25 a	36ab cd	43a b	53a	62a c	71b d	83a d	91c	94ab c
6	7.4ab	8.1 a	16.4Ab	21a c	34bc	40a b	46a b	52 ^a	69b d	80a d	86c d	90ac
7	6.9a	9.6 a	17.3A	22a c	31e	39e	45a b	54 ^a	66d e	77c e	81f g	85df
8	7.5a	9.3 a	14.8a	19a b	30e	44a b	48a b	55e	64d e	73e	79f g	82df
9	7.7a	10.2Ab	14.3a	17ef	24ab c	32c e	38c	43b	56e	66ef	73bc	75ab cd

*Letras diferentes en misma columna muestra diferencia significativa con Duncan, $P < 0.05$

En el mes 1 y 2 no se aplicaron los tratamientos debido a que las plantas todavía no son trasplantadas.

En la figura 5 se puede observar que el mayor crecimiento se da en todas las plantas del tercer al sexto quinto mes en donde se observa una pendiente

mayor, lo que nos indica un crecimiento mayor en ese periodo de tiempo. Lo anterior se puede explicar por qué la planta se encuentra en la etapa de desarrollo vegetativo y esto coincide a los meses antes de que se inicie la floración, que una vez que esta inicia el crecimiento aunque no desaparece si se presenta un poco más lento (Fuentes et al., 2006).

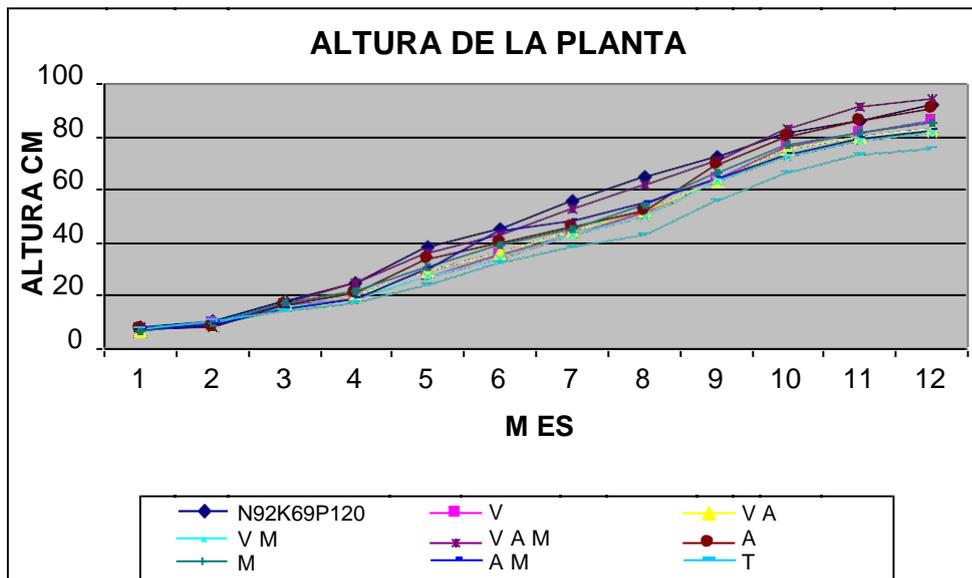


Figura 5.- Gráfico del incremento de altura de los diferentes tratamientos durante los 12 meses de los experimentos.

7.2.- El diámetro del tallo

El diámetro del tallo se midió a 5 cm del suelo con la ayuda de un vernier para tomar datos más exactos, en caso de que existan ramas a 5 cm del suelo, se trató de tomar las medidas por debajo de la rama.

Se pudo observar que durante los primeros 3 meses de vida, de manera general el tallo engrosa sin diferencias en los distintos tratamientos, esto se puede presentar debido a que la demanda de alimento en los primeros meses es utilizada por la planta en la elongación del tallo y no engrosar.

El diámetro del tallo a través del tiempo fue mayor a partir del cuarto mes en el tratamiento con azospirillum más micorrizas más vermicomposta en un 9% por encima de los otros tratamientos, a los 8 meses, todos los tratamientos se comportaron igual que el testigo con excepción del tratamiento 5 que fue mayor en un 12 % con respecto al testigo y el tratamiento 9 que fue menor en un 9 % con respecto al testigo (Cuadro 8)

Cuadro 8.- Diámetro en cm de los 9 tratamientos evaluados en el experimento.

Tratamiento	Mes											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0.9 a	1.1ab	1.4ab	2.0a	2.4ab	2.9ab	3.2ab	3.4ab	3.7ab c	3.9abc d	4.4ab	4.6ab c
2	0.7 a	1.3 a	1.6ab	2.1ab	2.5ab	2.9ab	3.3ab	3.5ab	3.9bc	4.1ab	4.3ab c	4.4 a
3	0.7ab	1.2ab	1.5ab	1.9a	2.3ab	2.8a	3.1 ^a	3.4ab	3.7ab c	3.9abc d	4.0bc	4.2de f
4	0.9 a	1.1ab	1.4 a	2.0a	2.5ab	2.9ab	3.2 ^a	3.5a	3.9bc	4.0a	4.2bc d	4.3de f
5	1.0a	1.4ab	1.7ab	2.4ad c	2.8a	3.2c	3.6ab c	4.1c	4.4def g	4.5ef	4.6de	4.7ab c
6	1.1ab	1.4ab	1.6ab	2.2ab	2.7a	3.0ab c	3.3ab	3.6a	4.1fg	4.4efg	4.5df g	4.6ab
7	0.9ab	1.1 a	1.5 a	2.0a	2.4ab	2.9ab	3.2ab	3.5 a	3.8de	4.0a	4.1ab c	4.2de f
8	0.9ab	1.3 a	1.6ab	2.0a	2.5ab	3.0ab c	3.3ab	3.6 a	3.8de	3.9abc d	4.0bc	4.1d
9	0.8 a	1.1 a	1.4a	2.0a	2.4ab c	2.7e	3.0ac	3.3c	3.5fgh	3.7de	3.8fg	3.9f

*Letras diferentes en misma columna muestra diferencia significativa con

Duncan, $P < 0.05$

En la figura 6 se puede observar que durante los meses 6, 7 y 8 se presentó el mayor incremento de grosor en el tallo de todas las plantas en general, lo

anterior se puede presentar debido a la aparición de inflorescencias lo cual exige mayor capacidad de la planta para el transporte de nutrientes (Behera et al., 2010)

En el mes 1 y 2 no se aplicaron los tratamientos debido a que las plantas todavía no son trasplantadas.

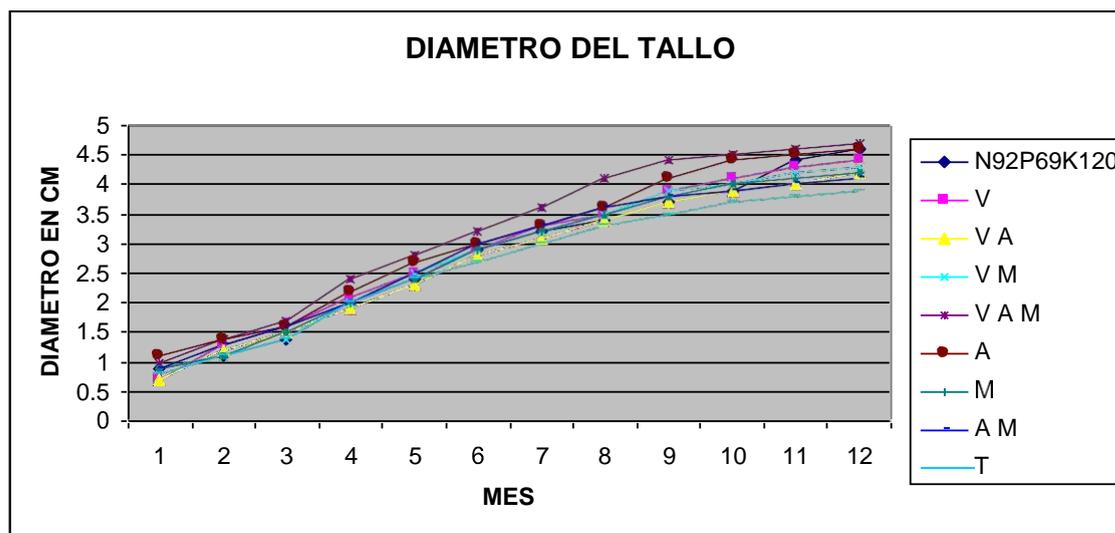


Figura 6.- Comparación del grosor del tallo durante 12 meses,

7.3.- El número de ramas

El número de ramas de las plantas se evaluó en cada planta contando el número de ramificaciones se presentaron mensualmente.

En los resultados obtenidos, se pudo observar que el número de ramas en el tratamiento 5 fue mayor que el resto de los tratamientos (3.5 ramas/planta), esto se pudo observar a los 8 meses con 11% por encima del testigo (Cuadro 9) La baja ramificación durante los primeros 3 meses puede ser debido a efectos bióticos y abióticos, por lo que podemos comentar que la planta de *Jatropha*, durante los primeros meses no induce ramificación debido a que busca incrementar primeramente su altura y después del 5to mes de edad que ya tiene una altura adecuada para sobrevivir, entonces la planta induce la formación de ramas laterales

Cuadro 9.- Número de ramas promedio de cada tratamiento evaluado asta el tercer mes de vida de la planta.

Tratamiento	Mes											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1 a	1.1 a	1.2ab c	1.4ab	1.5ab	1.7ab	2.1a	2.4ab	3.1ab c	4.1ab	4.2ab c	4.3ab
2	1 a	1 a	1.1 a	1.3ab	1.5ab	1.9ab	2.4b	2.8 a	3.3ab	3.7bcd	4.1cd	4.2ab
3	1 a	1 a	1.2 a	1.5ab	1.7a	1.9ab	2.5b	2.8a	3.1 a	3.5bc	3.9ab	4.1de
4	1 a	1 a	1.1 a	1.4 a	1.9a	2.2a	2.7b	3.4bc	3.6df	4.2ab	4.4bc d	4.6bc d
5	1 a	1 a	1.1 a	1.5b	2.1c	2.5e	3.1ab	3.6bc	3.9fg h	4.3ab	4.9de f	5.2de f
6	1 a	1.1ab	1.2 a	1.5ab	2.0c	2.2e	2.7b	3.2e	3.4ab	3.7bcd	4.0ab	4.1de
7	1 a	1 a	1.2ab c	1.4aC	1.8ab	2.1ab	2.5b	3.1e	3.3ab	3.7bcd	3.9ab	4.0de
8	1.04 ^a	1.04 ^a	1.2 ab	1.5ab	1.6e	1.8ab	2.2 ^a	3.0a	3.5fg	3.7bcd e	3.8ab	3.9e
9	1 a	1.1 a	1.2 ab	1.3cd	1.5fG	1.7ef g	1.9fg	2.3gh	2.9efg	3.1cd	3.3df	3.4fg

*Letras diferentes en misma columna muestra diferencia significativa con Duncan, $P < 0.05$

En el mes 1 y 2 no se aplicaron los tratamientos debido a que las plantas todavía no son trasplantadas.

En la figura 7 se puede observar que las plantas presentan ramificaciones a partir del tercer mes de edad y siguen a pareciendo hasta el mes 10. El tratamiento V + A + M fue el único tratamiento que presentó ramificaciones después del mes 10. Lo anterior se puede explicar por la división celular que se genera durante el desarrollo de la planta, pues durante los primeros meses de vida se lleva a cabo la formación de meristemas laterales (Berger, 2004).

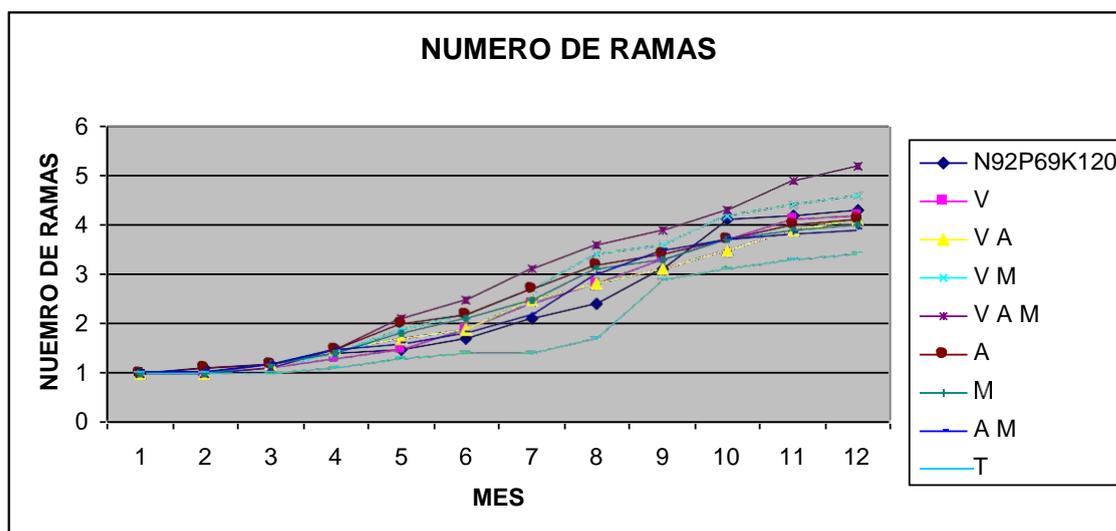


Figura 7.- Numero de ramas generadas por plantas de *jatropha* durante 12 meses de cultivo.

7.4.- FLORACIÓN Y FRUTOS

Se contabilizó el número de flores cada mes, con el fin de poder comparar el porcentaje de amarre de frutos ver figura 8. Se contaron el número de flores viable cada mes, el resto no se tomaron en cuenta.

La floración ocurrió a los 3 meses para los tratamientos 4 y 5, el resto de los tratamientos presentaron floración a partir del 4 y 5 meses. La floración se presenta a partir de que la planta lignifica sus ramas principales, lo cual permite la generación de meristemas que posteriormente se diferencian para formar inflorescencias (Parthiban et al., 2009).

Se puede observar que el tratamiento 5 presentó mayor número de flores durante los meses evaluados, mientras que el testigo es el tratamiento con menor número de flores además de que presenta flores hasta el sexto mes 3 meses después de la floración de los primeros tratamientos (figura 8).

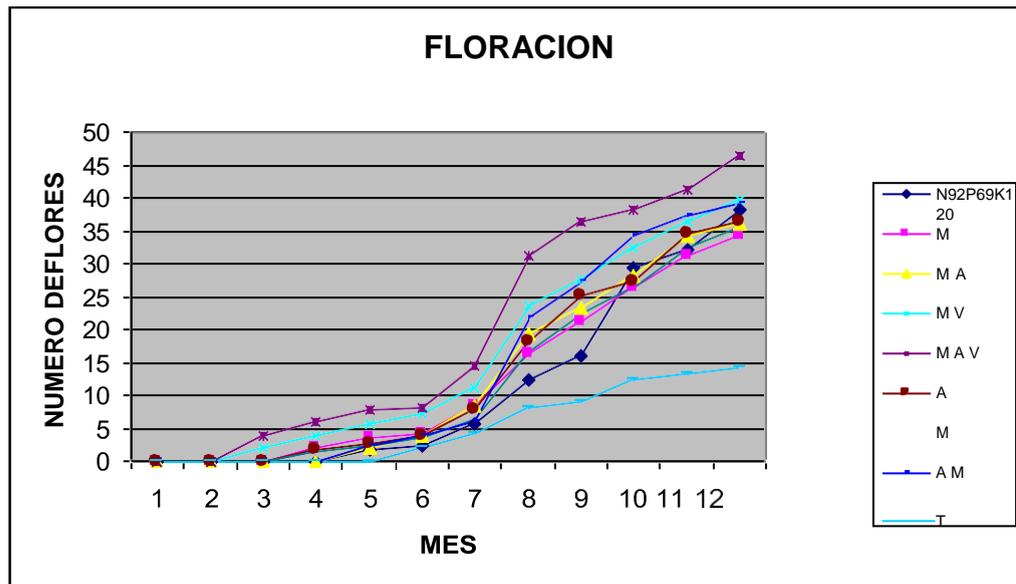


Figura 8.- Flores producidas por planta durante los 12 meses de edad en los diferentes tratamientos evaluados.

7.4.1.-Fructificación

Los tratamientos 4 y 5 fueron los primeros que presentaron fruta madura, lo cual apareció a partir del sexto mes, mientras que los tratamientos 1,2,3,6,8 y 7 presentaron frutos en el mes 7 y solo el testigo presento frutos hasta el mes 8 (ver figura 9).

La formación de frutos se presenta en plantas que contienen los nutrientes mínimos necesarios para lograr el desarrollo de la fruta hasta su maduración, la edad de aparición de frutos en cada planta depende del desarrollo de meristemas en las ramas generadas (Rowell, 1994).

Cabe mencionar que como se esperaba, la tendencia de producción de fruta madura es la misma que se presentó en la producción de flor, por lo que podemos comentar que el número de frutas depende del número de flores producidas.

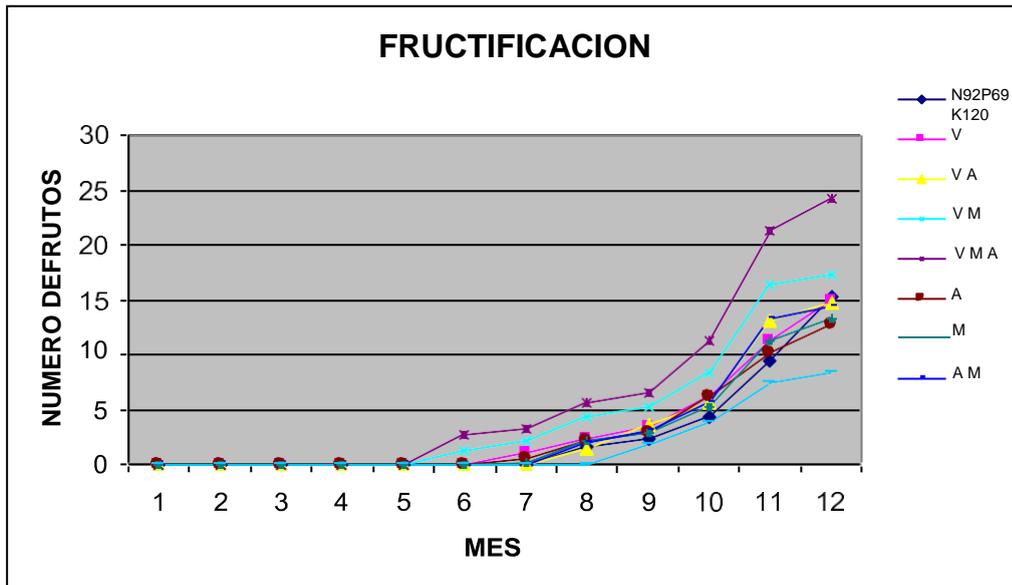


Figura 9.- Frutos presentes por planta en los diferentes tratamientos a través del tiempo.

Para poder evaluar el amarre de frutos, se realizó un gráfico donde se muestra el número de frutas producidas junto con el número de frutos maduros generados en los diferentes tratamientos (ver figura 10).

Se puede observar que el tratamiento 9 (testigo) presentó 68 % de amarre de fruto, y aunque el tratamiento 5 presentó mayor número de frutos maduros, su porcentaje de amarre de frutos solo fue de 62%.

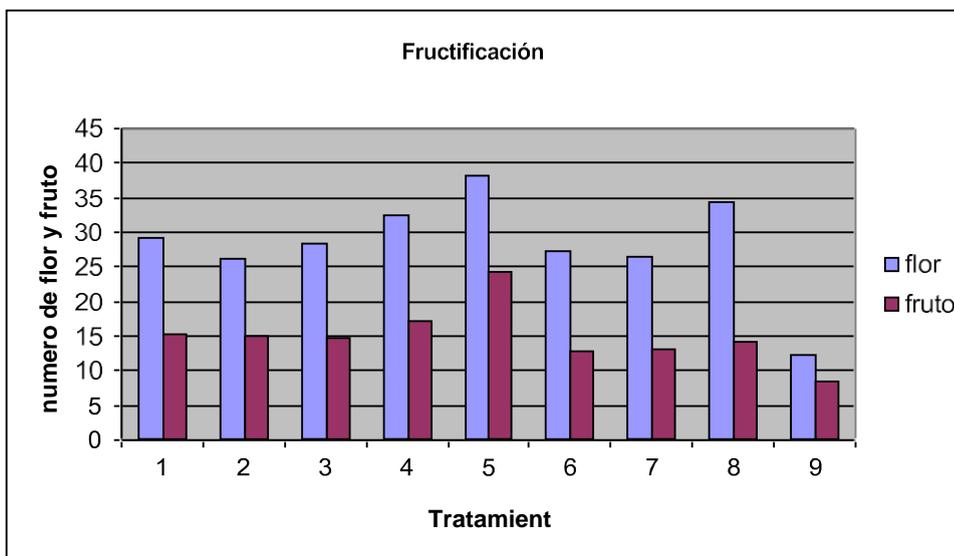


Figura 10 Número de flores y frutos en los 9 diferentes tratamientos

7.5.- Producción de semilla.

El rendimiento por planta se midió contabilizando el número de semilla en los diferentes tratamientos, de los cuales se obtuvieron los resultados presentados en el cuadro 10.

Tratamiento	Fruta por planta	Semillas por Planta	semillas por hectárea	Kilogramos por hectárea
1	32.9 ab	98.7	109655.7	109.6557
2	39.3 acb	117.9	130986.9	130.9869
3	38.5 abc	115.5	128320.5	128.3205
4	53.5 bc	160.5	178315.5	178.3155
5	72.1 b	216.3	240309.3	240.3093
6	34.6 ab	103.8	115321.8	115.3218
7	34.9 ab	104.7	116321.7	116.3217
8	38.2 abc	114.6	127320.6	127.3206
9	21.4 c	64.2	71326.2	71.3262

Cuadro 10.- Número de frutas y semillas producidas por planta.

En la figura 11 podemos observar que el tratamiento 5 (A-M-V) presento el mayor número de semilla por planta, seguido del tratamiento 4 (V-M). el tratamiento que menos semilla produjo por planta es el testigo.

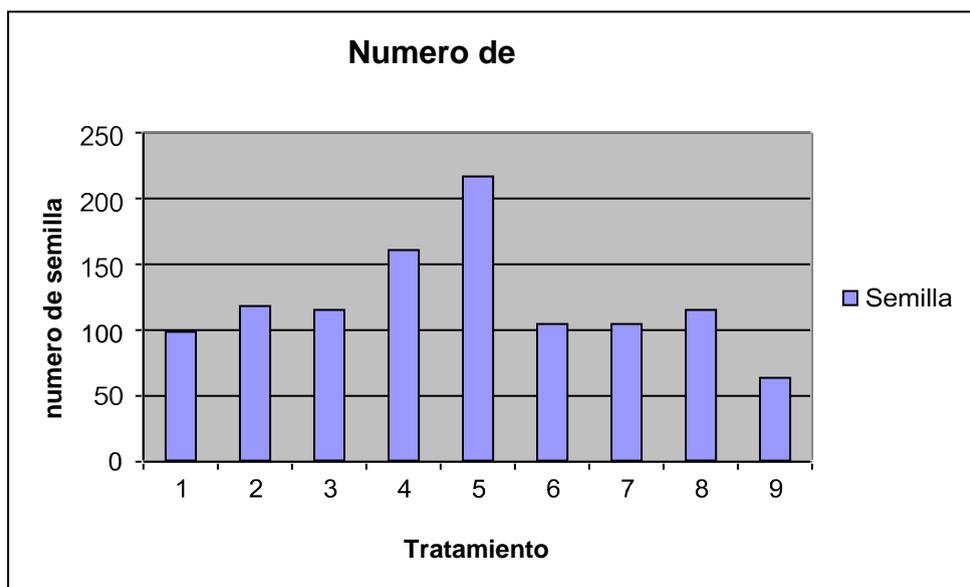


Figura 11.- Numero de semillas producido por planta en los diferentes tratamientos evaluados.

7.6.- Tamaño de la semilla

Se tomaron 100 semillas de los 9 diferentes tratamientos, a las cuales se les tomaron medidas para poder evaluar su longitud, su grosor y su peso.

La longitud de la semilla en los tratamientos 1,2,3,4,5 y 6 no presentaron diferencia significativa entre ellas y presentaron una longitud mayor a la de los tratamientos 7,8 y 9.

El grosor de la semilla fue igual en todos los tratamientos menos en el testigo, el cual fue menor que el resto de los tratamientos.

El peso de las semillas fue mayor en los tratamientos 3,4 y 5, mientras que el testigo presentó las semillas con menor peso, lo cual se puede explicar por la nula fertilización de la planta (Behera et al., 2010)

Tabla 11.- longitud, grosor y peso de la semilla obtenida con los distintos tratamientos evaluados.

Semilla con cáscara			
Tratamiento	Longitud (mm)	Grosor (mm)	Peso (g)
1	18.2 a	8.50 ab	0.74 ab
2	18.1 a	8.62 ab	0.73 ab
3	18.4 a	8.72 ab	0.76 b
4	18.1 a	8.70 ab	0.75 b
5	18.3 a	8.71 ab	0.75 b
6	17.7 a	8.45 ab	0.72 ab
7	17.5 bc	8.55 ab	0.73 ab
8	17.7 bc	8.50 ab	0.73 ab
9	17.6 bc	8.48 a	0.71 a

Letras diferentes en misma columna muestra diferencia significativa con Duncan, $P < 0.05$.

7.7.- Biomasa

Los tratamientos con mayor producción de materia fresca total (MFT) fueron los tratamientos 3 y 5 (V+ M y V+ A+ M), el testigo con 3.24 kg por planta fue el tratamiento que menos biomasa genero ver cuadro 12.

La materia seca total fue mayor en el tratamiento 5 con 1.02 kg, mientras que el testigo fue el tratamiento que menos materia seca presentó con 0.64 kg.

El tratamiento que más % de humedad presentó fue el número 3 con 86.5% de humedad, mientras que el tratamiento número 7 con un 79% de humedad fue el tratamiento que menos cantidad de agua presentó.

Cuadro 12.- Materia fresca total y % de humedad de los distintos tratamientos, así como la materia seca total.

Tratamiento	Materia fresca total en kg	Materia seca raíz kg	Materia seca tallo y hoja kg	Materia seca total kg	% Humedad
1	5.45 ab	0.25 ab	0.56	0.79 ab	85.5
2	4.31 bcd	0.28 ab	0.52	0.80 ab	81.4
3	6.32cde	0.29 ab	0.56	0.85 ab	86.5
4	5.43 ab	0.31 ab	0.50	0.81 ab	85
5	6.23 cde	0.39 b	0.63	1.02 a	83.6
6	3.99 ef	0.22 c	0.55	0.77 b	80
7	3.79 ef	0.26 ab	0.53	0.79 b	79.1
8	4.75 bcd	0.27 ab	0.56	0.83 b	82.5
9	3.24 f	0.19 c	0.45	0.64 bc	80.2

Letras diferentes en misma columna muestra diferencia significativa con Duncan, $P < 0.05$.

*Letras diferentes en misma columna muestra diferencia significativa con Duncan, $P < 0.05$ Biomasa total

De los 9 tratamientos, el número 3 y 5 presentaron mayor materia fresca total mientras que el testigo fue el tratamiento que menos materia seca presento, lo anterior se entiende debido a la diferencia en la nutrición en los diferentes tratamientos, esto indica que a una mejor nutrición de la planta, mayor será el desarrollo vegetativo (Parthiban et al., 2009)

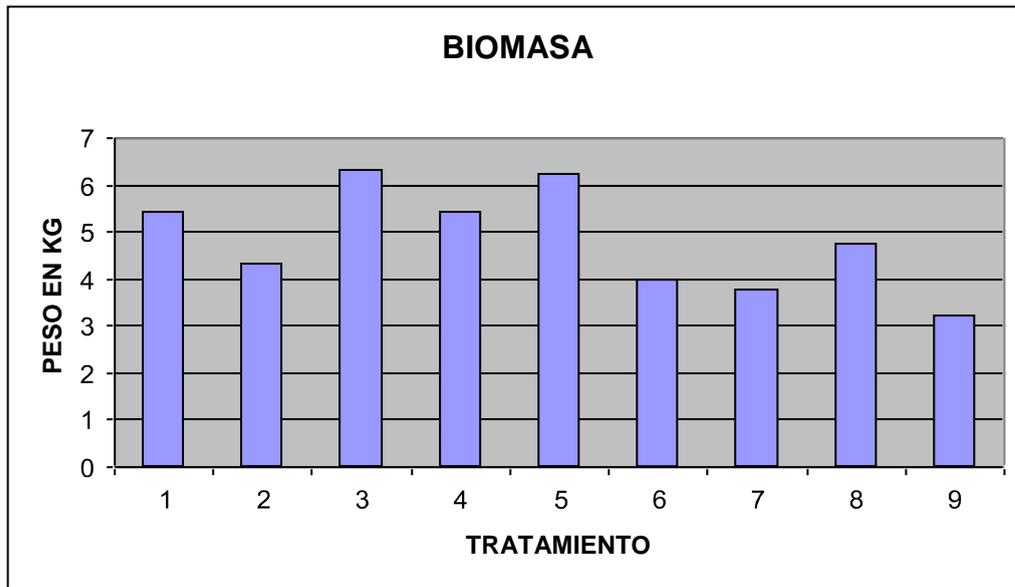


Figura.- 12 Biomasa fresca total en Kg de cada uno de los diferentes tratamientos.

7.8.- Materia seca

El tratamiento que presento mayor materia seca fue el número 5 y el testigo presento menor materia seca total, mientras que los demás tratamientos presentaron cantidades muy parecidas entre ellos por debajo del tratamiento 5

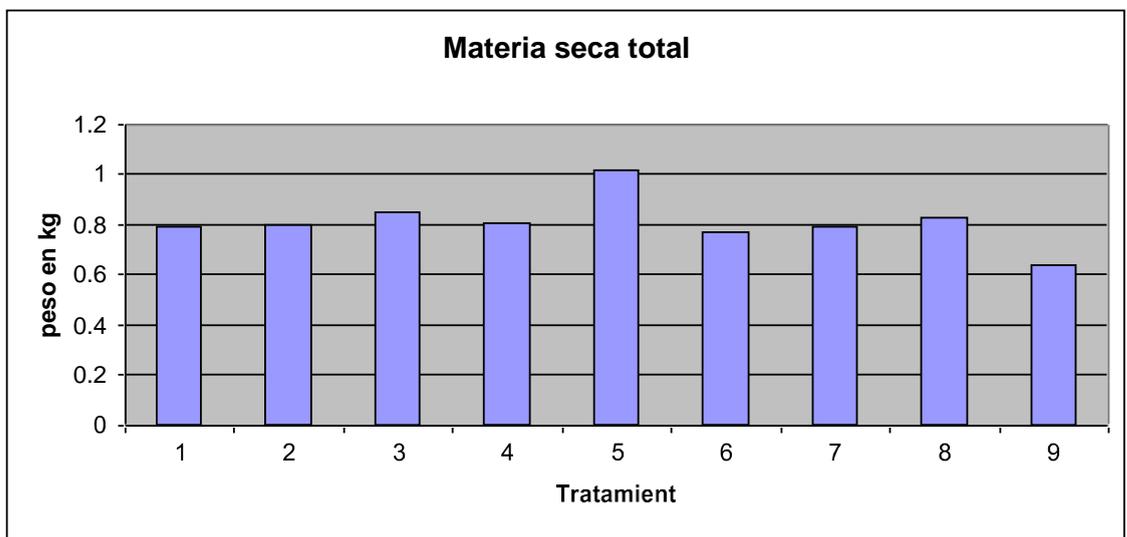


Figura 13.- Materia seca total de los 9 tratamientos.

7.9.- Por ciento de humedad

La humedad en los distintos tratamientos fue muy variante, lo cual nos permite sugerir que cada uno de los distintos tratamientos induce de manera diferente la acumulación de líquido en las plantas encontrando la principal diferencia en el tamaño de la raíz (Salazar, 2008).

Se pudo observar que el tratamiento 3 y 1 fueron los tratamientos que más % humedad presentaron.

El tratamiento que menos % de humedad presentó fue el tratamiento número 6.

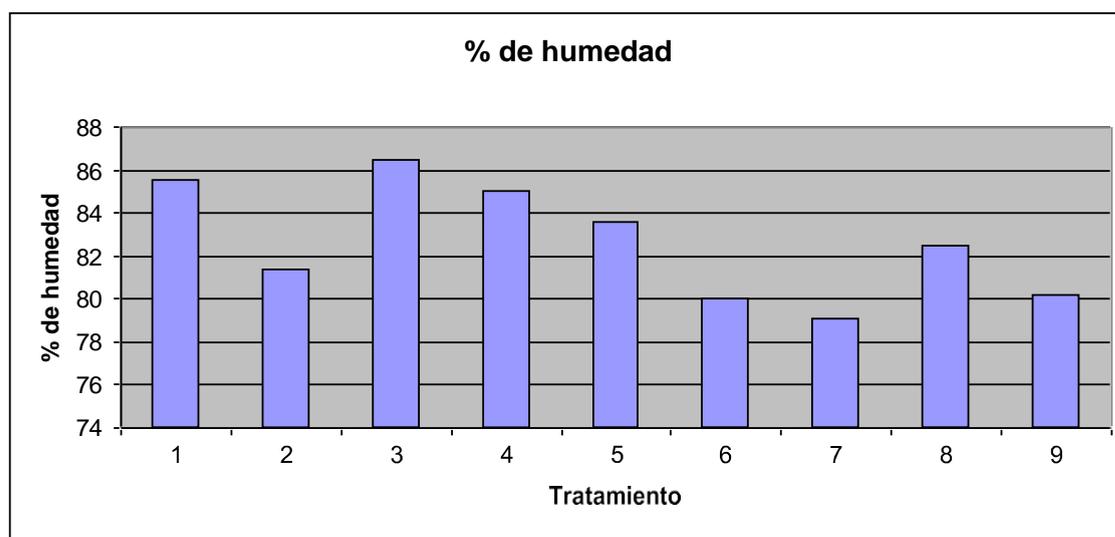


Fig 13.- % de humedad en los diferentes tratamientos

7.10.- Materia seca de raíz

El tratamiento que mayor materia seca en raíz fue el número 5, lo cual se esperaba debido a que el sistema radicular de este se observó con mayor volumen. El testigo junto con el tratamiento numero 6 fueron los que presentaron menor cantidad de materia seca de raíz.

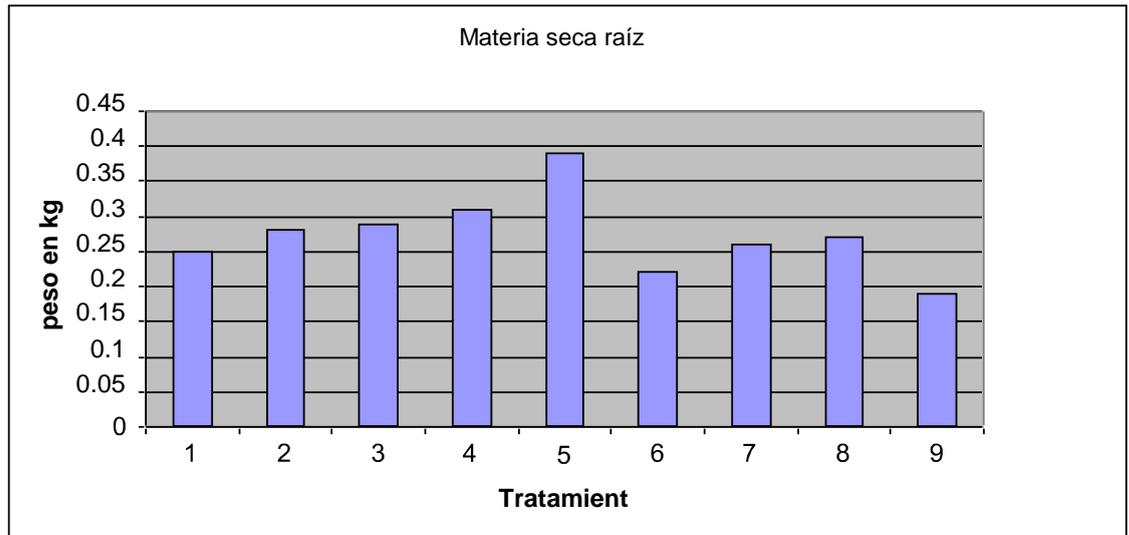


Figura 14.- Materia seca de raíz de los 9 tratamientos.

7.11.- Materia seca de tallo y hoja

El tratamiento numero 5 presentó mayor materia seca con de tallo y hoja con respecto a los demás, nuevamente el testigo fue el que menos materia seca de tallo y hoja presentó. El resto de los tratamientos presentaron cantidades de materia seca muy parecida.

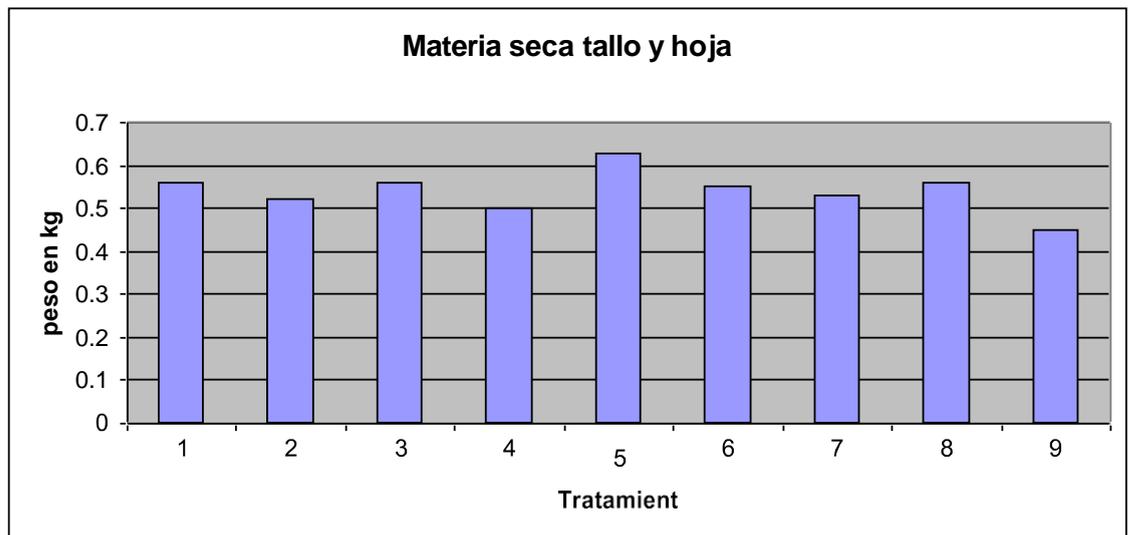


Figura 15.- El tratamiento que presento mayor % de humedad fue el tratamiento 3 seguido de los tratamientos 1 y 4

8.- CONCLUSIONES

- La fertilización en el cultivo de **Jatropha** es un factor fundamental para el desarrollo de la planta durante el primer año de vida.
- De manera general se puede concluir que el tratamiento que incluye la fertilización con vermicomposta, micorriza y *azospirillum* (tratamiento numero 5), presentó ventajas con respecto a los demás tratamientos en la mayoría de los parámetros que se evaluaron.
- El tratamiento 5 presentó 26% más semilla por planta que el tratamiento 4 y este a su vez presentó mayor número de semillas que el resto de los tratamientos. Dicho comportamiento se puede explicar debido a la iteración de más micorrizas y la *azospirillum* junto con la vermicomposta que al parecer presentan una sinergia positiva en el buen desarrollo agronómico de la planta, lo cual se reflejó en una mayor producción de fruta y por lo tanto de semilla.
- El testigo fue el tratamiento que menos semilla género, lo cual se puede explicar por la falta de nutrientes para su buen desarrollo, sin embargo, cabe mencionar que este tratamiento fue el que presento el mayor % de amarre de frutos. Dicha característica hace importante el entendimiento de este fenómeno para poder adecuarlo en los diferentes tratamientos que produjeron más flores.
- La cantidad de biomasa generada en los diferentes tratamientos, se da en gran parte por la humedad contenida en las plantas, sin embargo se pudo observar que la presencia de un mayor sistema radical va acompañado de una parte aérea de la planta con más vigor y fortaleza, que se ve reflejado en una mayor producción de fruto
- La fertilización orgánica presentó mayores rendimientos que el tratamiento con fertilización química recomendada, lo anterior se puede entender debido al proceso de lavado que presenta el

fertilizante químico en cada riego.

- La fertilización orgánica combinada con bio fertilizantes, es capaz de mejorar los suelos e incrementar la producción en el cultivo de *jatropha*
- La fertilización orgánica se presenta como opción viable para el cultivo de *jatropha* en el estado de Morelos.
- La fertilización orgánica en *jatropha*, promueve la actividad de la flora bacteriana en el suelo, mientras que la fertilización química va desgastando los suelos en donde se aplica.
- La calidad de las semillas producidas con fertilización orgánica presentan características físicas y químicas que permiten ser utilizadas en la generación de productos industriales a base de aceite vegetal.

9.- REFERENCIAS

- Martínez-Herrera, J., Chel-Guerrero, L., Martínez-Ayala, A.L. 2009 The nutritional potential of Mexican piñon (*Jatropha curcas*). Toxic and antinutritional factors. In Recent advances of research in antinutritional factors in legume seeds and oilseeds. (Múzquiz, M., Hill, G.D., Cuadrado, C., Pedrosa, M.M. and Burbano, C., Editors), Wageningen Academic Publisher, The Netherlands. Pp.185-188
- KIEFER, J. 1986. Die Purgiernuß (*Jatropha curcas* L.) – Ernteprodukt, Vervendungsalternativen, Wirtschaftliche Überlegungen. Diploma thesis University Hohenheim, Stuttgart.
- MÜNCH, E. 1986. Die Purgiernuß (*Jatropha curcas* L.) – Botanik, Ökologie, Anbau. Diploma thesis University Hohenheim, Stuttgart
- Bártoli, J. A. 2008. Physic nut (*Jatropha curcas* L.) cultivation in Honduras handbook. Honduran Foundation for Agricultural Research (FHIA). La Lima, Cortes, Honduras. 40 p
- Basha, S. D., Francis, G., Makkar, H. P. S., Becker, K., and M. Sujatha. 2004. A comparative study of biochemical traits and molecular markers for assessment of genetic relationships between *Jatropha curcas* L. germplasm from different countries. *Plant Sci* 176: 812-823
- Kobilke, H. (1989). "Untersuchungen zur Bestandesbegründung von Purgiernuß (*Jatropha curcas* L.)" thesis. Universität Hohenheim, Stuttgart. 60 pp
- Herrera J. 2007b. El piñón mexicano: una alternativa bioenergética para México. *Revista Digital Universitaria*, 8(12):1-6.
- DelaVega, JA. 2007. Agro-Energía. (En línea). Consultado 15 Sept. 2009. Disponible en: http://www.engormix.com/agro_energia_s_articulos_1812_AGR.htm
- Dehgan, B. and Webster, G.L. 1979 Morphology and Intrageneric Relationships of the Genus *Jatropha* (Euphorbiaceae). *University of California Publications in Botany*, 74, 1-73
- Berger, N. 2004. Agronomische Optimierung des Anbaus Von Curauá (*Ananas lucidus* Miller) in der östlichen Amazonas Region von Brasilien. *Tropical Agriculture* Vol. 15, p 24.

- Bauer, H. 1993. Fertilización en el cultivo de Tempate. Informe sobre el Primer Ciclo de Producción de Tempate. UNAN, León, Nicaragua.
- Bártoli, A. 2008. Manual para el cultivo de piñón (*Jatropha curcas*) en Honduras. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA), La Lima Cortés, Honduras. 7 p.
- Banegas Cruz, C. 2009. Influencia de la fertilización con N, P y K en el establecimiento en campo de *Jatropha curcas* L. en la finca Santa Lucía, Choluteca, Honduras. Tesis Ing. Agrónomo. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 27 p.
- Arévalo, G.; Gauggel, C. 2009. Manual de laboratorio de la clase de Manejo de Suelos y Nutrición Vegetal. Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano. 78 p.
- Rowell, D. 1994. Soil Science Methods and Applications: Soil Fertility. Primera Edición. Singapore. Longman Singapore Publishers (Pte) Ltd. 560 p.
- Parthiban, K.T. (Et, al.) Kumar, R.S.; Thiyagarajan, P.; Subbulakshmi, V.; Vennila, S.; Rao. 2009. Hybrid progenies in *Jatropha* - a new development. *Current Science* 96(6):815-823. (En línea). Mettupalayam, India. Tamil Nadu Agricultural University. Consultado 15 Sept. 2009.
- Openshaw, K. 2000. A review of *Jatropha curcas*: an oil plant of unfulfilled promise. *Biomass and Bioenergy*. 19 (1); 1-15. Science Direct (En línea). Consultado 16 Sept. 2009.
- Fuentes, A., Veliz, J., Imery, J. 2006. Efecto de la deficiencia de macronutrientes en el desarrollo vegetativo de *Aloe vera* (en línea). Caracas, Venezuela. Consultado 14 set. 2009.
- De la Vega, J. 2005. *Jatropha* y BioDisponible en Diesel (en línea). Mexico. Consultado mar. 2009.
- DelaVega, JA. 2007. Agro-Energía. (En línea). Consultado 15 Sept. 2009.
- Casotti, WJ. 2008. *Jatropha*, perspectivas para la república de Argentina. (En línea). Consultado 15 Sept. 2009. Contreras F., Paolini J. y Rivero C. 2005. Caracterización de enmiendas orgánicas (gallinaza, estiércol de caprino, compost estiércol de bovino) usadas en suelos de Los Andes Venezolanos. XVII Congreso Venezolano de la Costa Rica. pág. 112 - 130.

- Cortesao, M. 1956. Culturas tropicais: plantas oleaginosas. Lisboa: Clássica. 231 pp. Potencialidad bioenergética sudamericana a partir de forestaciones con *Jatropha sp* [Silvia Falasca, Ana Ulberich] Revista Virtual REDESMA - julio 2008 Centro Boliviano de Estudios Multidisciplinarios 115
- Jarstfer, A. G. 1970. Método para tinción de raíces. University of Florida, Soil Science Department, 2171 Mccarty Hall, Gainesville, FL 32611-0151 USA.
- Jones N. and Miller J.H. 1992. *Jatropha curcas*: A multipurpose Species for Problematic Sites. The World Bank, Washington DC USA.
- Mac Laughlin, S.P. 1985. Economics prospects for new crops in the south western United States. *Economic Botany* 39:473-481.
- Makkar, H.P.; Becker, K and Schmook, B. 1998. Edible provenance of *Jatropha curcas* from Quintana Roo State of Mexico and effect of roasting on antinutrient and toxic factors in seeds. 4 pp.
- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Institute of Plant Nutrition, University of Hohenheim, Alemania. p 9-15.
- Martinez Herrera, J; Siddhuraju, P; Francis, G; Davila Ortiz; G and Becker, K. 2006. Chemical composition, toxic / antimetabolic constituents, and effects of different treatment on their levels, in four provenances of *Jatropha curcas* L. from Mexico. *Food Chemistry* 96: 80-89.
- Münch, E. 1986. Die PurgiernuB (*Jatropha curcas* L.) – Botanik, Ökologie, Anbau. Diploma thesis University Hohenheim, Stuttgart.
- Openchaw, K. 2000. Biomass and Bioenergy: A review of *Jatropha curcas*: an oil plant of unfulfilled Promise. USA. *Alternative Energy Development Inc. Silver Spring, MD. p 6.*
- Baldani, V.L.D., Baldani, J.I, and Dobereiner, J. 2009. Inoculation of rice plants with the endophytic diazotrophs *Herbaspirillum seropedicae* and *Burkholderia* spp. *Biol. Fertil Soils* 30:485-491.
- BEBBINGTON, J. (2001), "Sustainable development: a review of the international development, business and accounting literature", en *Accounting Forum*, 25(2):128-157
- Saxena M.C. 2006. *Jatropha curcas*, an excellent source of renewable energy in the dry areas. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA).

- Lamberton, G. 2005, Sustainable sufficiency-an internally consistent version of sustainability, *Sustainable Development*, vol. 13(1):53-78.
- Salazar E, Rojas C. ; 2008 *Curso fundamental de lombricultura*. Conferencia. Asociación Colombiana de lombricultores, Asolombriz.
- Gour, V.K. 2006 Production practices including postharvest management of *Jatropha curcas*. In: *Proceedings of the biodiesel conference toward energy independence-focus on Jatropha*. Singh B, Swaminathan, R., Ponraj, V (eds.). New Delhi, India. June 9-10. pp: 223-251.
- Gunaseelan, V.N. 2009. Biomass estimates, characteristics, biochemical methane potential, kinetics and energy flow from *Jatropha curcas* on dry lands. *Biomass and Bioenergy*. 33:589-596.
- Behera, S.K., Srivastava, P., Tripathi, R., Singh, J.P., Singh,N. 2010. Evaluation of plant performance of *Jatropha curcas* L. under different agro-practices for optimizing biomass- A case study. 34:30-41



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Jefatura de programas educativos de posgrado

"1919-2019: en memoria del General Emiliano Zapata Salazar"

Cuernavaca, Mor., a 19 de noviembre de 2019.

MTR. JESÚS EDUARDO LICEA RESÉNDIZ
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL
P R E S E N T E.

Por medio del presente informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado: **"EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON LOMBRICOMPOSTA INOCULADA CON *Micorrizas* y *Azospirillum* EN EL DESARROLLO VEGETATIVO DE *Jatropha curcas* DURANTE EL PRIMER AÑO DE CRECIMIENTO"**, que presenta: **EDGAR JAIME SALINAS**, mismo que fue desarrollado bajo mi dirección, y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **Maestro en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia

DR MANUEL DE JESÚS SAINZ AISPURO
Comité Evaluador

C.i.p. Archivo

Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca Morelos, México, 62209.

Tel. (777) 329 70 46, 329 70 00; Ext. 3211 / jagropecuarias@uaem.mx

**UA
EM**

Una universidad de excelencia

RECTORÍA
2017-2023



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Jefatura de programas educativos de posgrado

"1919-2019: en memoria del General Emiliano Zapata Salazar"

Cuernavaca, Mor., a 19 de noviembre de 2019.

MTRO. JESÚS EDUARDO LICEA RESÉNDIZ
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL
P R E S E N T E.

Por medio del presente informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado: **"EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON LOMBRICOMPOSTA INOCULADA CON *Micorrizas* y *Azospirillum* EN EL DESARROLLO VEGETATIVO DE *Jatropha curcas* DURANTE EL PRIMER AÑO DE CRECIMIENTO"**, que presenta: **EDGAR JAIME SALINAS**, mismo que fue desarrollado bajo la dirección del **DR. MANUEL DE JESÚS SAINZ AISPURO**, y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **Maestro en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia

DR. ROGELIO OLIVER GUADARRAMA
Comité Evaluador

C.i.p. Archivo

Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca Morelos, México, 62209.
Tel. (777) 329 70 46, 329 70 00, Ext. 3211, fagropecuarias@uaem.mx

Una universidad de excelencia

**UA
EM**

RECTORÍA
2017-2023



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Jefatura de programas educativos de posgrado

"1919-2019: en memoria del General Emiliano Zapata Salazar"

Cuernavaca, Mor., a 19 de noviembre de 2019.

MTRO. JESÚS EDUARDO LICEA RESÉNDIZ
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL
P R E S E N T E.

Por medio del presente informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado: **"EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON LOMBRICOMPOSTA INOCULADA CON *Micorrizas y Azospirillum* EN EL DESARROLLO VEGETATIVO DE *Jatropha curcas* DURANTE EL PRIMER AÑO DE CRECIMIENTO"**, que presenta: **EDGAR JAIME SALINAS**, mismo que fue desarrollado bajo la dirección del **DR. MANUEL DE JESÚS SAINZ AISPURO**, y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **Maestro en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia

DR. PORFIRIO JUÁREZ LÓPEZ
Comité Evaluador

C.i.p. Archivo

Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca Morelos, México, 62209.
Tel. (777) 329 70 46, 329 70 00, Ext. 3211 / facagropecuarias@uaem.mx

Una universidad de excelencia

**UA
EM**

RECTORÍA
2017-2023



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Jefatura de programas educativos de posgrado

"1919-2019: en memoria del General Emiliano Zapata Salazar"

Cuernavaca, Mor., a 19 de noviembre de 2019.

MTRO. JESÚS EDUARDO LICEA RESÉNDIZ
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL
P R E S E N T E.

Por medio del presente informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado: **"EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON LOMBRICOMPOSTA INOCULADA CON *Micorrizas* y *Azospirillum* EN EL DESARROLLO VEGETATIVO DE *Jatropha curcas* DURANTE EL PRIMER AÑO DE CRECIMIENTO"**, que presenta: **EDGAR JAIME SALINAS**, mismo que fue desarrollado bajo la dirección del **DR. MANUEL DE JESÚS SAINZ AISPURO**, y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **Maestro en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia


DRA. ERIKA ROMÁN MONTES DE OCA
Comité Evaluador

C.i.p. Archivo

Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca Morelos, México, 62209.
Tel. (777) 329 70 46, 329 70 00, Ext. 3211 / facagropecuarias@uaem.mx

Una universidad de excelencia

**UA
EM**

RECTORÍA
2017-2023



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Jefatura de programas educativos de posgrado

"1919-2019: en memoria del General Emiliano Zapata Salazar"

Cuernavaca, Mor., a 19 de noviembre de 2019.

MTRO. JESÚS EDUARDO LICEA RESÉNDIZ
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL
P R E S E N T E.

Por medio del presente informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado: **"EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON LOMBRICOMPOSTA INOCULADA CON *Micorrizas y Azospirillum* EN EL DESARROLLO VEGETATIVO DE *Jatropha curcas* DURANTE EL PRIMER AÑO DE CRECIMIENTO"**, que presenta: **EDGAR JAIME SALINAS**, mismo que fue desarrollado bajo la dirección del **DR. MANUEL DE JESÚS SAINZ AISPURO**, y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **Maestro en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia

DR. FRANCISCO GARCÍA MATIAS
Comité Evaluador

C.i.p. Archivo

Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca Morelos, México, 62209.
Tel. (777) 329 70 46, 329 70 00, Ext. 3211 / fagropecuarias@uaem.mx

**UA
EM**

Una universidad de excelencia

RECTORÍA
2017-2023

